

PAULA CRISTINA NATALINO RINALDI

**INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE ADUBAÇÃO E DA VELOCIDADE  
DE UMA SEMEADORA DE PLANTIO DIRETO NA CULTURA DO FEIJÃO**

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  
2008

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

T

R578i  
2008

Rinaldi, Paula Cristina Natalino, 1981-

Influência da profundidade de adubação e da velocidade  
de uma semeadora de plantio direto na cultura de feijão /  
Paula Cristina Natalino Rinaldi. – Viçosa, MG, 2008.  
xviii, 60f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Haroldo Carlos Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 54-60.

1. Semeadeira-adubadeira. 2. Palha - Utilização na  
agricultura. 3. Germinação. 4. Feijão - Cultivo. 5. Plantas  
e solo. 6. Máquinas agrícolas. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

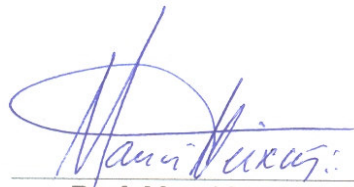
CDD 22.ed. 631.3

PAULA CRISTINA NATALINO RINALDI

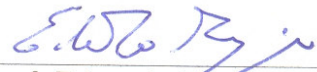
**INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE ADUBAÇÃO E DA VELOCIDADE  
DE UMA SEMEADORA DE PLANTIO DIRETO NA CULTURA DO FEIJÃO**

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*.

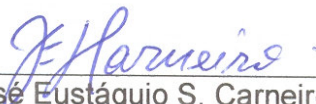
APROVADA: 31 de janeiro de 2008.



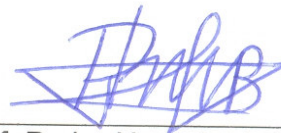
Prof. Mauri Martins Teixeira  
(Co-Orientador)



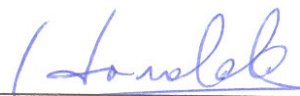
Prof. Eduardo Fontes Araújo



Prof. José Eustáquio S. Carneiro



Prof. Pedro Hurtado de M. Borges



Prof. Haroldo Carlos Fernandes  
(Orientador)

**DEDICO**

A Deus.

Aos meus pais Paulo e Élia.

A todos que, de alguma forma, ajudaram-me na execução deste trabalho.

***Aos meus amados pais,***

que sem o apoio não teria realizado os meus sonhos e objetivos.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre ao meu lado, dando-me conforto nos momentos difíceis.

Aos meus adoráveis pais Paulo Sérgio Rinaldi e Élia Natalino Rinaldi, pela confiança, pelo amor, pelo carinho, pela amizade e pela dedicação incessante.

À Universidade Federal de Viçosa, pela grande oportunidade oferecida para a realização do curso de Mestrado, principalmente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DEA).

À Universidade Federal de Lavras, pelos ensinamentos acadêmicos e pelas oportunidades.

Ao Professor Dr. Haroldo Carlos Fernandes, pela orientação, amizade, pelos ensinamentos, conselhos e pelas oportunidades, por estar sempre presente e contribuindo para a minha formação profissional.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro, através da bolsa de pesquisa durante o curso.

Aos Professores Luciano Baião Vieira, Mauri Martins Teixeira, Paulo Roberto Cecon, Eduardo Fontes Araújo e José Eustáquio Souza Carneiro, pelos esclarecimentos e pelas sugestões.

Ao Professor Marcelo Teixeira Rodrigues, por ter cedido a área experimental para a elaboração deste trabalho.

A todos os professores da Universidade Federal de Viçosa, por, ao longo do curso, terem-se dedicado a transmitir conhecimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Mecanização Agrícola Danilo, Vantuil, Geraldo e Marcelo, pelos seus serviços prestados e pela amizade durante o decorrer do curso.

Aos funcionários Edna, Renato, Marcus, D. Maria e Galinari, Juvercindo, José Mauro e Claudenilson, pela amizade, ajuda e dedicação.

Ao querido Jardel Lopes Pereira, pela ajuda, pelos conselhos, pela dedicação, pelo companheirismo e carinho em todos os momentos.

Aos meus amigos Ronaldo Magno Goulart Júnior e João Cleber Modernel da Silveira, pela amizade e pelos ensinamentos desde a fase inicial deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas da pós-graduação em Mecanização Agrícola Alcir Modolo, Gerson Inoue, Walter Mewes, Diogo Santos, Gislaine, Fabiane Paranhos, Andréia Bordini, Murilo, Renato Ruas, Leonardo Rubim, Wagner, Everson Burla, Geice, Danilo, Alisson, Enrique, William, Mário, Douglas, Sebastião Eudes, Francelino, Marcos e Edney, pela amizade dentro e fora da Instituição.

Às minhas amigas Cássia Pedrozo, Daniela Alencar Pinto, Fátima Resende Luiz e Maria Emília Borges Alves, pela amizade, pelo carinho, pela compreensão e pelos momentos agradáveis de convivência.

Aos meus demais colegas, amigos e familiares, por terem sempre me apoiado e incentivado com seu amor e carinho em todos os momentos.

## **BIOGRAFIA**

PAULA CRISTINA NATALINO RINALDI, filha de Paulo Sérgio Rinaldi e Élia Natalino Rinaldi, nasceu em 27 de abril de 1981, na cidade de Ubá, Minas Gerais.

Em dezembro de 1998, conclui o ensino médio no Colégio Anglo, em Ubá, MG.

Em março de 2000, iniciou o Curso de Graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, concluindo-o em julho de 2005.

Em janeiro de 2006, ingressou no Programa de Pós-graduação, em nível Mestrado, em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, área de concentração em Mecanização Agrícola, submetendo-se à defesa da dissertação em janeiro de 2008.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. A Cultura do Feijão.....	3
2.2. O Plantio Direto.....	5
2.3. A Semeadora-Adubadora.....	6
2.4. Velocidade de Deslocamento do Conjunto Trator- Semeadora-Adubadora.....	8
2.5. Profundidade de Deposição do Adubo.....	10
2.6. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas.....	11
2.7. Emergência das Plântulas.....	12
2.8. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos.....	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1. Delineamento Experimental.....	19

3.2. Máquinas e Implementos.....	20
3.2.1. Trator.....	20
3.2.2. Semeadora – Adubadora.....	20
3.3. Caracterização da Área Experimental.....	22
3.3.1. Composição Química e Textural do Solo.....	22
3.3.2. Caracterização Física do Solo.....	22
3.3.3. Teor de Água no Solo.....	22
3.3.4. Densidade do Solo.....	23
3.3.5. Resistência do Solo à Penetração.....	23
3.3.6. Massa da Matéria Seca da Cobertura Vegetal.....	24
3.4. Teste de Germinação das Sementes.....	25
3.5. Plantio e Tratos Culturais.....	26
3.6. Desempenho da Semeadora – Adubadora.....	26
3.6.1. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas..	27
3.6.2. Emergência das Plântulas .....	27
3.6.3. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos.....	28
3.7. Análise Estatística.....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
4.1. Caracterização da Área Experimental.....	31
4.1.1. Caracterização Química e Textural do Solo.....	31
4.1.2. Caracterização Física da Área Experimental.....	32
4.1.2.1. Teor de Água e Densidade do Solo.....	32
4.1.2.2. Resistência do Solo à Penetração Antes do Plantio.	33
4.1.3. Massa da Matéria Seca da Cobertura Vegetal.....	34
4.2. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas de Feijão.....	34
4.2.1. Espaçamento entre Plântulas.....	34
4.2.2. Porcentuais dos Espaçamentos Aceitáveis entre Plântulas.....	36
4.2.3. Porcentuais dos Espaçamentos Falhos entre Plântulas.....	38
4.2.4. Porcentuais dos Espaçamentos Múltiplos entre	

Plântulas.....	40
4.3. Emergência das Plântulas.....	41
4.4. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos.....	44
4.4.1. Estande Final.....	44
4.4.2. Número de Vagens por Planta.....	47
4.4.3. Número de Grãos por Vagem.....	48
4.4.4. Massa de 100 Grãos.....	49
4.4.5. Produtividade de Grãos.....	50
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Vista geral da área experimental. (a) antes do plantio (b) depois do plantio.....	18
<b>FIGURA 2</b> - Distribuição dos blocos e tratamentos (T) utilizados, com a identificação das parcelas (P).....	20
<b>FIGURA 3</b> - Semeadora-adubadora utilizada no experimento: (a) vista lateral e (b) vista diagonal.....	21
<b>FIGURA 4</b> - Penetrômetro utilizado.....	24
<b>FIGURA 5</b> - Quadro de madeira utilizado para a coleta da massa da cobertura vegetal.....	25
<b>FIGURA 6</b> - Resistência mecânica do solo à penetração (MPa), em função da profundidade na área experimental.....	33
<b>FIGURA 7</b> - Estimativa do espaçamento entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de “t”.....	35
<b>FIGURA 8</b> - Estimativa dos percentuais de espaçamento aceitável entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de “t”.....	37
<b>FIGURA 9</b> - Estimativa dos percentuais de espaçamento falho entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo	

teste de "t" ..... 39

**FIGURA 10** - Estimativa do estande final em função da  
velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. \*

Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de "t" ..... 45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.....	19
<b>Tabela 2</b> - Limites de tolerância das variações dos espaçamentos (Xi) entre plântulas e o tipo de espaçamento considerado.....	27
<b>Tabela 3</b> - Características químicas do solo, na camada de 0 a 0,20 m, da área experimental.....	31
<b>Tabela 4</b> - Análise granulométrica do solo, na camada de 0 a 0,20 m, da área experimental.....	32
<b>Tabela 5</b> - Teor médio de água no solo (U) e densidade do solo (DS), nas profundidades de 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m.....	33
<b>Tabela 6</b> - Resumo da análise de variância das variáveis, espaçamento entre plântulas (EP), percentuais de espaçamentos aceitáveis (EA), percentuais de espaçamentos falhos (EF) e percentuais de espaçamentos múltiplos entre plântulas (EM).....	34
<b>Tabela 7</b> - Médias do espaçamento entre plântulas (m), em função da profundidade de deposição do adubo.....	36
<b>Tabela 8</b> - Médias dos percentuais de espaçamentos aceitáveis entre plântulas, em função da profundidade de deposição do adubo.....	38

<b>Tabela 9</b> - Médias dos percentuais de espaçamentos falhos entre plântulas, em função da profundidade de deposição do adubo.....	40
<b>Tabela 10</b> - Médias dos percentuais dos espaçamentos múltiplos, em função da profundidade do adubo.....	41
<b>Tabela 11</b> - Resumo da análise do percentual de emergência (PEP), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TM) das plântulas.....	42
<b>Tabela 12</b> - Médias do percentual (PEP), índice de velocidade (IVE) e tempo médio (TM) de emergência das plântulas, em função da profundidade do adubo.....	44
<b>Tabela 13</b> - Resumo da análise de variância do estande final (ES), número de vagens por planta (NV) e número de grãos por vagem (NG).....	44
<b>Tabela 14</b> - Médias do estande de plantas em função da profundidade do adubo.....	47
<b>Tabela 15</b> - Médias do número de vagens por planta em função da profundidade do adubo.....	48
<b>Tabela 16</b> - Médias do número de grãos por vagem em função da profundidade do adubo.....	49
<b>Tabela 17</b> - Resumo da análise de variância das variáveis, massa de 100 grãos (MG) e produtividade (PR).....	49
<b>Tabela 18</b> - Médias da massa de 100 grãos (g) em função da profundidade do adubo.....	50
<b>Tabela 19</b> - Médias da produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função da profundidade do adubo.....	51

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Especificações técnicas da semeadora-adubadora.....	22
<b>Quadro 2</b> - Características do penetrômetro PNT-2000.....	24

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b> - Índice de velocidade de emergência de plântulas.....	28
<b>Equação 2</b> - Tempo médio de emergência (dias).....	28
<b>Equação 3</b> - Teor de água (%b.u).....	29
<b>Equação 4</b> - Massa dos grãos com 13% b.u (g).....	29

## RESUMO

RINALDI, Paula Cristina Natalino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2008. **Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora de plantio direto na cultura do feijão.** Orientador: Haroldo Carlos Fernandes. Co-Orientadores: Luciano Baião Vieira, Mauri Martins Teixeira e Paulo Roberto Cecon.

O Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor de feijão do mundo, evidenciando-se a importância da pesquisa para essa cultura. Para obter sucesso na implantação de determinada cultura com o mínimo revolvimento do solo, tem-se utilizado o sistema de plantio direto, em que a semeadora-adubadora realiza o corte adequado dos restos culturais na superfície do solo e coloca a semente e o adubo nas profundidades adequadas. Neste trabalho, avaliaram-se as características relacionadas com a cultura do feijão implantada no sistema de plantio direto, utilizando de uma semeadora-adubadora provida de um dosador de sementes de disco horizontal perfurado e de três linhas de semeadura. O conjunto trator-semeadora-adubadora foi avaliado em diferentes velocidades de deslocamento e profundidades de deposição do adubo. Os ensaios foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, de agosto a novembro de 2006. Utilizou-se um esquema fatorial 4x2, no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Combinaram-se quatro velocidades de deslocamento ( $V_1 = 3,0 \text{ km h}^{-1}$ ;  $V_2 = 6,0 \text{ km h}^{-1}$ ;  $V_3 = 9,0 \text{ km h}^{-1}$ ; e  $V_4 = 11,0 \text{ km h}^{-1}$ ) e duas profundidades de deposição do

adubo ( $P_1 = 0,05$  m e  $P_2 = 0,10$  m). As máquinas e implementos utilizados foram um trator da marca Massey Ferguson, modelo 265 4x2, com tração dianteira auxiliar (TDA) e uma semeadora-adubadora da marca Seed-Max, modelo PC 2123. O solo utilizado foi o Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico. Para a caracterização da área experimental, determinaram-se as características químicas, a classe textural e as características físicas do solo, além da massa seca da cobertura vegetal. Avaliaram-se a uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas, o percentual de emergência de plântulas, o índice de velocidade de emergência das plântulas, o tempo médio de emergência de plântulas, estande final, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e a produtividade da área experimental. Nas velocidades  $V_1$  e  $V_2$  houve maiores valores percentuais de espaçamentos aceitáveis e menores de espaçamentos falhos. Na menor profundidade de adubação, observou-se menor número de dias para a emergência das plântulas. A velocidade da semeadora influenciou o estande de plantas colhidas na área útil estabelecida, obtendo-se maiores valores com as menores velocidades analisadas. O número de vagens por planta foi afetado apenas pela profundidade de adubação, com melhores resultados quando o conjunto mecanizado trabalhou na maior profundidade do sulcador para o adubo. Conclui-se que, nas condições em que o trabalho foi conduzido, as velocidades de deslocamento utilizadas para a semeadura e as profundidades de deposição do adubo influenciaram o estabelecimento da cultura do feijão, mas não afetaram a produtividade de grãos.

## ABSTRACT

RINALDI, Paula Cristina Natalino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2008. **Influence of fertilization depths different and of speed of a seeder under no-till system in common bean culture.** Adviser: Haroldo Carlos Fernandes. Co-Advisers: Luciano Baião Vieira, Mauri Martins Teixeira and Paulo Roberto Cecon.

Brazil is the largest producer and consumer of beans in the world, what explains the importance of research on this crop. In order to obtain success in implanting a given crop with minimum soil ploughing, the no-tillage system has been applied, with a seeder-fertilizer making the necessary cuts of the crop residues on the soil surface and placing the seeds and fertilizer at adequate depths. This work aimed to evaluate the characteristics related to common bean culture implanted under the no-tillage system, using a seeder-fertilizer provided with a horizontal perforated disk seed measurer and three sowing rows. The seeder-fertilizer tractor was evaluated at different displacement speeds and fertilizer deposition depths. The assays were conducted at the Universidade Federal de Viçosa (UFV), in Viçosa, MG, from August to November 2006. A 4x2 factorial scheme was used in a randomized block design with four repetitions. Four displacement speeds ( $V_1 = 3.0 \text{ km h}^{-1}$ ;  $V_2 = 6.0 \text{ km h}^{-1}$ ;  $V_3 = 9.0 \text{ km h}^{-1}$  and  $V_4 = 11.0 \text{ km h}^{-1}$ ) and two fertilizer deposition depths ( $P_1 = 0.05 \text{ m}$  and  $P_2 = 0.10 \text{ m}$ ) were combined. The following machinery and implements were used a 4x2 Massey Ferguson 265 tractor, with front wheel assist drive (FWAD); and a

Seed–Max PC 2123 seeder-fertilizer. The soil used was a Cambic Red-Yellow Argisol. To characterize the experimental area, chemical and physical characteristics of the soil, texture class and vegetal cover dry mass were determined. Plantlet longitudinal distribution uniformity, plantlet emergence percentage, plantlet emergence speed index, plantlet emergence mean time, stand of plants in the useful area established, number of pods per plant, number of grain per pod, 100-grain mass and experimental area yield were evaluated. Speeds  $V_1$  and  $V_2$  presented the highest percentage values of acceptable spacing and lowest values of failing ones. The lowest number of days for bean plantlet emergence was observed at the lowest fertilization depth. Seeder speed influenced the stand of plants harvested in the useful area established, with higher values being obtained at the lowest speeds analyzed. Number of pods per plant was affected only by fertilization depth with best results being obtained when the seeder-fertilizer was at the highest furrower depth for the fertilizer. It was concluded that, under the conditions this work was conducted, the displacement speeds used for sowing and fertilization deposition depths influenced bean culture establishment but did not affect grain yield.

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade agrícola brasileira nos últimos anos desenvolveu-se devido à expansão da área produtiva e ao aumento da produtividade, sendo reflexo da adoção de novas tecnologias, como defensivos, fertilizantes, cultivares melhoradas, equipamentos e técnicas de plantio. Entretanto, a necessidade de produzir cada vez mais pode acarretar danos aos solos, principalmente pelas técnicas inadequadas para o seu preparo.

As transformações tecnológicas a que a agricultura brasileira foi submetida visaram conciliar o manejo conservacionista do solo com a redução nos custos de produção, através de máquinas e implementos versáteis, sementes e insumos de qualidade, além de assistência técnica especializada. Essas transformações trouxeram aumentos significativos na produtividade de grãos agrícolas.

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

Em um sistema de produção, a semeadura é uma etapa fundamental para o sucesso do estabelecimento da lavoura. Quando se trata de plantio direto, acentua-se a importância do desempenho de uma semeadora-

adubadora, pois esta deve atender a alguns preceitos, como a utilização de elementos segadores apropriados para efetuar o corte da cobertura vegetal e proporcionar a correta deposição da semente e do adubo no solo.

A velocidade de operação da semeadora-adubadora e a profundidade de deposição do adubo são alguns dos fatores que interferem no estabelecimento do estande de plantas e, com freqüência, na produtividade da cultura. A distribuição de plântulas no solo, mantendo a uniformidade longitudinal delas, é uma importante característica que visa à otimização da produtividade das culturas.

Diante da importância de se avaliar o desempenho das semeadoras-adubadoras e tendo em vista a carência de pesquisas com relação à profundidade de adubação, este trabalho teve como objetivo geral avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto no estabelecimento e produtividade da cultura do feijão, em relação a diferentes velocidades de deslocamentos e profundidades de deposição do adubo. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Determinar os parâmetros químicos, a classe textural (granulometria) e as características físicas do solo: pH, teor de macronutrientes, soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica, índice de saturação de bases, índice de saturação de alumínio e fósforo remanescente; percentual de areia grossa, areia fina, silte e argila; e teor de água, densidade do solo e resistência do solo à penetração.
- Determinar a massa seca da cobertura vegetal.
- Avaliar a uniformidade de distribuição longitudinal das plântulas.
- Determinar o porcentual, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência das plântulas.
- Determinar o estande final e os componentes do rendimento.
- Determinar a produtividade de grãos da cultura.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A Cultura do Feijão

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) já foi considerada de subsistência. Entretanto, devido à crescente evolução da tecnificação e aos avanços da pesquisa, tem despertado o interesse de grandes produtores.

De acordo com Araújo e Ferreira (2006), a produção mineira de feijão, atualmente, é feita em três épocas de plantio, ou seja, outubro-novembro (“águas”), fevereiro-março (“seca”) e abril-junho (“inverno”).

O plantio das “águas”, praticado principalmente por pequenos produtores, não há necessidade de irrigação por coincidir com o período chuvoso. Porém, a colheita pode ser prejudicada se houver excesso de chuvas, ficando, assim, comprometida a qualidade dos grãos e podendo acarretar perda parcial ou total da produção.

No plantio da “seca”, também praticado por pequenos produtores, existe o risco de se perder a produção por escassez de chuvas, mas há a vantagem de a colheita ser efetuada praticamente livre de chuvas, dando ao produto colhido excelente qualidade.

O plantio de “inverno” exige elevados investimentos e não é indicado para área de inverno rigoroso, pois favorece o desenvolvimento de doenças. Entretanto, a produção é praticamente garantida, com altos rendimentos, e, por ser irrigada, a cultura torna-se menos dependente de fatores climáticos,

e a colheita é facilitada, pois é feita em período seco, possibilitando a obtenção de grãos ou de sementes de ótima qualidade.

As plantas do feijoeiro melhoradas geneticamente diferem das cultivares tradicionais em campo. Com as cultivares melhoradas, têm-se procurado ideótipos de plantas com alto potencial de produção, porte arbustivo, ciclo de vida entre curto e médio e inserção alta de vagens (OLIVEIRA et al., 1999).

O feijoeiro-comum é a espécie mais cultivada no mundo, e o Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor. A grande diversidade de sistemas de produção foi proporcionada pelo desenvolvimento de tecnologias, acarretando altos rendimentos de grãos em torno de 3.000 a 4.000 kg ha<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2006).

A expressiva importância econômica do feijão no cenário nacional destaca-se pelo uso alimentar do feijão e pela extensão da área cultivada (RAPASSI et al., 2003). Somando-se a esses fatores, a adesão do sistema de plantio direto associado à prática de rotação de culturas possibilita incremento significativo na produtividade média do feijão no Brasil (URCHEI et al., 2000; SILVEIRA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002).

De acordo com o levantamento da produção de grãos divulgado pela CONAB (2007), a maior área cultivada com feijão encontra-se na Região Nordeste, com uma área de 2.422 mil hectares, correspondendo a 56,6% da área nacional, seguida pelas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte.

O Brasil, segundo a FAO (2006), é o maior produtor de feijão, respondendo por 16,3% da produção mundial. A produção brasileira de feijão na safra de 2006/2007 foi de 3.623,0 mil toneladas, em que a Região Sul se destacou como a maior produtora nacional, com 1.174,4 mil toneladas, seguidas pelas Regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Norte. O Estado de Minas Gerais foi o segundo maior produtor de feijão (534,1 mil toneladas), tendo à sua frente o Paraná (883,5 mil toneladas) (CONAB, 2007).

## 2.2. O Plantio Direto

No Brasil, as primeiras experiências com o sistema de plantio direto começaram por volta de 1970, e as áreas cultivadas foram se expandindo até atingir 61 milhões de hectares em 2006 (PESSÔA, 2006).

A conservação, na superfície do solo, dos resíduos da colheita afeta as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. A temperatura do solo, o conteúdo de água, a densidade do solo, a porosidade, a resistência à penetração e a distribuição dos agregados são algumas das propriedades afetadas pelo sistema de manejo do solo (FABRIZZI et al., 2005). Dessa forma, o cultivo mínimo e o plantio direto visam à maior conservação do solo, além de garantir o desenvolvimento e produtividade da cultura.

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

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

Segundo Furlani et al. (2003), a técnica do plantio direto visa manter a superfície do solo com a maior quantidade de resíduos possível, evitando, assim, efeito das intempéries do clima. Mas essa cobertura precisa ser corretamente manejada, a fim de fornecer condições adequadas para a utilização das semeadoras-adubadoras.

Grande parte do relevo na região da Zona da Mata de Minas Gerais é acidentada, e no verão ocorrem chuvas de grande intensidade, verificando-se, com freqüência, problemas pertinentes à conservação do solo e da água, sendo a erosão o fator mais preocupante. Esse fato pode ser minimizado

com o emprego do plantio direto, como feito na Região Sul do Brasil, onde apresentava problemas similares ao da Zona da Mata mineira (OLIVEIRA et al., 2000).

Stone e Moreira (2000), estudando os efeitos do preparo de solo no uso da água, concluíram que o plantio direto, com adequada cobertura morta, propicia maior economia de água, em comparação aos preparos convencional e reduzido.

Stone e Moreira (2001) explicaram que os valores elevados de resistência do solo à penetração na camada superficial, no plantio direto, são devidos à acomodação natural do solo pelo seu mínimo revolvimento e à movimentação de máquinas e implementos agrícolas, que causam aumento na densidade do solo e redução na porosidade total, na camada superficial, durante os primeiros anos de implantação do sistema.

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

### **2.3. A Semeadora-Adubadora**

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

A uniformidade de espaçamento entre plântulas, porcentual e

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

O sucesso do plantio sobre uma camada vegetal está relacionado com o corte da camada de restos culturais, a fim de que a semente e o fertilizante possam ser depositados em contato com o solo (PORTELLA et al., 1997).

O manejo correto das semeadoras-adubadoras é um dos principais passos para a obtenção de um estande adequado de plantas, assegurando-se, assim, distribuição uniforme de sementes e de adubo (SILVA et al., 1999). Relataram esses mesmos autores que as possíveis conseqüências de uma semeadura desuniforme são as falhas e o acúmulo de plantas na lavoura, gerando uma utilização inadequada da área de cultivo e perda de adubo nos locais das falhas na deposição da semente, além de maior propensão ao desenvolvimento de plantas daninhas, que concorrem com a cultura por água, luz e nutrientes, além de risco de erosão nesses locais deficientes de plantas.

Ao avaliarem quatro semeadoras em solo argiloso, nas culturas de soja e milho, Araújo et al. (1999) concluíram que essas máquinas apresentaram desempenho diferenciado quanto à mobilização do solo e ao ambiente para a germinação das sementes e emergência das plantas. Os referidos autores concluíram, ainda, que os efeitos da semeadora, velocidade de deslocamento e interação entre eles foram influenciados por algumas condições do solo, como o teor de água, a densidade do solo e a resistência à penetração.

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

trator.

O mecanismo sulcador tipo haste é projetado para abrir o sulco e romper camadas de solo mais adensadas superficialmente; ao contrário, o mecanismo de disco duplo somente abre o sulco no solo. Diante disso, justifica-se o aumento de 97,4% da força requerida pelo sulcador tipo haste em trabalho conduzido por Silva e Benez (2005). Esses autores, ao avaliarem as forças resultantes de mecanismos sulcadores de semeadoras-adubadoras de plantio direto da cultura do milho, concluíram que, com o aumento da profundidade de trabalho da haste, maior foi a força requerida na barra de tração.

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

#### **2.4. Velocidade de Deslocamento do Conjunto Trator-Semeadora-Adubadora**

As marchas do trator utilizadas na operação de semeadura proporcionam velocidades que podem interferir na distribuição longitudinal de plântulas. Os cultivos de cobertura e o seu manejo podem ser influenciados pelas diferentes condições da relação rodado/solo, que, por sua vez, poderá alterar as características físicas do solo, como: resistência à penetração, densidade e teor de água (CORTEZ et al., 2006).

As sementes, ao se deslocarem no interior do tubo condutor, sofrem vibrações provocadas pela velocidade de deslocamento da semeadora, aumentando o tempo de queda desta até o solo e, conseqüentemente, alterando a uniformidade do espaçamento no sulco de semeadura (SILVA & SILVEIRA, 2002).

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

Em condições normais de trabalho, seria condição ideal que o índice

de enchimento do disco dosador de sementes fosse igual a 100%, ou seja, que todos os orifícios do disco dosador fossem preenchidos por uma semente. No entanto, devido às irregularidades no lote de sementes, no terreno e nas semeadoras, torna-se difícil obter tal precisão. Mahl (2002) observou, ao avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora na implantação da cultura do milho, que em média a semeadora pneumática obteve melhor índice de enchimento do disco dosador em relação à semeadora de discos horizontais perfurados. Em solo sob plantio direto, as duas menores velocidades (4,4 e 8,0 km h<sup>-1</sup>) foram semelhantes entre si, apresentando maiores percentuais de orifícios preenchidos por sementes, e diferiram da maior velocidade de deslocamento (9,8 km h<sup>-1</sup>).

A velocidade na operação de semeadura, independentemente do tipo e marca da semeadora, tem influência direta sobre a cobertura das sementes, e a maioria das pesquisas aponta velocidades de 5 a 7 km h<sup>-1</sup> como ideais. Nagaoka e Nomura (2003) consideraram que, dependendo das condições da área e da semeadora em uso, velocidades maiores poderão abrir sulcos mais largos e, em consequência, a roda compactadora não faria adequadamente a função de cobrir a semente com o solo.

Gonçalves (2007), ao estudar o efeito de diferentes velocidades (4; 6 e 8 km h<sup>-1</sup>) e cargas aplicadas (119,26; 131,11; 256,79; e 338,52 N) pela roda compactadora no estabelecimento inicial da cultura do milho, concluiu que o número médio de plântulas emergidas não diferiu significativamente nas velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora e cargas aplicadas.

Algumas características agrônômicas da cultura do milho, em função do tipo de preparo do solo, foram estudados por Lopes et al. (2001). Esses autores observaram que a velocidade de semeadura não influenciou os parâmetros estudados da cultura. Entretanto, o tipo de preparo do solo proporcionou diferenças na porcentagem da cobertura de superfície.

De acordo com Mahl et al. (2004), a velocidade de trabalho e a heterogeneidade dos solos são fatores importantes na avaliação da eficiência e no desempenho operacional de semeadoras-adubadoras. O estudo realizado pelos referidos autores avaliou a eficiência da distribuição

de sementes de milho sob variação da velocidade e condições de solo, verificando que, com a elevação da velocidade, consegue-se aumentar em até 86% a capacidade operacional.

Estudando o efeito da velocidade de deslocamento de uma semeadora-adubadora na semeadura direta de soja, Klein et al. (2002) concluíram que na maior velocidade de deslocamento ocorreu aumento da capacidade operacional, assim como a incorporação de restos culturais no solo, demonstrando que, para evitar a incorporação de restos culturais, velocidades menores são as mais indicadas.

## **2.5. Profundidade de Deposição do Adubo**

A aplicação do adubo junto ou próximo à semente constitui uma das principais causas da baixa eficiência do adubo, danos às sementes e plântulas, ocasionando redução na população final de plantas (SILVA et al., 1999).

O método de aplicação de adubos em sulcos é o mais utilizado, mas algumas semeadoras-adubadoras distribuem o fertilizante misturado com as sementes na superfície do solo, podendo causar danos à germinação e desenvolvimento superficial das raízes, e estas teriam limitações à exploração da fertilidade natural do solo, podendo ocasionar perdas na produtividade em uma eventual estiagem (SILVA & SILVEIRA, 2002).

Os sulcadores de adubo, tipo haste, promovem maior mobilização do solo, demandam maior esforço de tração e, conseqüentemente, podem induzir maior patinação dos rodados do trator, quando comparados com os sulcadores de discos duplos (CEPIK et al., 2005).

Herzog et al. (2004), trabalhando com mecanismo sulcador de adubo do tipo haste, encontraram, na profundidade de 0,12 m de atuação, um volume de solo 53% mais mobilizado, em comparação com a profundidade de 0,06 m. Entretanto, a produtividade de grãos de soja não foi influenciada pela profundidade do sulcador.

A força de tração em função do aumento da profundidade, correlacionada com o teor de água no solo, foi mensurada na haste

sulcadora por Cepik et al. (2005), que encontraram, nas profundidades de 0,06 e 0,12 m, acréscimos de 70 e 130% na força de tração, respectivamente.

Avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora, Casão Júnior et al. (2000) utilizaram discos duplos defasados e haste sulcadora para a colocação do adubo no solo. Observaram, inicialmente, que o mecanismo disco duplo não apresentou o requerido aprofundamento no solo, enquanto a haste sulcadora atendeu melhor às condições locais. Resultados semelhantes foram apresentados por Portella et al. (1997), os quais esclareceram que, em um solo do tipo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico com textura argilosa, é recomendável o uso do mecanismo tipo haste, a fim de manter a profundidade desejada no sistema de plantio direto.

A profundidade de atuação dos sulcadores de adubo interfere na patinação dos rodados do trator. Cepik et al. (2005) mostraram essa influência em todos os estados de consistência do solo (seco, friável e úmido). Com a regulação das hastes atuando a 0,12 m de profundidade do solo, os limites aceitáveis de patinação do trator, que são entre 10 e 15%, foram ultrapassados.

Na cultura do milho, maior população de plantas, maior número de espigas por metro linear e maior produtividade de grãos foram encontradas na profundidade de adubação a 0,10 m do solo (SILVA et al., 2000). Silva e Silveira (2002) verificaram que o melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro ocorreu na adubação mais profunda (0,10 m).

## **2.6. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas**

O posicionamento correto do adubo no solo, somado à distribuição longitudinal de plântulas, garante a adequada população de plantas (SILVA et al., 1999).

O percentual de espaçamentos aceitáveis durante a operação da semeadora-adubadora diminuiu com o acréscimo da velocidade de deslocamento e, conseqüentemente, aumentou o percentual de espaçamentos falhos e múltiplos, o que compromete, de acordo com

Mahl et al. (2001), o desempenho da semeadora-adubadora.

Silva e Silveira (2002), pesquisando sobre a velocidade de operação do conjunto mecanizado, observaram que o percentual de espaçamento entre sementes variou com a velocidade, mas não diferiu com a profundidade de adubação, e as velocidades de  $3 \text{ km h}^{-1}$  e superiores a  $6 \text{ km h}^{-1}$  apresentaram os maiores e menores percentuais de espaçamentos aceitáveis, respectivamente.

Segundo Mahl et al. (2004), a velocidade de  $4,4 \text{ km h}^{-1}$  e  $6,1 \text{ km h}^{-1}$  foram mais eficientes na qualidade da semeadura do milho, enquanto a velocidade de  $8,1 \text{ km h}^{-1}$  proporcionou menor percentual de espaçamentos aceitáveis. Entretanto, Silva (2000), na implantação da cultura do milho, não encontrou os mesmos resultados, concluindo que a uniformidade de distribuição de sementes não é influenciada pela velocidade de deslocamento.

Gonçalves (2007) não observou diferença significativa entre as porcentagens de espaçamentos falhos, múltiplos e aceitáveis em plântulas de milho para as velocidades e cargas avaliadas.

Silva et al. (2000) conduziram trabalho em solo sob plantio direto para verificar o estabelecimento da cultura do milho com uma semeadora-adubadora, e o menor valor observado no número de plantas de milho na linha de semeadura foi na maior velocidade de operação da máquina ( $11,2 \text{ km h}^{-1}$ ). A uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de  $3,0 \text{ km h}^{-1}$ , regular para  $6,0$  e  $9,0 \text{ km h}^{-1}$  e insatisfatória para  $11,2 \text{ km h}^{-1}$ .

Fey et al. (2000) afirmaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura de milho influencia a uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas, porém não afeta a população de plantas e a produtividade de grãos.

## **2.7. Emergência das Plântulas**

As plantas necessitam de solos em condições favoráveis para se desenvolverem. A umidade do solo controla a aeração, a temperatura e a

resistência à penetração, e estas são afetadas pela densidade do solo e pela distribuição do tamanho de poros. Tais fatores físicos interagem e regulam o desenvolvimento e funcionalidade das raízes, com reflexo no crescimento e produtividade das culturas (COLLARES et al., 2006).

No início da germinação, o déficit hídrico torna o processo germinativo mais lento, expondo a semente a agentes patogênicos e reduzindo, consideravelmente, o estande inicial de plântulas (REZENDE et al., 2003). O excesso de água também afeta a germinação e emergência das plântulas, comprometendo a falta de aeração da camada do solo. De acordo com Custódio et al. (2002), o excesso de água por oito horas causa prejuízos irreversíveis ao estabelecimento da cultura do feijoeiro.

Segundo Portella et al. (1997), a ação de abertura e fechamento do sulco proporciona condições diferenciadas de microclima na região próxima à semente, influenciando a emergência de plântulas. Esses mesmos autores, testando o desempenho de diferentes sulcadores, verificaram que o percentual de emergência de plântulas de soja foi 14% menor quando as sementes foram depositadas com sulcadores do tipo disco, o que foi justificado, pois esse tipo de sulcador deposita a semente mais superficialmente no solo.

O percentual de emergência de plântulas tem sido considerado como um dos fatores de avaliação do desempenho das semeadoras de plantio direto, por ser uma relação entre a quantidade de sementes viáveis distribuídas e a quantidade de plântulas emergidas na lavoura, ou seja, a eficiência da máquina em relação ao estabelecimento da cultura (PORTELLA et al., 1997).

O excesso de chuvas após a semeadura deteriora as sementes e acarreta menor percentual de emergência das plântulas no campo (CUSTÓDIO et al., 2002).

Portella et al. (1997) observaram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre os percentuais de emergência de plântulas de soja em seis semeadoras testadas. Nos resultados observados, os referidos autores encontraram redução no percentual de emergência de até 18% com o aumento na velocidade de trabalho. Entretanto, na cultura do milho, não

houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no porcentual de emergência para as oito semeadoras testadas.

O índice de velocidade de emergência de plântulas para a cultura do milho, segundo Gonçalves (2007), não apresentou diferença significativa nas diferentes velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora e cargas aplicadas pela roda compactadora. Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira (2004).

Avaliando o desempenho de quatro semeadoras-adubadoras diretas equipadas com discos de corte, sulcadores do tipo haste para fertilizantes e discos duplos para sementes, na emergência de plântulas de milho e soja em solo argiloso, Araújo et al. (1999) encontraram resultados diferenciados com as semeadoras, quanto ao ambiente para germinação e à emergência das plântulas de milho e soja. Observaram, ainda, que o aumento da velocidade reduziu o número médio de dias para a emergência, melhorando, portanto, as condições para absorção de água pelas sementes.

Branquinho et al. (2004) observaram que o número médio de dias para emergência de plântulas de soja não sofreu influência da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora.

## **2.8. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos**

Stone e Moreira (2000) salientaram que o sistema de preparo do solo afeta significativamente o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, e os maiores valores encontrados foram no plantio direto, com a maior densidade de cobertura vegetal. Furlani et al. (2004), em experimento com feijão, obtiveram valores diferentes para o cultivo mínimo e o preparo convencional, obtendo, em média, 10,6 e 9,2 vagens por planta, respectivamente.

Bertolini et al. (2006) não encontraram diferenças significativas ao utilizarem os sistemas de manejo do solo, preparo reduzido e plantio direto, em relação à população inicial e final de plântulas, e nem sobre os componentes de produção da cultura do milho.

Analisando o número de vagens por planta e de grãos por vagem na cultura da soja, Reis et al. (2007) não observaram diferenças entre os sistemas de manejo convencionais, reduzidos e semeadura direta no solo.

O espaçamento inadequado e a população de plantas são dois fatores que contribuem para a diminuição da produtividade do feijoeiro. O espaçamento deve dar condições para que a planta tenha vigoroso desenvolvimento vegetativo (OLIVEIRA et al., 1999).

O efeito da população de plantas no rendimento de grãos da cultura da soja foi estudado por Rezende et al. (2004). A população, segundo esses autores, alterou significativamente o rendimento dos grãos, com destaque para a utilização de 400 mil plantas  $ha^{-1}$ , o que, além de proporcionar menor gasto de sementes, apresenta menor índice de acamamento entre as plantas.

De acordo com Souza et al. (2002), o rendimento do feijão não é afetado pela população de plantas, ressaltando-se que, no intervalo de 120 a 300 mil plantas  $ha^{-1}$ , foi evidenciada certa plasticidade (ou capacidade de compensação) da planta, ou seja, o aumento do estande de plantas não significou incremento no número de vagens, o que resultou, assim, em produtividades equivalentes. O incremento da população não se revelou uma boa estratégia em solos de baixa fertilidade, podendo-se preconizar, nessas situações, as populações normalmente recomendadas, em torno de 240 mil plantas  $ha^{-1}$ , segundo os autores.

A população de plantas afeta a produtividade da cultura do feijoeiro, sendo que, geralmente, a baixa densidade de semeadura está entre as principais causas dos baixos rendimentos (TEIXEIRA et al., 2000). De acordo com Peixoto et al. (2000), nas três densidades de plantas testadas, 10, 20 e 30 plantas  $m^{-1}$ , os valores do número total de grãos por planta foram sempre superiores na densidade de 10 plantas  $m^{-1}$ .

Oliveira et al. (1999), avaliando o comportamento do feijão nas densidades de 6, 9, 12 e 15 sementes  $m^{-1}$  e nos espaçamentos entre fileiras de 0,40; 0,50; 0,60; e 0,70 m, concluíram que o espaçamento é importante para a produtividade da cultura, sendo que o menor espaçamento entre fileiras apresentou maior produtividade. A densidade de semeadura foi

proporcional à produtividade, sendo os valores mais elevados obtidos no tratamento com 15 sementes  $m^{-1}$ .

A produtividade de milho diferiu significativamente com a velocidade de operação e com a profundidade de adubação. As velocidades de 3 e 6  $km\ h^{-1}$  e a adubação a 0,10 m de profundidade apresentaram as maiores produtividades (SILVA & SILVEIRA, 2002).

Mello et al. (2003), avaliando a influência da velocidade operacional de duas semeadoras-adubadoras na produtividade de grãos da cultura do milho, concluíram que os conjuntos mecanizados testados contendo sistema de distribuição de sementes pneumático e de discos alveolados não afetaram a produtividade da cultura.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido em uma área pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, no período de 15 de agosto a 21 de novembro de 2006 (Figura 1).

A localização geográfica da área está definida pelas coordenadas 20° 45' 14" de latitude sul e 42° 52' 53" de longitude oeste, com uma altitude média de 648,74 m.

O relevo da região de Viçosa, MG, é 85% montanhoso. O clima, conforme a classificação de Köppen (1948), é denominado Cwa (mesotérmico úmido), com verões quentes e invernos secos. A temperatura máxima média e a temperatura mínima média são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente.

Neste trabalho, utilizou-se a combinação de quatro velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora e duas profundidades de deposição do adubo, em um sistema de plantio direto no estabelecimento da cultura do feijão, em um solo Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, segundo a classificação da Embrapa (1999).



(a)



(b)

**Figura 1** - Vista geral da área experimental: (a) antes do plantio e (b) depois do plantio.

Os ensaios laboratoriais foram conduzidos nos Departamentos de Engenharia Agrícola, Fitotecnia e de Solos, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

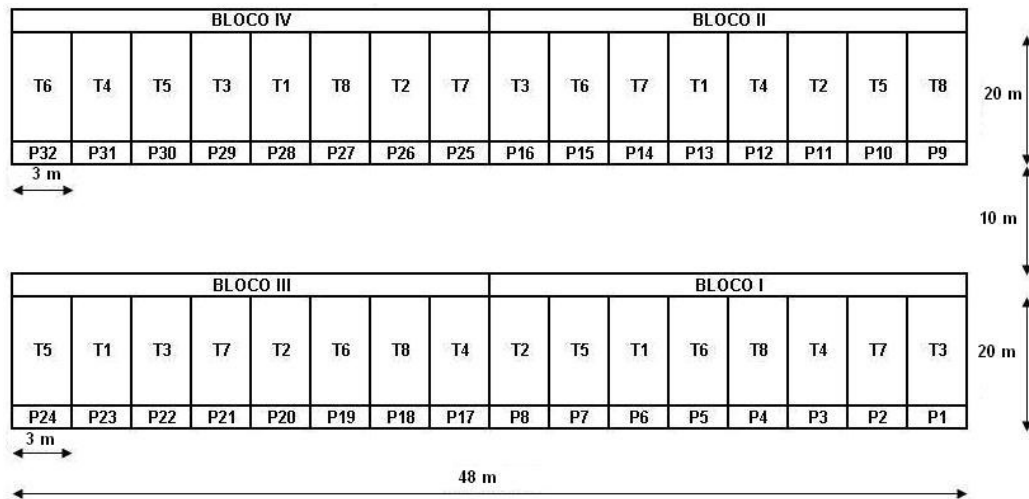
### 3.1. Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x2, com quatro velocidades de deslocamento, sendo elas de 3, 6, 9 e 11 km h<sup>-1</sup> (0,84; 1,67; 2,50; e 3,06 m s<sup>-1</sup>) e duas profundidades de deposição do adubo (0,05 e 0,10 m), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Na Tabela 1 é apresentada a descrição dos tratamentos, que foram assim denominados: T<sub>1</sub> = V<sub>1</sub>P<sub>1</sub>; T<sub>2</sub> = V<sub>1</sub>P<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> = V<sub>2</sub>P<sub>1</sub>; T<sub>4</sub> = V<sub>2</sub>P<sub>2</sub>; T<sub>5</sub> = V<sub>3</sub>P<sub>1</sub>; T<sub>6</sub> = V<sub>3</sub>P<sub>2</sub>; T<sub>7</sub> = V<sub>4</sub>P<sub>1</sub>; e T<sub>8</sub> = V<sub>4</sub>P<sub>2</sub>.

Cada unidade experimental possuía 3 m de largura por 20 m de comprimento (60 m<sup>2</sup>), sendo a área total utilizada no experimento de 2.400 m<sup>2</sup> (0,24 ha). Na Figura 2 é apresentado o croqui da área experimental, com a disposição dos blocos, das unidades experimentais e dos tratamentos.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
T <sub>1</sub> = V <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	Velocidade de deslocamento de 3 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,05 m
T <sub>2</sub> = V <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	Velocidade de deslocamento de 3 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,10 m
T <sub>3</sub> = V <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	Velocidade de deslocamento de 6 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,05 m
T <sub>4</sub> = V <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	Velocidade de deslocamento de 6 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,10 m
T <sub>5</sub> = V <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	Velocidade de deslocamento de 9 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,05 m
T <sub>6</sub> = V <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	Velocidade de deslocamento de 9 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,10 m
T <sub>7</sub> = V <sub>4</sub> P <sub>1</sub>	Velocidade de deslocamento de 11 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,05 m
T <sub>8</sub> = V <sub>4</sub> P <sub>2</sub>	Velocidade de deslocamento de 11 km h <sup>-1</sup> na profundidade de 0,10 m



**Figura 2** - Distribuição dos blocos e tratamentos (T) utilizados, com a identificação das parcelas (P).

### 3.2. Máquinas e Implementos

#### 3.2.1. Trator

Para tracionar a semeadora-adubadora, foi utilizado um trator, marca Massey Ferguson, modelo 265 4x2, com tração dianteira auxiliar (TDA), com potência motora de 47,8 kW (65 cv) a 2.200 rpm e massa de 2.590 kg sem lastro e 3.743 kg com máximo lastro. No momento do plantio, o trator encontrava-se lastrado com água nos pneus traseiros.

#### 3.2.2. Semeadora-Adubadora

Foi utilizada uma semeadora-adubadora, marca Seed-Max, modelo PC 2123 (Figura 3).

A semeadora-adubadora foi montada no sistema de levante hidráulico do trator. Os mecanismos dosadores de sementes escolhidos foram do tipo disco perfurado horizontal de duas fileiras, com 44 furos de 0,00889 m de diâmetro.



(a)



(b)

**Figura 3** - Semeadora-adubadora utilizada no experimento: (a) vista lateral e (b) vista diagonal.

Os elementos de corte, sulcadores e rodas compactadores utilizados foram: disco de corte liso com 0,4064 m de diâmetro; sulcadores, para distribuição de sementes, de discos duplos defasados com 0,356 m de diâmetro e sulcadores de fertilizantes do tipo discos duplos defasados com

0,356 m de diâmetro e rodas compactadoras em “V”. Outras especificações técnicas dessa máquina estão descritas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Especificações técnicas da semeadora-adubadora

<b>Parâmetros</b>	<b>Características</b>
Controle de profundidade	Rodas compactadoras e reguladoras, na parte posterior
Rodas compactadoras	Duas rodas lisas em “V”, com 0,345 m de diâmetro e 0,045 m de largura
Espaçamento mínimo entre linhas	0,450 m
Número máximo de linhas	3 linhas
Potência mínima para tração	37,28 kW (50,68 cv)

Fonte: SEED-MAX (2006).

### **3.3. Caracterização da Área Experimental**

#### **3.3.1. Composição Química e Textural do Solo**

As análises da composição química e textural do solo foram realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, segundo a metodologia descrita pela Embrapa (1997), tendo como objetivo a caracterização da área experimental.

#### **3.3.2. Caracterização Física do Solo**

A caracterização física de um solo é fundamental para a compreensão do seu estado de campo e para a previsão do seu comportamento em determinadas situações. Uma dessas situações está relacionada com a emergência das plântulas e com a produtividade a ser alcançada.

#### **3.3.3. Teor de Água no Solo**

Foi utilizado o método gravimétrico padrão, com base na massa de

solo seco em estufa na temperatura de 105 - 110 °C até atingir massa constante, conforme Embrapa (1997). Na condução do experimento, foram realizadas amostragens de solo no dia da operação da semeadura e determinado o teor de água nas profundidades de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

A amostragem foi feita no dia da operação de semeadura, coletando quatro amostras de cada bloco experimental, nas profundidades mencionadas anteriormente.

#### **3.3.4. Densidade do Solo**

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

#### **3.3.5. Resistência do Solo à Penetração**

A resistência do solo à penetração foi obtida com o penetrômetro, marca DLG, modelo PNT-2000 (Figura 4), cujas principais características são descritas no Quadro 2.

A coleta dos dados para determinar a resistência do solo à penetração foi feita em oito pontos distintos de cada bloco experimental, com a retirada simultânea de amostras de solo para a determinação do teor de água no solo. A obtenção dos valores de resistência à penetração foi apresentada em forma de gráficos, nas profundidades de 0 - 0,30 m, sendo os valores expressos em MPa. O tipo de cone utilizado para a realização das coletas de dados foi o tipo 2 (médio), com 129 mm<sup>2</sup> de área da seção transversal do cone.



**Figura 4** - Penetrômetro utilizado.

**Quadro 2** - Características do penetrômetro PNT-2000

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

Fonte: DLG (2006).

### 3.3.6. Massa Seca da Matéria da Cobertura Vegetal

A massa seca da matéria da cobertura vegetal foi coletada antes da semeadura, utilizando-se um quadro de madeira de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m) (Figura 5), que foi lançado aleatoriamente sobre a cobertura.



**Figura 5** - Quadro de madeira utilizado para a coleta da massa da cobertura vegetal.

Foram coletadas quatro amostras em cada bloco experimental, posteriormente secadas em estufa a 65 °C até atingir massa constante, sendo os valores expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Encontravam-se na área uma cobertura vegetal nativa de pequeno porte e restos culturais de milho e feijão.

#### **3.4. Teste de Germinação das Sementes**

Antes do plantio, foi feito o teste de germinação das sementes no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5:1 (peso da água: peso do papel), com quatro repetições de 50 sementes, que foram colocadas em germinador à temperatura constante de 25 °C. A avaliação dos resultados seguiu as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). A germinação das sementes (plântulas normais), no quinto dia após a semeadura, foi de 100%.

### **3.5. Plantio e Tratos Culturais**

Antes do plantio foi aplicado o herbicida sistêmico glyphosate, na dosagem de  $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ , e após o controle das plantas daninhas presentes na área foi efetuado o plantio. A semeadora-adubadora foi regulada para um espaçamento entre as linhas de 0,50 m, distribuindo-se 12 sementes por metro, em uma profundidade de 0,03 m, para a obtenção de uma população de aproximadamente 240.000 sementes de feijão por hectare.

A semente de feijão, cultivar Ouro Vermelho, utilizada no experimento, é considerada a nova opção para as áreas de produção de feijão no Estado de Minas Gerais, devido à sua ampla adaptabilidade e estabilidade de produção. As suas principais características são: hábito de crescimento indeterminado (planta tipo II), porte semi-ereto da planta, floração média de 38 dias, cor vermelha da semente, forma elíptica da semente, massa média de 100 sementes, em torno de 25 g, e ciclo de 80 a 90 dias, dependendo da época do plantio.

O fertilizante utilizado na formulação NPK 4-14-8 foi distribuído na dosagem recomendada de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$ .

As plantas daninhas foram controladas 30 dias após a semeadura com herbicida seletivo Fluazifop-p-butil + Fomesafen, nome comercial "Robust", dosagem de  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ . O controle entre as linhas de plantio foi feito aos 70 dias após a semeadura, com uma roçadora manual motorizada.

### **3.6. Desempenho da Semeadora-Adubadora**

As características analisadas para verificar o desempenho da semeadora foram: uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas, emergência das plântulas (porcentual de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e tempo médio de emergência de plântulas), estande final, rendimento e seus componentes.

### 3.6.1. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas

A uniformidade de distribuição longitudinal de plântulas foi obtida medindo-se o espaçamento entre 20 plântulas na linha de semeadura, em cada unidade experimental, e nas três linhas de semeadura, logo após a estabilização da emergência. Posteriormente, os espaçamentos foram classificados em múltiplos, aceitáveis e falhos, conforme Tabela 2, em que foram expressos em porcentagem, calculados sobre o número total verificado.

**Tabela 2** - Limites de tolerância das variações dos espaçamentos ( $X_i$ ) entre plântulas e o tipo de espaçamento considerado

Tipo de Espaçamento	Intervalo de Tolerância para Variação de $X_i$
Múltiplos	$X_i < 0,5 * X_{ref}$
Aceitáveis	$0,5 * X_{ref} < X_i < 1,5 * X_{ref}$
Falhos	$X_i > 1,5 * X_{ref}$

$X_i$  = espaçamento entre plântulas obtido a campo.

$X_{ref}$  = valor de referência obtido em função do espaçamento e da população.

Fonte: Kurachi et al. (1989).

A metodologia utilizada para a atribuição foi proposta por Kurachi et al. (1989). Os limites adotados foram definidos pela amplitude de variação em relação a um valor de referência, obtido em função do espaçamento e população utilizados.

### 3.6.2. Emergência das Plântulas

O porcentual, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência de plântulas foram determinados nas três linhas das unidades experimentais, através da contagem do número de plântulas emergidas em cada linha de semeadura, numa área de  $4,5 \text{ m}^2$ , ou seja, nas três linhas de semeadura espaçadas de 0,5 m em um comprimento de 3,0 m.

A contagem das plântulas iniciou-se no primeiro dia de emergência (sétimo dias após a semeadura), e encerrou-se quando a emergência das plântulas foi estabilizada, fato esse que ocorreu aos 15 dias depois da

semeadura.

O percentual de emergência de plantas foi calculado pela razão entre o número de plantas emergidas ao final de 15 dias e o número de sementes depositadas na semeadura.

A determinação do índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) foi realizada utilizando-se a equação (1) (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = \frac{E_1}{T_1} + \frac{E_2}{T_2} + \dots + \frac{E_n}{T_n} \quad (1)$$

em que:

$IVE$  = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, E_n$  = número de plântulas emergidas na primeira, segunda até a última contagem; e

$T_1, T_2, T_n$  = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

O tempo médio de emergência (TM), em dias, foi calculado de acordo com a equação 2, descrita por Edmond e Drapala (1958).

$$N_m = \frac{E_1 \cdot T_1 + E_2 \cdot T_2 + \dots + E_n \cdot T_n}{E_1 + E_2 + \dots + E_n} \quad (2)$$

em que:

$N_m$  = tempo médio de emergência (dias);

$E_{1...n}$  = número de plântulas emergidas desde a primeira contagem; e

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

### **3.6.3. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos**

Quando o feijão atingiu a maturação, foi colhida manualmente uma área de 4,5 m<sup>2</sup>, no centro de cada unidade experimental. Depois de secadas

naturalmente, foi feita a contagem das plantas colhidas de cada parcela predeterminada.

Na mesma época, colheram-se aleatoriamente 10 plantas, dentro de cada parcela, determinando: o número de vagens por planta, pela relação número total de vagens e número total de plantas; o número de grãos por vagem, obtido pela relação número total de grãos e número total de vagens; e a massa de 100 grãos, determinado através da coleta ao acaso e da pesagem de uma amostra de 100 grãos de cada parcela.

As amostras dos grãos foram obtidas aleatoriamente e colocadas em estufa a 105 °C, seguindo-se a metodologia proposta por Brasil (1992); os grãos foram pesados antes de serem acondicionadas na estufa e depois da sua retirada da estufa para determinação, de acordo com a equação 3, do teor de água na amostra.

$$U = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100 \quad (3)$$

em que:

$P_i$  = massa inicial da amostra (g);

$P_f$  = massa final da amostra (g); e

$U$  = teor de água (% b.u.).

Para que os resultados da massa de 100 grãos não fossem influenciados por diferentes teores de água, os dados obtidos por meio da equação 3 foram corrigidos para 13% de umidade, utilizando-se a equação 4.

$$M_f = \left[ 1 - \left( \frac{U_i - U_f}{100 - U_f} \right) \right] * M_i \quad (4)$$

em que:

$M_f$  = massa dos grãos com 13% b.u. (g);

$U_i$  = teor de água inicial, b.u. (%);

$U_f$  = teor de água final, b.u. (%); e

$M_i$  = massa das sementes inicial (g).

Para o cálculo da produtividade, os grãos das parcelas colhidas foram pesados em uma balança com precisão de 0,01 g, padronizando-se para 13% de umidade e extrapolando para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### **3.7. Análise Estatística**

Os resultados do experimento foram submetidos às análises de variância e de regressão. Quanto ao fator profundidade de adubação, as médias foram comparadas utilizando-se o teste F e adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Com relação ao fator velocidade, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” e adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $r^2 = \text{SQ regressão}/\text{SQ tratamento}$ ) e no fenômeno biológico. Foi utilizado o programa computacional SAEG 8.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização da Área Experimental

#### 4.1.1. Caracterização Química e Textural do Solo

De acordo com os resultados da análise química do solo (Tabela 3), não se verificou necessidade da realização de correção no pH (potencial hidrogeniônico em água) do solo, saturação por bases (V), acidez trocável ( $Al^{+3}$ ) e a saturação por  $Al^{+3}$  (m), pois as mesmas foram classificadas como fracas (6,0 - 6,9), boas (60,1 - 80,00) e muito baixas ( $\leq 0,20$  e  $\leq 15,0$ ), respectivamente. A acidez potencial (H + Al) situou-se na faixa entre 3,31 e 6,00, sendo, assim, classificada como boa (ALVAREZ et al., 1999).

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

PH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
(H <sub>2</sub> O)	(mg dm <sup>-3</sup> )		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%	mg L <sup>-1</sup>	
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

\*Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1997).

As disponibilidades de fósforo (P-rem), cálcio trocável ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio trocável ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e soma de bases (SB) foram classificadas como muito boas, pois apresentaram valores maiores que 30,0; 4,0; 1,50; e 6,0, respectivamente. A disponibilidade de potássio (K), a capacidade de troca de cátions efetiva (t), a capacidade de troca de cátions em pH 7 (T) e fósforo (P) foram classificadas como boas pelo fato de se encontrarem nas faixas entre (71 - 120), (4,61 - 8,00), (8,61 - 15,00) e (20,1 - 30), respectivamente.

Na Tabela 4 são apresentadas as frações de areia grossa, areia fina, silte e argila, obtidas pela análise granulométrica do solo da área experimental. O solo foi classificado como de textura franco-argilosa, contendo 32% de argila em sua composição (EMBRAPA, 1997).

**Tabela 4** - Análise granulométrica do solo, na camada de 0 - 0,20 m, da área experimental

<b>Partículas</b>	<b>Porcentual (%)</b>
Areia Grossa	21
Areia Fina	19
Silte	28
Argila	32

\*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997).

#### **4.1.2. Caracterização Física da Área Experimental**

##### **4.1.2.1. Teor de Água e Densidade do Solo**

Os resultados foram representados pela média da área experimental. As características analisadas foram o teor de água e a densidade do solo, nas profundidades de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m (Tabela 5).

De acordo com a Tabela 5, a maior porcentagem de teor de água foi observada na faixa de 0,10 - 0,20 m de profundidade do solo. Entretanto, para a densidade do solo, o maior valor encontrado foi na profundidade de 0 - 0,10 m do solo.

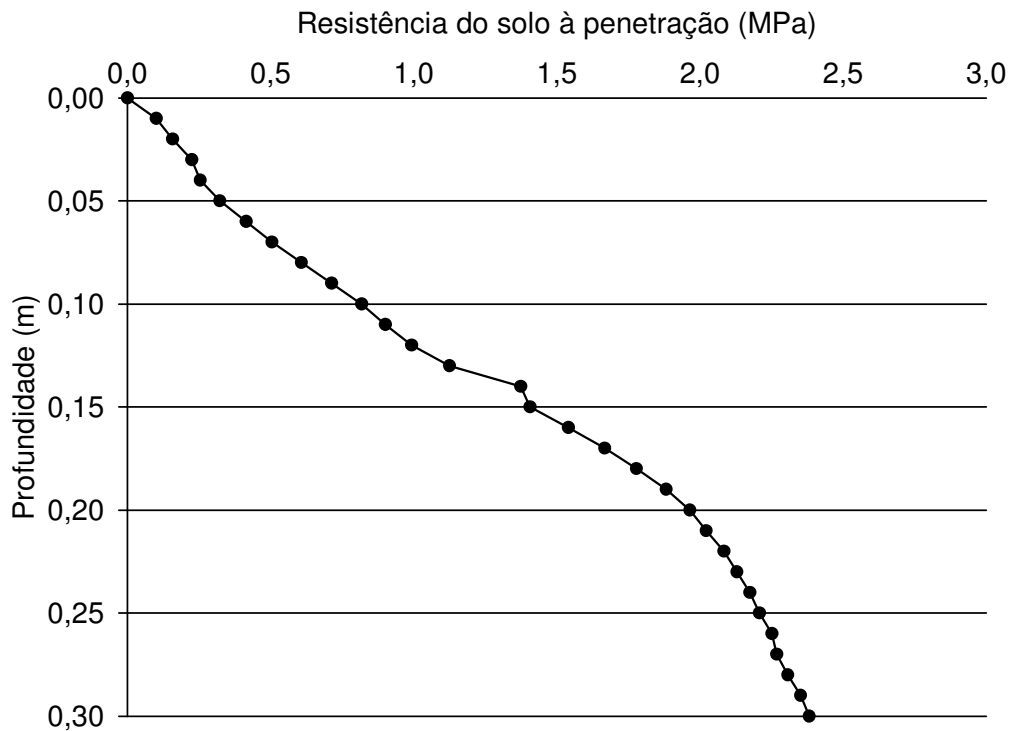
**Tabela 5** - Teor médio de água no solo (U) e densidade do solo (DS), nas profundidades de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m

Profundidade	U (%b.s)	DS (g cm <sup>-3</sup> )
0 - 0,10 m	24,16	1,28
0,10 - 0,20 m	25,15	1,18

#### 4.1.2.2. Resistência do Solo à Penetração Antes do Plantio

Os valores médios da resistência do solo à penetração em função da profundidade são apresentados na Figura 6.

Observou-se que em maiores profundidades ocorreu aumento na resistência do solo à penetração. Na camada de 0 - 0,30 m, os valores de resistência do solo à penetração variaram de 0 - 2,38 MPa.



**Figura 6** - Resistência mecânica do solo à penetração (MPa), em função da profundidade na área experimental.

### 4.1.2.3. Massa da Matéria Seca da Cobertura Vegetal

O valor médio da massa da matéria seca da cobertura vegetal do solo foi de 1.090,60 kg ha<sup>-1</sup>, sendo esse valor representado pela média da área experimental.

Gonçalves (2007), avaliando a cultura do milho em um sistema de plantio direto, encontrou um valor médio de 2.630 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca da cobertura vegetal.

## 4.2. Uniformidade de Distribuição Longitudinal das Plântulas de Feijão

### 4.2.1. Espaçamento entre Plântulas

O resumo da análise de variância das características espaçamento entre plântulas (EP), percentuais dos espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos entre plântulas estão apresentados na Tabela 6.

Somente a velocidade de deslocamento apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em relação ao espaçamento entre plântulas.

**Tabela 6** - Resumo da análise de variância das variáveis espaçamento entre plântulas (EP), percentuais de espaçamentos aceitáveis (EA), percentuais de espaçamentos falhos (EF) e percentuais de espaçamentos múltiplos entre plântulas (EM)

F.V	Quadrados Médios				
	GL	EP	EA	EF	EM
Blocos	3	9,9124	145,9479	179,0833	148,6979
Vel. (V)	3	26,7343 *	299,2812 **	270,9167 **	41,4479 <sup>ns</sup>
Prof. (P)	1	0,3047 <sup>ns</sup>	11,2812 <sup>ns</sup>	1,1250 <sup>ns</sup>	0,7812 <sup>ns</sup>
V x P	3	14,2250 <sup>ns</sup>	19,6145 <sup>ns</sup>	42,3750 <sup>ns</sup>	133,1146 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	8,0878	36,2812	58,4642	58,7455
CV(%)		26,15	11,27	27,55	40,67

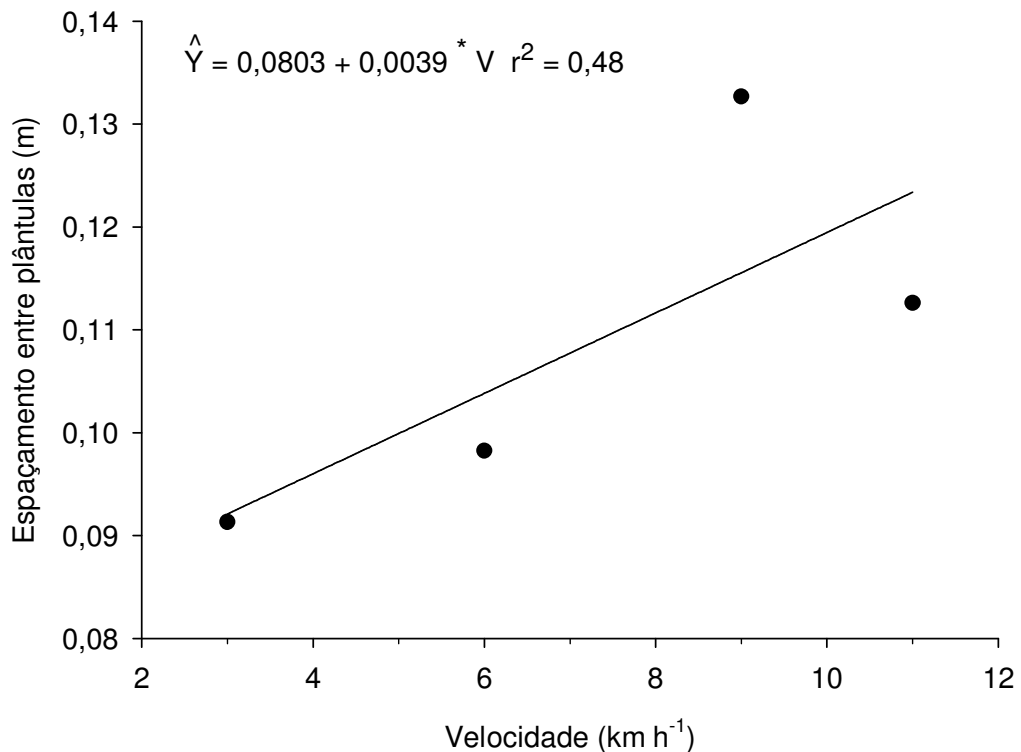
\*\* e \* significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

<sup>ns</sup> não-significativo a 5% de probabilidade.

Observa-se, na Figura 7, resposta linear crescente do espaçamento entre plântulas, variando de 0,09 para 0,12 m com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 3 até 11 km h<sup>-1</sup>. Para cada

unidade de variação na velocidade, há uma mudança no espaçamento entre plântulas de 0,0039 m. Tal comportamento pode ser justificado pela possibilidade de os mecanismos dosadores terem apresentado eficiência reduzida em consequência da diminuição no tempo para o preenchimento das células do disco com sementes. Outras possibilidades seriam a semente ter demorado mais tempo dentro do tubo condutor da máquina, atrasando, assim, a sua deposição no solo e a patinação da roda motriz da semeadora-adubadora.

De acordo com a regulagem da semeadora-adubadora, determinou-se o espaçamento de referência teórico de 0,0833 m. Esse valor possibilitou que fossem classificados como espaçamentos aceitáveis quando  $0,0416 \text{ m} < X_i < 0,1249 \text{ m}$ , falhos quando  $X_i > 0,1249 \text{ m}$  e múltiplos quando  $X_i < 0,0416 \text{ m}$ .



**Figura 7** - Estimativa do espaçamento entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de “t”.

Os espaçamentos entre plântulas encontrados foram de 0,09; 0,10; 0,11; e 0,12 m, nas velocidades de 3, 6, 9 e 11 km h<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 7). De acordo com Liu et al. (2004a), em todos os tipos de semadoras testadas o espaçamento entre plântulas aumentou com o incremento da velocidade do conjunto mecanizado. Silva e Silveira (2002), avaliando o efeito da velocidade no espaçamento entre plântulas de milho, afirmaram que a uniformidade de espaçamentos entre sementes de milho na linha de semeadura é excelente na velocidade de 3 km h<sup>-1</sup> e regular na de 6 km h<sup>-1</sup>. De acordo com Cortez et al. (2006), a distribuição longitudinal de plântulas é influenciada pela marcha do trator, e, quanto maior a marcha utilizada, maior o espaçamento entre plântulas.

Modolo et al. (2004) não observaram diferenças no espaçamento entre plântulas com o aumento na velocidade de deslocamento de 5,2 para 8,4 km h<sup>-1</sup>.

Os valores médios do espaçamento entre plântulas, em função da profundidade de adubação, estão apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Médias do espaçamento entre plântulas (m), em função da profundidade de deposição do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	0,1096 a
0,10	0,1077 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

O fato de não ter observado diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no espaçamento entre plântulas, nas profundidades de adubação analisadas, pode ser justificado pelo fato de que o adubo influencia apenas algumas características que dependem dos nutrientes disponibilizados por ele para o desenvolvimento da cultura.

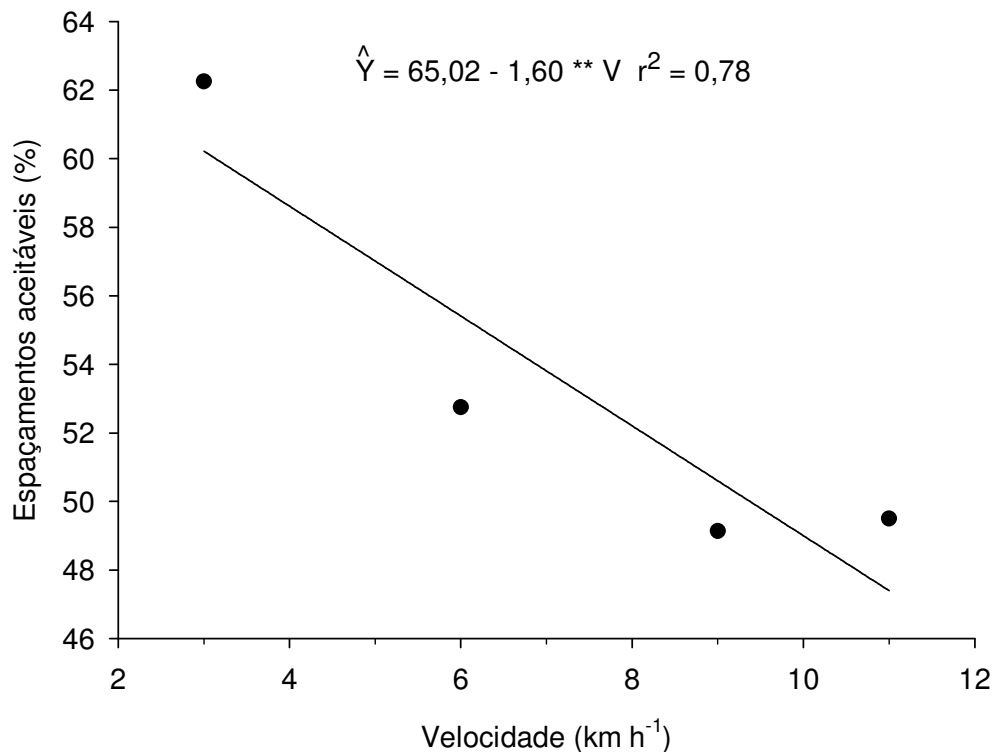
#### **4.2.2. Porcentuais dos Espaçamentos Aceitáveis entre Plântulas**

Somente a velocidade de deslocamento apresentou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) em relação aos espaçamentos aceitáveis entre plântulas (Tabela

6).

Verificou-se resposta linear decrescente da porcentagem de espaçamento aceitável, obtendo-se uma diminuição de 12,8 pontos percentuais no espaçamento aceitável com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 3 para 11 km h<sup>-1</sup> (Figura 8). Para cada unidade de variação na velocidade há um decréscimo de 1,60 ponto percentual no espaçamento aceitável entre plântulas.

Os percentuais dos espaçamentos aceitáveis encontrados foram 60,22; 55,42; 50,62; e 47,42%, nas velocidades de 3, 6, 9 e 11 km h<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 8). Mahl (2002) afirmou que o espaçamento aceitável foi influenciado pela velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, sendo o maior percentual de espaçamento aceitável na menor velocidade testada.



**Figura 8** - Estimativa dos percentuais de espaçamento aceitável entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de “t”.

Silva e Silveira (2002), trabalhando com as mesmas velocidades deste trabalho, encontraram resultados semelhantes, sendo a velocidade de 11 km h<sup>-1</sup> a que apresentou menor percentual de espaçamento aceitável entre plântulas de milho. Cortez et al. (2006), avaliando o espaçamento entre plântulas de soja, verificaram influência significativa da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado na porcentagem de espaçamento aceitável entre plântulas, sendo os valores encontrados aproximadamente 2% inferior ao deste trabalho. Entretanto, Branquinho et al. (2004) observaram que o espaçamento aceitável não foi influenciado pela velocidade de deslocamento do trator.

Não foram observados diferenças ( $p>0,05$ ) na porcentagem de espaçamentos aceitáveis entre plântulas, em função da profundidade de adubação (Tabela 8).

**Tabela 8** - Médias dos percentuais dos espaçamentos aceitáveis entre plântulas, em função da profundidade de deposição do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	52,81 a
0,10	54,00 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Silva e Silveira (2002) e Silva et al. (1999) que não observaram diferenças no percentual de espaçamentos aceitáveis em função da profundidade de adubação para a cultura do milho e feijão, respectivamente. Os valores das porcentagens de espaçamentos aceitáveis entre plântulas de feijão, determinados pelos autores Silva et al. (1999), foram de 53,9 e 52,3%, nas profundidades de colocação do adubo a 0,05 e 0,10 m, respectivamente.

#### **4.2.3. Porcentuais dos Espaçamentos Falhos entre Plântulas**

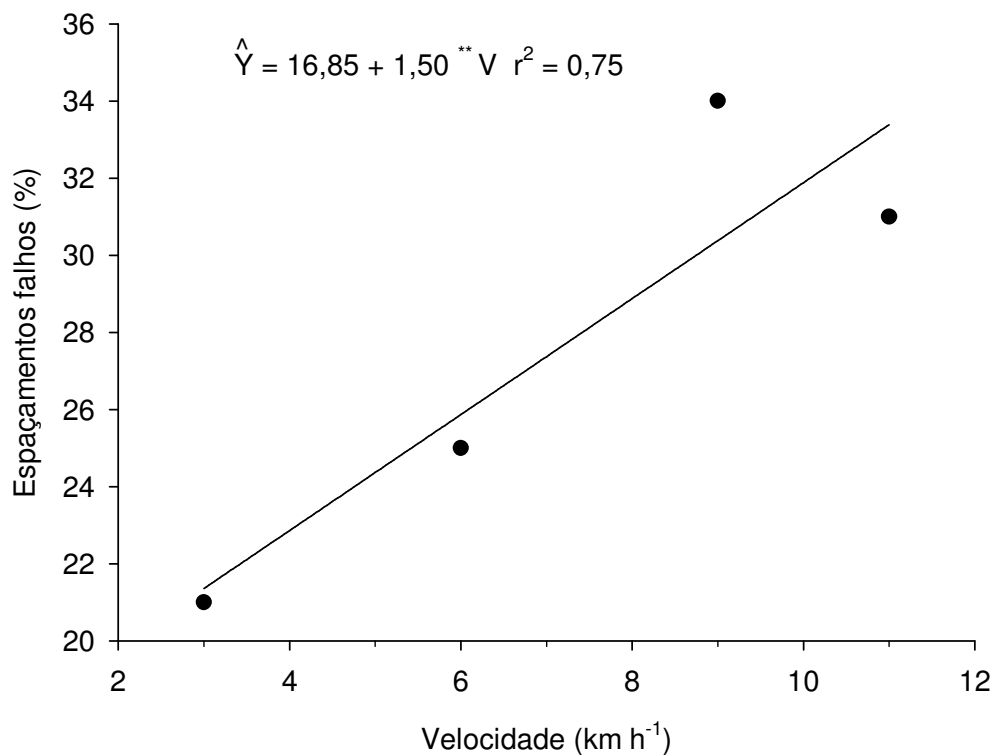
Apenas a velocidade de deslocamento apresentou efeito significativo ( $p<0,01$ ) em relação à porcentagem de espaçamentos falhos entre plântulas (Tabela 6).

Observa-se, na Figura 9, uma resposta linear crescente, com um

aumento de 12% no espaçamento falho entre plântulas quando se aumentou a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 3 para 11 km h<sup>-1</sup>. Para cada unidade de variação na velocidade, houve um aumento de 1,50% no espaçamento falho entre plântulas.

Os percentuais dos espaçamentos falhos foram de 21,35; 25,85; 30,35; e 33,35% nas velocidades de 3, 6, 9 e 11 km h<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 9). Esse comportamento também foi obtido por Cortez et al. (2006) e Mahl (2002). Entretanto, Branquinho et al. (2004), avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora na implantação da cultura da soja, concluíram que os espaçamentos falhos não apresentaram diferenças significativas nas velocidades testadas.

Da mesma forma, Klein et al. (2002) não encontraram diferenças na porcentagem de espaçamentos falhos, quando variaram a velocidade de 3,62 até 10,77 km h<sup>-1</sup>.



**Figura 9** - Estimativa dos percentuais de espaçamento falho entre plântulas, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. \*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de “t”.

Não se observaram diferenças entre os valores médios da porcentagem de espaçamentos falhos entre plântulas, em função da profundidade de adubação (Tabela 9).

**Tabela 9** - Médias dos percentuais dos espaçamentos falhos entre plântulas, em função da profundidade de deposição do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	27,93 a
0,10	27,56 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

A diferença não-significativa ( $p > 0,05$ ) dessa característica era esperada, pelo fato de a profundidade de deposição de adubo não ter influenciado o espaçamento entre plântulas. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Silva e Silveira (2002) e Silva et al. (1999), que não observaram diferenças no percentual de espaçamentos falhos em função da profundidade de adubação da cultura do milho e feijão, respectivamente. Os valores encontrados nas porcentagens de espaçamentos falhos entre plântulas de feijão, pelos autores Silva et al. (1999), foram de 21,5 e 20,4%, nas profundidades de colocação do adubo de 0,05 e 0,10 m, respectivamente.

#### **4.2.4. Valores Porcentuais dos Espaçamentos Múltiplos entre Plântulas**

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação e a interação entre ambas não influenciaram, significativamente ( $p > 0,05$ ), a porcentagem de espaçamentos múltiplos entre plântulas (Tabela 6).

Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado a porcentagem de espaçamentos múltiplos entre plântulas, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 18,84$ .

Tal comportamento também foi verificado por Branquinho et al. (2004) que, ao avaliarem uma semeadora-adubadora na implantação da cultura da soja, concluíram que os espaçamentos múltiplos não apresentaram diferenças significativas nas velocidades de 5,2 e 7,3 km h<sup>-1</sup>. Os autores

obtiveram uma média de 32,05% de espaçamentos múltiplos, valor esse superior ao obtido neste trabalho, que foi de 18,84%.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Klein et al. (2002). Cortez et al. (2006), discordando dos resultados encontrados nesta pesquisa, afirmaram que há diferença significativa nos espaçamentos múltiplos, em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. Mahl (2002) detectou aumento no percentual de espaçamentos múltiplos, ressaltando-se que na velocidade de 9,8 km h<sup>-1</sup> foi encontrado um valor 3,23% inferior ao deste estudo.

Os valores médios do percentual de espaçamento múltiplo entre plântulas, em função da profundidade de adubação, estão representados na Tabela 10. Apesar das diferentes médias obtidas, estas não foram significativas pelo teste F ( $p > 0,05$ ). Esse padrão de resposta já era esperado, em virtude de a profundidade de deposição do adubo não ter influenciado o espaçamento entre plântulas.

**Tabela 10** - Médias dos valores percentuais dos espaçamentos múltiplos, em função da profundidade do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	19,00 a
0,10	18,68 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Silva et al. (1999) não observaram diferença na porcentagem de espaçamentos múltiplos entre plântulas de feijão, cujos valores foram de 24,6 e 27,3%, nas profundidades de adubação a 0,05 e 0,10 m, respectivamente. Entretanto, Silva e Silveira (2002) observaram diferença no percentual de espaçamentos múltiplos na cultura do milho, em função da profundidade de adubação.

#### **4.3. Emergência das Plântulas**

O resumo da análise de variância do percentual de emergência de plântulas (PEP), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio

de emergência (TM) estão representados na Tabela 11.

**Tabela 11** - Resumo da análise de variância do percentual de emergência (PEP), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TM) das plântulas

F.V	Quadrados Médios			
	GL	PEP	IVE	TM
Blocos	3	96,6292	0,0528	0,1581
Velocidade (V)	3	230,5170 <sup>ns</sup>	5,2418 <sup>ns</sup>	0,0158 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	1	278,7423 <sup>ns</sup>	2,5111 <sup>ns</sup>	1,2329 <sup>**</sup>
V x P	3	93,6285 <sup>ns</sup>	1,6260 <sup>ns</sup>	0,4441 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	75,0120	3,5836	0,1232
CV(%)		10,24		3,98

<sup>\*\*</sup> significativo a 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> não-significativo a 5% de probabilidade.

O percentual de emergência de plântulas (PEP) não foi influenciado significativamente ( $p > 0,05$ ) pela velocidade de deslocamento, profundidade de deposição de adubação e interação entre ambas (Tabela 11). Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado o percentual de emergência de plântulas, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 84,55$ .

A ausência do efeito da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado no percentual de emergência de plântulas também foi observado pelos autores Portella et al. (1997), variando a velocidade de 5 para 7 km h<sup>-1</sup> no estabelecimento da cultura da soja.

Tal comportamento não foi observado por Araújo et al. (1999) ao estudarem o efeito da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado no percentual de emergência das plântulas de soja. Esses autores afirmaram que houve elevação de 2,1 pontos percentuais no percentual de emergência quando a velocidade se elevou de 4,5 para 8,0 km h<sup>-1</sup>.

O índice de velocidade de emergência (IVE) também não foi influenciado ( $p > 0,05$ ) pela velocidade de deslocamento, profundidade de adubação e interação entre ambas (Tabela 11). Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado o índice de velocidade de emergência, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 9,47$ .

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

O tempo médio de emergência de plântulas (TM) foi influenciado apenas pela profundidade de deposição do adubo ( $p < 0,01$ ) (Tabela 11). Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado o tempo médio de emergência, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 8,81$ .

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

Araújo et al. (1999), ao avaliarem o tempo médio de emergência de plântulas de soja e de milho, afirmaram que há diferença em função da velocidade de deslocamento. A cultura da soja apresentou, em relação à cultura do milho, menor tempo de emergência de plântulas, ao variar a velocidade de 4,5 para 8,0 km h<sup>-1</sup>. Porém, Silveira (2004) afirmou que o tempo médio de emergência de plântulas de milho não é afetado pela velocidade de deslocamento, que variou de 5,28 a 7,08 km h<sup>-1</sup>. Entretanto, os autores Liu et al. (2004a) relataram que houve aumento no número de dias requerido para as plântulas de milho atingirem 50% de emergência, quando se elevou a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Na Tabela 12, apresentam-se os valores médios para porcentual de emergência de plântulas, índice de emergência de plântulas e tempo médio de emergência de plântulas em função da profundidade de adubação.

As variáveis porcentual de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ), em função da profundidade de adubação (Tabela 12).

**Tabela 12** - Médias do porcentual (IVE), índice de velocidade (IVE) e tempo médio (TM) de emergência das plântulas, em função da profundidade do adubo

Profundidade (m)	PEP	IVE	TM
0,05	87,50 a	9,75 a	8,61 b
0,10	81,59 a	9,19 a	9,00 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

O maior tempo médio para emergência de plântulas foi de 9,0 dias, na profundidade de 0,10 m (Tabela 12). Uma possível justificativa para o comportamento do tempo médio de emergência em função da profundidade de adubação pode ser devido ao fato de a semente estar mais distante do adubo, o que dificulta a absorção dos fertilizantes disponibilizados no solo pela adubação, utilizando-se, assim, somente de sua reserva no período de emergência.

#### 4.4. Estande Final, Componentes do Rendimento e Produtividade de Grãos

##### 4.4.1. Estande Final

O resumo da análise de variância para o estande final de plantas (ES), número de vagens por planta (NV) e número de grãos por vagem (NG) está representado na Tabela 13.

**Tabela 13** - Resumo da análise de variância do estande final de plantas (ES), número de vagens por planta (NV) e número de sementes por vagem (NG)

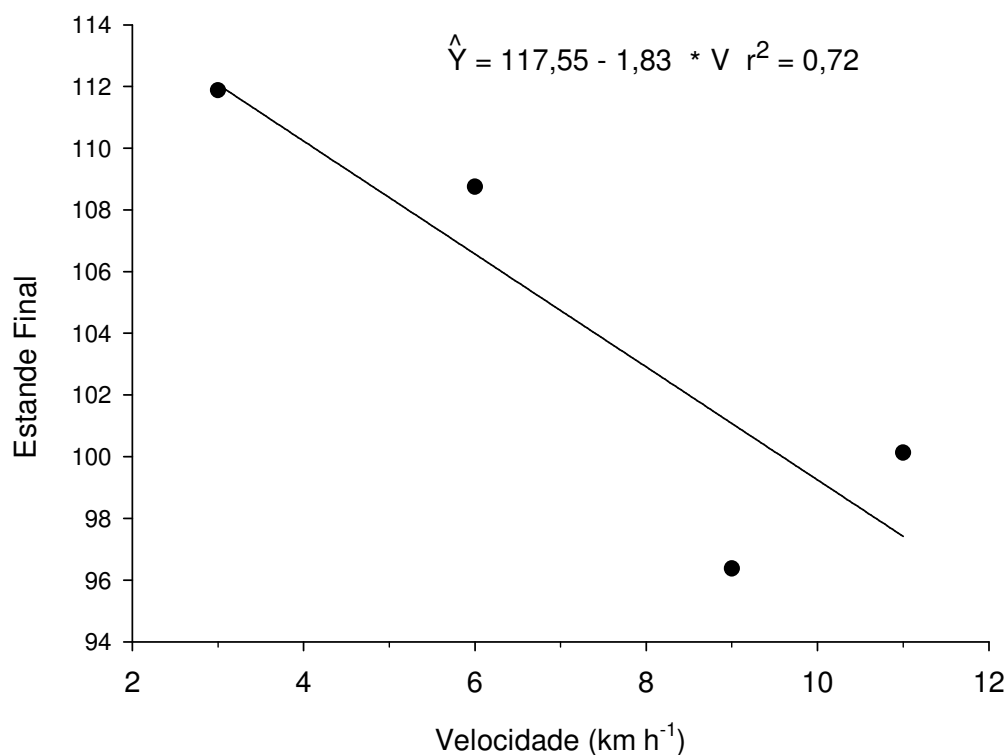
F.V	Quadrados Médios			
	GL	ES	NV	NG
Blocos	3	65,3645	31,5686	0,3399
Velocidade (V)	3	419,7812 *	6,8978 <sup>ns</sup>	0,1590 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	1	0,2812 <sup>ns</sup>	18,7578 *	0,8969 <sup>ns</sup>
V x P	3	315,0312 <sup>ns</sup>	11,7569 <sup>ns</sup>	0,5692 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	142,6503	4,2538	0,2816
CV(%)		11,45	14,57	8,86

\* significativo a 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> não-significativo a 5% de probabilidade.

Apenas a velocidade de deslocamento influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) o estande final de plantas na área útil (Tabela 13).

Observa-se, na Figura 10, resposta linear decrescente, com uma redução de 14,64% no estande final de plantas devido ao incremento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado de 3 para 11  $\text{km h}^{-1}$ . Para cada unidade de variação na velocidade há um decréscimo de 1,83 plantas colhidas (estande final) na área útil preestabelecida.



**Figura 10** - Estimativa do estande final de plantas em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. \* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de “t”.

O número médio de plantas coletados (estande final) foram de 112,06; 106,57; 101,08; e 97,42 plantas, nas velocidades de 3, 6, 9 e 11  $\text{km h}^{-1}$ , respectivamente (Figura 10). Tal comportamento pode ser justificado pelo fato de o incremento na velocidade de deslocamento ter ocasionado aumento no espaçamento entre plântulas. Esse fato permitiu redução no número de plantas por metro, o que, assim, possivelmente afetou o estande de plantas na área útil preestabelecida. Outra provável

justificativa seria o maior número de sementes danificadas pelo disco dosador, em virtude do aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado ou devido à diminuição do tempo para o preenchimento das células do disco com sementes, provocando falhas na distribuição.

Essa diferença no estande de plantas não deve ser um fator muito preocupante, pois o feijoeiro possui boa capacidade de compensação. Segundo Fernandes et al. (1989), as plantas do feijoeiro possuem capacidade de compensar a produção de grãos, mesmo em casos de perdas de até 50% das plantas da área considerada.

Silva e Silveira (2002) e Silva et al. (1999), trabalhando com as mesmas velocidades de deslocamento da máquina deste trabalho, obtiveram resultados semelhantes, sendo que nas menores velocidades (3 e 6 km h<sup>-1</sup>) foram coletadas o maior estande de plantas ao final do ciclo das culturas do milho e feijão, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Furlani et al. (1999). Porém, Lopes et al. (2001), estudando a cultura do milho nas velocidades de 3 e 5 km h<sup>-1</sup>, afirmaram que a variável estande de plantas emergidas por hectare não é influenciada pela velocidade de semeadura.

Klein et al. (2002) também discordaram dos resultados encontrados neste trabalho, afirmando que, variando a velocidade do conjunto mecanizado de 3,62 a 10,77 km h<sup>-1</sup>, o estande de plantas de soja não apresentou diferenças significativas em função da velocidade de deslocamento.

A diferença não-significativa ( $p > 0,05$ ) do estande de plantas em função da profundidade de adubação (Tabela 14) contradisse os resultados encontrados por Aratani et al. (2006), que afirmam que o estande de plantas foi influenciado pela profundidade de deposição do adubo, sendo maior na profundidade de 0,10 m em relação ao sulcador, atuando na profundidade de 0,13 m.

**Tabela 14** - Médias do estande final de plantas em função da profundidade do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	104,18 a
0,10	104,37 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os resultados de Silva e Silveira (2002) são diferentes dos encontrados neste trabalho, e esses autores afirmaram que a profundidade de adubação interfere no estande de plantas de milho. Quando a adubação é realizada mais superficialmente, ela proporciona redução no estande de plantas em relação à adubação mais profunda, justificando que o adubo distribuído mais superficialmente no sulco, ou seja, mais perto das sementes, pode diminuir a germinação e causar injúrias às plântulas. Porém, Silva et al. (1999), ao estudarem os efeitos do estande de plantas de feijão em função das profundidades de adubação a 0,05 e 0,10 m, relataram que esse número não sofre influência do aumento na profundidade de deposição do adubo.

#### **4.4.2. Número de Vagens por Planta**

Apenas a profundidade de adubação apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em relação ao número de vagens por planta (Tabela 13).

Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado o número de vagens por planta, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 14,15$ .

Os referidos resultados não estão de acordo com os de Silva et al. (1999), que encontraram diferença no número de vagens por planta quando elevaram a velocidade do conjunto mecanizado. Os valores médios, obtidos por esses autores, aumentaram de 8,4 para 14,1 vagens por planta com o incremento da velocidade de 3 para 11,2 km h<sup>-1</sup>.

Os valores médios do número de vagens por planta em função da profundidade de adubação estão representados na Tabela 15.

**Tabela 15** - Médias do número de vagens por planta em função da profundidade do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	13,38 b
0,10	14,91 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

A maior média encontrada, 14,91 vagens por planta, foi na profundidade de 0,10 m. Tais resultados podem ser justificados provavelmente pelo fato de o adubo estar mais próximo ao sistema radicular da cultura (0,20 m), facilitando a absorção dos nutrientes pelas plantas. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Silva et al. (1999), que não verificaram efeito no número de vagens por planta em função da profundidade de adubação, coletando, em média, 11,3 e 12,0 vagens por planta, nas profundidades de adubação de 0,05 e 0,10 m.

#### **4.4.3. Número de Grãos por Vagem**

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação e a interação entre ambas não influenciaram, significativamente ( $p > 0,05$ ), o número de grãos por vagem (Tabela 13).

Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado o número de grãos por vagem, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 5,99$ .

Esse comportamento foi encontrado também por Silva et al. (1999), ao estudaram o efeito da velocidade de deslocamento do trator-semeadora-adubadora no estabelecimento do feijoeiro.

A diferença não-significativa ( $p > 0,05$ ) do número de grãos em função da profundidade de adubação (Tabela 16) condiz com os resultados obtidos por Silva et al. (1999). Esses autores afirmaram que não há diferença significativa do número de grãos por vagem em função da profundidade de adubação, obtendo um valor médio de 5,2 e 5,1 grãos por vagem, nas profundidades de colocação do adubo a 0,05 e 0,10 m.

**Tabela 16** - Médias do número de grãos por vagem em função da profundidade do adubo

Profundidade (m)	Média
0,05	5,82 a
0,10	6,15 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

#### 4.4.4. Massa de 100 Grãos

O resumo da análise de variância da massa de 100 grãos (MG) e da produtividade (PR) está representado na Tabela 17.

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação e a interação entre ambas não influenciaram significativamente ( $p > 0,05$ ) a massa de 100 sementes (Tabela 17).

**Tabela 17** - Resumo da análise de variância das variáveis massa de 100 grãos (MG) e produtividade (PR)

F.V	Quadrados Médios		
	GL	MG	PR
Blocos	3	5,9105	4750767,00
Velocidade (V)	3	2,0742 <sup>ns</sup>	750130,60 <sup>ns</sup>
Profundidade (P)	1	0,03459 <sup>ns</sup>	2357434,00 <sup>ns</sup>
V x P	3	0,8895 <sup>ns</sup>	1735076,00 <sup>ns</sup>
Resíduo	21	1,6062	9261116,00
CV(%)		5,92	22,57

<sup>ns</sup> não-significativo a 5% de probabilidade.

Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado a massa de 100 grãos, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 21,41$ .

O efeito não-significativo da massa de 100 grãos em função das diferentes velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora foi confirmado pelos autores Silva et al. (1999), Silva e Silveira (2002) e Klein et al. (2002) que, ao estudarem as culturas do feijão, milho e soja, respectivamente, não encontraram diferenças na massa de 100 grãos com incrementos na velocidade de operação.

Não houve diferença entre a profundidade de adubação com relação

à variável massa de 100 grãos no nível de 5% de probabilidade (Tabela 18). Tal fato foi confirmado por Silva e Silveira (2002), que, ao avaliaram a massa de 100 grãos na cultura do milho, encontraram 27,2 g e 26,8 g, nas profundidades de 0,05 e 0,10 m, respectivamente. Porém, Silva et al. (1999) afirmaram que a profundidade de adubação não afeta a massa de 100 grãos de feijão nas profundidades analisadas.

**Tabela 18** - Médias da massa de 100 grãos (g) em função da profundidade do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	21,37 a
0,10	21,44 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

#### **4.4.5. Produtividade de Grãos**

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação e a interação entre ambas não influenciaram ( $p > 0,05$ ) a produtividade de grãos de feijão (Tabela 17).

Pelo fato de a velocidade de deslocamento não ter influenciado a produtividade, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados da variável, dada pela equação  $\hat{Y} = 4263,05$ .

O efeito da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado não influenciou a produtividade de grãos, mesmo havendo efeito significativo do estande de plantas em função do incremento da velocidade de deslocamento. O maior estande de plantas na menor velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora pode ter proporcionado concorrência entre as plantas, com isso não proporcionando aumento na produtividade. Outra possível explicação, segundo Liu et al. (2004bc), seria o fato de o espaçamento entre plântulas comumente observado em campo não afetar a produtividade quando a população de plantas utilizadas é a adequada. Porém, Nielsen (2001) salientou que o efeito na variação do espaçamento entre plântulas de milho na linha de semeadura afetou a produtividade de grãos.

Furlani et al. (1999), avaliando a produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, salientaram que as baixas produtividades encontradas, 3.439 e 3.277 kg ha<sup>-1</sup>, nas velocidades de 3 e 5 km h<sup>-1</sup>, respectivamente, foram relacionadas à grande infestação de plantas daninhas, pois o controle foi realizado somente antes da semeadura. Porém, neste trabalho obteve-se produtividade elevada em razão, principalmente, de o controle de plantas daninhas ter sido feito durante o desenvolvimento da cultura do feijoeiro.

Klein et al. (2002) enfatizaram que as maiores velocidades de deslocamento podem ser utilizadas durante a semeadura sem afetar a produtividade da cultura da soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Mahl (2002).

A mudança na profundidade de adubação não influenciou a produtividade (Tabela 19).

**Tabela 19** - Médias da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) em função da profundidade do adubo

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média</b>
0,05	3991,63 a
0,10	4534,47 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por Herzog et al. (2004), que, ao analisarem a produtividade de grãos de soja em função da variação da profundidade do adubo do sulcador tipo facão, não encontraram diferenças significativas, sendo as produtividades médias (2.944 e 3.047 kg ha<sup>-1</sup>) nas profundidades de 0,06 e 0,12 m, respectivamente. Também Silva (2003), ao estudar o mecanismo sulcador de adubo, tipo facão, nas profundidades de 0,10; 0,20; e 0,30 m, não verificou influência da profundidade de adubação na produtividade dos grãos de milho. Entretanto, Silva e Silveira (2002) encontraram diferenças significativas com relação ao fator profundidade de adubação na avaliação da cultura do milho. Da mesma forma, Silva et al. (1999) afirmaram que a produtividade do feijoeiro é afetada pela profundidade de adubação. Na adubação superficial, produziu-se mais feijão

que na adubação profunda. Os referidos autores justificaram que os resultados encontrados podem ter ocorrido em virtude de a concentração de nutrientes estar próxima das raízes que se desenvolveram superficialmente por não ter havido déficit hídrico durante o cultivo do feijoeiro.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

- A velocidade de  $3 \text{ km h}^{-1}$  foi a que apresentou melhor desempenho para os espaçamentos aceitáveis, falhos e estande de plantas na área preestabelecida.
- A utilização do mecanismo sulcador, na profundidade de 0,05 m, reduziu o tempo médio de emergência das plântulas.
- A profundidade de adubação de 0,10 m proporcionou maior número de vagens por planta.
- As velocidades de deslocamento utilizadas para a semeadura e as profundidades de deposição do adubo influenciaram o estabelecimento da cultura do feijão, mas não afetaram a produtividade de grãos

## 6. REFERÊNCIAS

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. (cds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

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

ARAÚJO, G.A. de A.; FERREIRA, A.C. de B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. p. 87-114.

ARATANI, R.G.; MARIA, I.C.de.; CASTRO, O.M.de.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A.P.; KANTHACK, R.A.D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 517-522, 2006.

BERTOLINI, E.V.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H. Desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre cobertura vegetal de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.). **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 34-49, 2006.

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

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

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

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

COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1663-1674, 2006.

CONAB. **Avaliação da safra agrícola 2006/2007** – Sétimo levantamento – Abril/2007. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 6 maio 2007.

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

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. da.; 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, 2006.

CUSTODIO, C.C.; MACHADO, N.B.; ITO, H.M.; VIVAN, M.R. Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 49-54, 2002.

DLG. **Manual.** Disponível em: <<http://www.dlg.com.br/>>. Acesso em: 13 jan. 2007.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.L. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v. 71, p. 428-34, 1958.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual e métodos de análise do solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.: il. (Embrapa/CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília:

Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FABRIZZI, K.P.; GARCÍA, F.O.; COSTA, J.L.; PICONE, L.I. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. **Soil & Tillage Research**, v. 81, p. 57-69, January-February, 2005.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 9 set. de 2006.

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

FERNANDES, M.I.P.F.; RAMALHO, M.A.P.; LIMA, P.C. Comparação de métodos de correção de estande em feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 8, p. 997-1002, 1989.

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

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F.Z.; LEITE, M.A.S. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 177-186, 1999.

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

GONÇALVES, W.S. **Influência da velocidade operacional e carga aplicada pelas rodas compactadoras sobre o estabelecimento inicial da cultura do milho em sistema de plantio direto**. Viçosa, MG: UFRV, 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HERZOG, R.L.S.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R. Produtividade de soja em semeadura direta influenciada por profundidade do sulcador de adubo e doses de resíduo em sistema irrigado e não irrigado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 771-780, 2004.

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

KOPPEN, W. **Climatologia com un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.

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

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

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. **Crop Science**, v. 44, May-Jun. 2004b.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Within-row plant spacing variability does not affect corn yield. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 1, p. 275-280, 2004c.

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

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

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. Botucatu, SP: UNESP, 2002. 179 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Paulista, Botucatu.

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; LEITE, M.A.S.; SILVA, A.R.B.; PONTES, J.R.V.; MARQUES, J.P.; GREGO, C.R.; COSTA, A.M. Distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função da velocidade e mecanismo sulcador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (CD-Rom).

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, A.R.B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-7, 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, 2003.

MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; SILVEIRA, J.C.M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, n. 4, p. 298-306, 2004.

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

NIELSEN, R.L. **Stand establishment variability in corn**. AGRY-91-1 (rev. nov. 2001). West Lafayette: Dep. of Agron., Purdue Univ., IN, 2001. 10 p.

OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSK, J.; SILVA, J.G. DA; AIDAR, H. Efeito do arranjo espacial de plantas na produtividade do feijoeiro. **Avanços tecnológicos com a cultura do feijoeiro comum no sistema de plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.15-20.

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

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, 2000.

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

PORTELLA, J.A.; SATLER, A.; FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e de milho em semeadura direta no sul do Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 71-78, 1997.

RAPASSI, R.M.A.; SÁ, M.E.; TARSITANO, M.A.A.; CARVALHO, M.A.C. de; PROENÇA, E.R.; NEVES, C.M.T. de C.; COLOMBO, E.C.M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 397-404, 2003.

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

REIS, G.N. dos.; BIZZI, A.C.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. da.; LOPES, A.;

GROTTA, C.C. Avaliação do desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 228-235, 2007.

REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; GOMES, L.L.; TOURINO, M.C.C; BOTREL, E.P. Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 499-504, 2004.

REZENDE, P.M.; MACHADO, J.C.; GRIS, C.F.; GOMES, L.L.; BOTREL, E.P. Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 76-83, 2003.

SEED MAX. **Manual do operador**. Disponível em: <http://www.max.ind.br/> Acesso em: 10 jan. 2006.

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

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

SILVA, J.G.; KLUTHCOUSKI, J.; STEFANO, J.G.D.; AIDAR, H. Efeitos da velocidade de operação e da profundidade de adubação de uma semeadora adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do feijoeiro sob plantio direto. **Avanços tecnológicos com a cultura do feijoeiro comum no sistema de plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 21-25.

SILVA, J.G.; SILVEIRA, P.M. **Avaliação de uma semeadora adubadora na cultura do milho**. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2; dezembro/2002).

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H. Avaliação de forças resultantes de mecanismos sulcadores de semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 76-82, 2005.

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

SILVA, T.R.B.; LEMOS, L.B.; TAVARES, C.A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2006.

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

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, 2001.

SOUZA, A.B. de; ANDRADE, M.J.B. de; MUNIZ, J.A.; REIS, R.P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p. 87-98, 2002.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.

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

TEIXEIRA, I.R.; ANDRADE, M.J.B. de; CARVALHO, J.G. de; MORAIS, A.R. de; CORRÊA, J.B.D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, 2000.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.