

# Efeito da compactação do solo sobre a semente no desenvolvimento da cultura do feijão

Alcir José Modolo<sup>1\*</sup>, Emerson Trogello<sup>1</sup>, Anderson Luis Nunes<sup>2</sup>, João Cleber Modernel da Silveira<sup>3</sup> e Evandro Marcos Kolling<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, km 1, 85503-390, Pato Branco, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Agronomia, Diretoria de Ensino de Graduação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil. <sup>4</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: alcir@utfpr.edu.br

**RESUMO.** Um dos fatores da baixa produtividade está na dificuldade de se estabelecer a população ideal de plantas por ocasião da semeadura, pelos vários fatores que impedem a germinação normal de parte das sementes. Dentre os fatores primordiais para a germinação estão a umidade, a temperatura e a aeração do solo. É importante citar que estes fatores são diretamente influenciados pelo estado de compactação do solo ao redor da semente. O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da combinação entre profundidades de semeadura e cargas aplicadas pela roda compactadora da semeadora-adubadora sobre a emergência e o desenvolvimento da cultura do feijão, em sistema de plantio direto. Foi utilizado o esquema fatorial, no delineamento em blocos ao acaso composto por 12 tratamentos (três profundidades de semeadura e quatro níveis de cargas aplicadas pela roda compactadora) e quatro repetições. Os resultados mostraram que a semeadura realizada a 5,0 cm de profundidade apresentou o melhor índice de velocidade-emergência, quando comparada às profundidades de 3,0 e 7,0 cm.

**Palavras-chave:** mecanização agrícola; semeadura; emergência.

**ABSTRACT.** Effect of soil compaction upon the seed on the development of bean culture. One of the factors of low productivity is the difficulty of establishing the ideal population of plants at sowing time, due to the several factors that prevent the normal germination of part of the seeds. Among the primordial factors for germination are humidity, temperature, and airing of the soil. It is important to mention that these factors are directly influenced by the state of soil compaction around the seed. The present work aimed to study the effects of the combination between depths of sowing and loads applied by press wheel of the seeder on the emergence and development of bean culture, in no-tillage systems. The factorial scheme was applied, at the delineation in random blocks composed of twelve treatments (three depths of sowing and four levels of loads applied by the press wheel) and four replications. The results showed that the sowing performed at 5.0 cm of depth presented the best index of speed emergence when compared to the depths of 3.0 and 7.0 cm.

**Keywords:** agricultural mechanization, sowing, emergence.

## Introdução

A produção mundial de feijão vem crescendo progressivamente desde os anos 60, com uma produção de 2.965 mil toneladas na safra 2004 e consumo per capita de 18,3 kg ano<sup>-1</sup>, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor mundial de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*). De acordo com Santos e Braga (1998), desde a última década, o feijão deixou de ser uma cultura de subsistência, tornando-se uma cultura tecnificada, com maior produtividade e produto final de melhor qualidade.

A obtenção de altas produtividades no feijoeiro não está estreitamente relacionada só com a utilização de variedades melhoradas e um manejo

adequado da cultura, mas também com a qualidade das sementes colocadas à disposição do produtor (BINOTTI et al., 2008).

Apesar da enorme importância da cultura do feijão, a produtividade média nacional é de aproximadamente 500 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto a de outros países, como Estados Unidos, Turquia e Japão, é 1.486, 1.471 e 1.420 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Atualmente, o Brasil dispõe de cultivares de feijão com potenciais de produtividade de até 3.600 kg ha<sup>-1</sup> (REZENDE et al., 2004). Entretanto, por uma série de fatores relacionados à semeadura, à germinação, à planta, ao ambiente e às práticas de manejo, ainda se depara com níveis de produtividade

abaixo da média nacional, que se encontra ao redor de 500 kg ha<sup>-1</sup>.

O sucesso do estabelecimento de uma cultura depende do ambiente do solo que, inicialmente, deve ser adequado à germinação da semente e emergência da plântula e finalmente ao desenvolvimento da planta. Para a cultura do feijão, assim como nas demais culturas anuais, as operações de semeadura e adubação revestem-se de grande importância, pois eventuais problemas somente serão detectados após a germinação das plantas e seu desenvolvimento, quando a correção, além de difícil e onerosa, compromete a produtividade.

Brown et al. (1996) relataram que, no processo de semeadura de culturas anuais, o condicionamento físico do solo ao redor das sementes se reveste de importância capital para o bom desenvolvimento inicial da cultura, assegurando-se uma população adequada de plantas. De acordo com Neto et al. (2008), a uniformidade de espaçamento entre as plantas distribuídas na linha de semeadura pode influenciar na produtividade das culturas e que plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes.

Phillips e Kirkham (1962) afirmaram que um condicionamento inadequado nesta fase pode limitar o desenvolvimento das plantas em estádios posteriores de crescimento. Um dos fatores da baixa produtividade está na dificuldade de se estabelecer a população ideal de plantas por ocasião da semeadura, por vários fatores que impedem a germinação normal de parte das sementes. Dentre os fatores que condicionam o meio ambiente do solo, a umidade, a temperatura e a aeração são primordiais para a germinação (NABI et al., 2000). Porém, para que esta semente já germinada dê continuidade ao crescimento da plântula, deve-se incluir a estes fatores a resistência mecânica do solo à penetração. Importante se faz citar que estes fatores são diretamente influenciados pelo estado de compactação do solo ao redor da semente.

Vários autores têm procurado estudar a relação máquina-solo-planta em ensaios de semeadura, utilizando rodas compactadoras. Furlani et al. (2001), combinando três profundidades de semeadura da cultura do milho com quatro níveis de compactação do solo sobre as sementes, não encontraram influência destes fatores sobre o número médio de dias para emergência das plântulas.

Abrecht (1989), estudando o efeito da profundidade de semeadura e da pressão da roda compactadora no estabelecimento de algumas culturas, em sistema de semeadura direta no norte

da Austrália, não encontrou efeito da pressão da roda sobre a taxa de emergência, a população de plantas e o crescimento das plântulas.

Johnson e Buchele (1961) e Stout et al. (1961) constataram que a compactação da superfície do solo na região da semente altera a disponibilidade de água, o comportamento térmico, a resistência mecânica e o comportamento das plantas. Stout et al. (1961) concluíram ainda que pressões aplicadas lateralmente e não acima da semente melhoram a emergência das plantas.

Em trabalho conduzido com diferentes tipos de rodas compactadoras na semeadura da soja, Hummel et al. (1981) afirmaram que o desempenho da roda compactadora teve considerável influência sobre o meio ambiente do solo em torno da semente e relataram, ainda, que a compactação aplicada sobre o solo, por meio de rodas compactadoras, pode ou não ser benéfica à germinação das sementes e emergência das plântulas, dependendo do nível de compactação, do desenho da roda, do teor de água do solo e das condições climáticas entre o período de semeadura e o de emergência.

Silva et al. (2005), trabalhando com três modelos de rodas compactadoras, variando as cargas verticais, verificaram que, para dois modelos de rodas compactadoras em 'V', houve compactação lateral do solo, enquanto para o modelo de roda convexa, a pressão foi exercida de forma direta sobre a linha de semeadura, observando, ainda, que, para um dos modelos de roda compactadora em 'V', cargas verticais no intervalo de 75 a 325 N provocaram a elevação central do solo na linha de semeadura. Entretanto, para cargas acima de 325 N, houve a redução da elevação central, com ocorrência de compactação direta sobre a linha de semeadura.

Cortez et al. (2007) afirmam que ainda não se tem definido, principalmente com relação às cargas verticais, qual seria a melhor delas que proporcionasse boa germinação e emergência das plântulas e que estes fatores podem relacionar-se e agir sobre a semente e, posteriormente, sobre a planta, aumentando ou diminuindo seu potencial produtivo.

Dentro do contexto apresentado, faz-se necessário, portanto, o estudo dos efeitos causados pela compactação do solo sobre o condicionamento físico do mesmo ao redor das sementes, visando proporcionar rápida emergência das plântulas e assegurar a população adequada de plantas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da combinação entre profundidades de semeadura e cargas aplicadas pela roda compactadora da semeadora-adubadora sobre a velocidade de

emergência de plantas e o desenvolvimento da cultura do feijão, em sistema de plantio direto.

### Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, em Pato Branco, Estado do Paraná, em um solo classificado pela Embrapa (1999), como sendo Latossolo Vermelho aluminoférrico com relevo ondulado e textura argilosa, sendo o clima subtropical.

Utilizou-se o esquema fatorial, no delineamento em blocos ao acaso composto por 12 tratamentos e quatro repetições. A área foi dividida em quatro blocos casualizados, totalizando 48 parcelas experimentais, cada uma com área de 120 m<sup>2</sup> (4,0 x 30 m), com espaçamento entre parcelas de 1,0 m e 15,0 m entre blocos, utilizados para manobra e estabilização do conjunto motomecanizado. Os 12 tratamentos foram compostos pela combinação entre três profundidades de semeadura (P1, P2 e P3), correspondentes a 3,0, 5,0 e 7,0 cm, respectivamente, e quatro níveis de cargas aplicadas pela roda compactadora (C1, C2, C3 e C4), correspondentes a 0, 60, 110 e 190 N, respectivamente.

Utilizou-se a cultivar de feijão UTF-6, produzida pela UTFPR, com ciclo médio de 90 dias em uma densidade de semeadura de 17 sementes por metro linear e espaçamento entre linhas de 0,45 m. A adubação de base constituiu-se de 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 8-20-20.

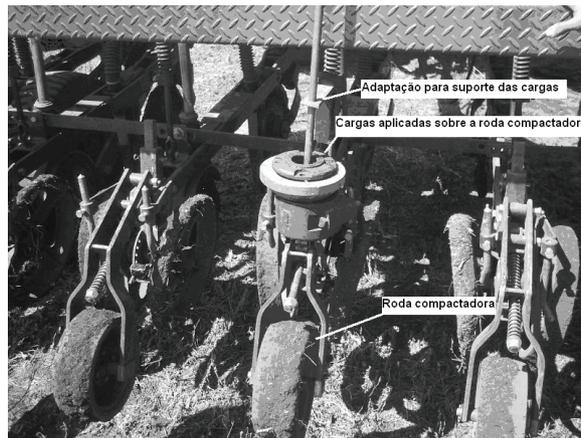
O controle de insetos e pragas foi realizado aos 18 e aos 33 dias após o plantio com a utilização do inseticida Endossulfan, na dosagem de 1,0 L ha<sup>-1</sup> e com volume de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup>. As plantas daninhas foram controladas com herbicida Robust aos 20 dias após a emergência do feijão, utilizando-se a dose de 1,0 L ha<sup>-1</sup>.

Para o plantio do feijão, utilizou-se um trator New Holland, modelo TL75E, 4 x 2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), com potência máxima de 57,4 kW (78 cv) no motor a 2.400 rpm e uma semeadora-adubadora de precisão, marca Vence Tudo, modelo SA 14600 de arrasto, com mecanismos sulcadores do tipo haste sulcadora para fertilizantes e discos duplos defasados para sementes e com mecanismos de cobertura e compactação do tipo roda compactadora de borracha, tipo convexa com 330 mm (13") de diâmetro e 170 mm de largura.

As cargas verticais foram inseridas na roda por meio de massas devidamente mensuradas, adaptadas por um furo central, colocando-a sobre seu eixo. O pino que fixa a roda compactadora foi

retirado de modo que esta ficasse livre, e toda a carga fosse aplicada diretamente sobre a roda compactadora (Figura 1).

Os quatro níveis de cargas aplicadas pela roda compactadora sobre a semente foram C1 = 0 N, C2 = 60 N, C3 = 110 N e C4 = 190 N, obtidos de acordo com as opções de regulagem da semeadora-adubadora.



**Figura 1.** Vista geral da adaptação realizada para se mensurar as cargas aplicadas pela roda compactadora sobre a semente.

O índice de velocidade de emergência das plântulas foi avaliado em um comprimento de 10 m na linha central de semeadura. O número de sementes inicial foi determinado de acordo com a uniformidade de distribuição da semeadora-adubadora. A contagem das plântulas foi realizada diariamente até que o número de plântulas emergidas se apresentou constante. Cada planta foi considerada emergida a partir do instante em que a mesma rompeu o solo e pôde ser vista a olho nu de algum ângulo qualquer. A partir destas contagens, expressou-se o índice de velocidade de emergência de plântulas, utilizando-se a equação (1), adaptada de (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (1)$$

em que:

- IVE = índice de velocidade de emergência;
- E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>n</sub> = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, ..., última contagem;
- N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>n</sub> = número de dias após a semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

O estande inicial de plantas foi avaliado a partir do momento em que se obteve um número constante de plantas emergidas e a contagem do estande final de plantas foi realizada antes da colheita.

As avaliações referentes à altura de plantas foram realizadas aos 21 dias após a semeadura, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, nas dez plantas centrais de cada parcela, medindo-se a altura do solo até o ponto de inflexão da folha mais alta da planta.

A massa seca da raiz e da parte aérea das plantas foram avaliadas aos 21 dias após a semeadura, utilizando-se de cinco plantas de cada parcela. As plantas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa a 70°C, até se obter massa constante.

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, conforme os níveis de profundidade de semeadura e de cargas aplicadas pela roda compactadora, utilizando-se o programa computacional ASSISTAT. Quando o valor do teste F, este se apresentou significativo a 5% de probabilidade e aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias.

## Resultados e discussão

### Índice de velocidade de emergência, estande inicial e final de plantas

Com relação ao índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE), pôde-se observar que, dentre todos os fatores e interações estudados, apenas a profundidade de semeadura afetou de forma significativa a emergência do feijão (Tabela 1). A profundidade P2 (5,0 cm) resultou em maior IVE quando comparada com as profundidades P1 (3,0) e P3 (7,0 cm).

**Tabela 1.** Síntese da análise de variância e do teste de médias para os valores médios do teor do índice de velocidade de emergência (IVE), estande inicial e final de plantas.

Fator	IVE	Estande Inicial (1.000 plantas ha <sup>-1</sup> )	Estande Final (1.000 plantas ha <sup>-1</sup> )
<b>Carga aplicada (C)</b>			
C1	14,83 a	232,6 a	221,5 a
C2	13,87 a	238,9 a	231,1 a
C3	12,38 a	216,3 a	194,9 a
C4	12,51 a	211,1 a	195,5 a
<b>Profundidade (P)</b>			
P1	6,07 b	202,8 b	190,5 b
P2	27,35 a	239,7 a	226,4 a
P3	6,79 b	231,7 ab	215,4 ab
<b>Teste F</b>			
C	2,95 <sup>NS</sup>	1,71 <sup>NS</sup>	3,53 <sup>NS</sup>
P	423,84 <sup>**</sup>	4,96 <sup>*</sup>	4,90 <sup>*</sup>
C x P	2,04 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	17,52	15,52	15,80

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>não-significativo (p ≥ 0,005). <sup>\*</sup>significativo (p < 0,05). <sup>\*\*</sup>significativo (p < 0,01). C.V.: coeficiente de variação.

Os menores valores de IVE encontrados para a profundidade P1 podem estar associados a problemas de fechamento do sulco ocorrido durante o plantio, fazendo com que a semente ficasse

descoberta, ocasionando, desta forma, um contato inadequado entre o solo e a semente, dificultando a absorção de água pela semente, retardando, assim, o processo de emergência e reduzindo a percentagem de germinação das plântulas.

Modolo et al. (2007), ao avaliarem os efeitos da combinação entre teores de água do solo e cargas aplicadas pela roda compactadora da semeadora-adubadora sobre o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja, verificaram que os menores índices de emergência foram encontrados para as cargas entre 0 e 50 N e entre 90 e 140 N. Os autores justificam que isto pode ter ocorrido nos tratamentos compostos pelas cargas 0 e 50 N, pela formação de bolsões de ar sobre a semente, ocasionando um contato inadequado entre o solo e a semente. Enquanto que os menores valores de IVE observados, principalmente nos tratamentos compostos pela carga de 140 N, podem ter ocorrido pelo encrostamento superficial ocorrido durante os mesmos, dificultando a penetração de oxigênio, fazendo com que a planta tenha que consumir mais energia para emergir.

Prado et al. (2001), ao avaliarem os efeitos da compressão do solo e a profundidade de semeadura no índice de velocidade de emergência de plântulas de milho, observaram que a baixa compressão do solo ao redor da semente reduziu o IVE. Os autores atribuíram este fato à reduzida taxa de transmissão de água e nutrientes pela interface solo-semente-raiz.

Para o estande inicial de plantas (Tabela 1), pode-se observar que, de todos os fatores e interações estudados, apenas a profundidade de semeadura apresentou diferenças significativas. A profundidade P2 resultou em maior estande inicial de plantas, enquanto que a profundidade P1 indicou o menor estande, evidenciando menor contato entre solo-semente, ocasionando maior exposição da semente a condições inadequadas de germinação. A profundidade P3 também apresentou menor estande de plantas, principalmente pela profundidade excessiva de plantio (7,0 cm), atuando como fator de estresse para a semente, levando à emergência tardia das plântulas.

Segundo Minami e Haag (1989), a profundidade de semeadura é específica para cada espécie e, quando adequada, propicia germinação e emergência de plântulas uniformes que se traduzem na obtenção de adequado estande. Profundidades de semeaduras excessivas podem impedir que a plântula ainda frágil emerja à superfície do solo. Por outro lado, se reduzidas, predisõem as sementes a qualquer variação ambiental, como excesso ou déficit hídrico ou térmico, e podem dar origem a plântulas mais fracas.

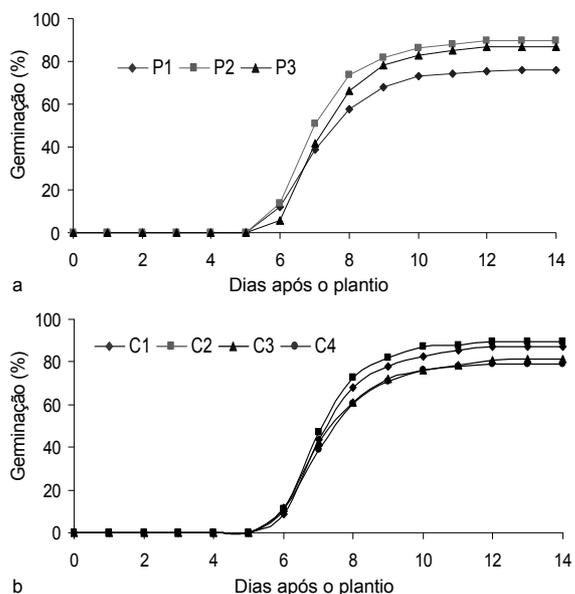
Na Tabela 1 são apresentados os valores médios do estande final de plantas, onde se verifica que não foram encontradas diferenças significativas para as cargas aplicadas pela roda compactadora e que não houve interação entre os fatores carga e profundidade.

Ao decorrer do ciclo da cultura, observa-se que houve redução do estande final de plantas, quando comparado com o estande inicial. Porém, esta redução já é esperada pelas condições adversas que venham a inibir algumas plantas.

#### Marcha de emergência de plantas

A marcha de emergência das plântulas de feijão, em função das profundidades de semeadura e das cargas aplicadas pela roda compactadora sobre a semente, é apresentada na Figura 2a e b, respectivamente, onde se observa que houve incremento no número de plantas emergidas, no período compreendido entre o sexto e o décimo dia após o plantio.

Constatou-se também que 50,6% das sementes semeadas na profundidade P2 (5,0 cm) emergiram aos sete dias após a semeadura, enquanto que, na mesma data, somente 41,6 e 38,9% das sementes semeadas nas profundidades P3 (7,0 cm) e P1 (3,0 cm), respectivamente, atingiram a emergência. A velocidade de emergência é um fator importante no estabelecimento da cultura, uma vez que, quanto maior o período em que as sementes ficam no interior do solo, maiores as chances de as sementes serem atacadas por fungos e insetos do solo.



**Figura 2.** Marcha de emergência das plântulas de feijão, em função da profundidade de semeadura (a) e em função da carga aplicada pela roda compactadora sobre a semente (b).

Avaliando-se o efeito do fator carga aplicada na emergência (Figura 2b), verifica-se que esta ocorreu de forma semelhante para todas as cargas avaliadas e que a porcentagem de plântulas emergidas variou de 79,2 a 89,6% para as cargas C4 (190 N) e C2 (60 N), respectivamente.

Silva et al. (2004), ao avaliarem o efeito de três níveis de carga aplicada pela roda compactadora e três profundidades de semeadura na emergência e produção de soja, encontraram resultados semelhantes aos aqui apresentados.

#### Altura de plantas, massa seca da raiz e da parte aérea

Para a altura de plantas (Tabela 2), verifica-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos e nem interação entre os mesmos.

Porém, ao se analisar a Tabela 2, percebe-se a tendência de plantas maiores na profundidade P2 (5,0 cm) a qual apresenta o maior estande final de plantas. Este maior estande final pode influenciar a altura das mesmas, pois, segundo Moore (1991), o maior sombreamento, provocado por densidades elevadas, promove maior altura da planta, em função do aumento da competição entre as plantas por luz.

Com relação à massa seca da parte aérea das plantas, pode-se observar que não foram encontradas diferenças significativas para as cargas aplicadas pela roda compactadora e não houve interação entre os fatores carga e profundidade (Tabela 2). Quanto à profundidade de semeadura, observa-se que houve diferenças significativas e que a profundidade P2 apresentou os maiores valores. Isto pode ser explicado, uma vez que a profundidade P2 apresentou tendência de maior altura de plantas, influenciando positivamente a maior massa seca da parte aérea nesta profundidade.

**Tabela 2.** Síntese da análise de variância e do teste de médias para os valores médios da altura de plantas, massa seca da parte aérea e da raiz.

Fator	Altura de plantas (cm)	Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Massa seca da raiz (g planta <sup>-1</sup> )
Carga aplicada (C)			
C1	16,30 a	3,25 a	3,83 a
C2	16,49 a	3,35 a	4,02 a
C3	17,29 a	3,46 a	3,94 a
C4	16,75 a	3,11 a	3,84 a
Profundidade (P)			
P1	16,34 a	3,13 b	3,82 a
P2	17,12 a	3,64 a	3,85 a
P3	16,66 a	3,10 b	4,05 a
Teste F			
C	0,46 <sup>NS</sup>	1,15 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>
P	0,50 <sup>NS</sup>	6,45 <sup>NS</sup>	0,40 <sup>NS</sup>
C x P	0,54 <sup>NS</sup>	1,44 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	13,25	14,58	20,24

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>não-significativo (p ≥ 0,005). \*significativo (p < 0,05). \*\*significativo (p < 0,01). C.V.: coeficiente de variação.

Grotta et al. (2008), ao avaliarem o efeito da profundidade de semeadura e a compactação do solo sobre a semente, na emergência e produtividade do amendoim, também não encontraram diferenças significativas da compactação do solo sobre a semente em relação à massa seca da parte aérea.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios da massa seca da raiz, onde se nota que não foram encontradas diferenças significativas tanto para as cargas aplicadas pela roda compactadora quanto para as diferentes profundidades de semeadura, bem como para a interação entre os fatores carga e profundidade. Porém, observa-se tendência de maior massa seca da raiz nas maiores profundidades de semeadura.

### Conclusão

A semeadura realizada a 5,0 cm de profundidade apresentou o melhor índice de velocidade emergência, quando comparada às profundidades de 3,0 e 7,0 cm.

A profundidade de semeadura influenciou significativamente o estande inicial, o estande final de plantas e a massa seca da parte aérea, e a profundidade P2 (5,0 cm) apresentou os maiores valores.

A combinação entre cargas aplicadas pela roda compactadora e profundidades de semeadura não influenciaram a altura de plantas e massa seca da raiz.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

### Referências

- ABRECHT, D. G. No-till crop establishment on red earth soils at Katherine, Northern Territory: effect of sowing depth and firming wheel pressure on the establishment of cowpea, soybean and maize. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 29, n. 3, p. 397-402, 1989.
- BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVEZ, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 247-247, 2008.
- BROWN, A. D.; DEXTER, A. R.; CHAMEN, W. C. T.; SPOOR, G. Effect of soil macroporosity and aggregate size on seed-soil contact. **Soil and Tillage Research**, v. 38, n. 3, p. 203-216, 1996.
- CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; SILVA, R. P. Profundidades de semeadura do milho e cargas aplicadas na roda

compactadora da semeadora. **Revista Brasileira de Ciências Agrária**, v. 2, n. 2, p. 156-160, 2007.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; REZENDE, L. C.; SOUZA e SILVA, S. S.; LEITE, M. A. S. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho a diferentes profundidades de semeadura. **Engenharia na Agricultura**, v. 9, n. 3, p. 147-53, 2001.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N.; CORTEZ, J. W.; ALVES, P. J. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo sobre a semente na produtividade do amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 547-552, 2008.

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

JOHNSON, W. J.; BUCHELE, W. F. Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn. **Transactions of the ASAE**, v. 4, n. 2, p. 170-174, 1961.

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

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. Campinas: Fundação Cargil, 1989.

MODOLO, A. J.; FERNANDES, H. C.; SCHAEFER, C. E. G.; SANTOS, N. T.; SILVEIRA, J. C. M. Efeito do teor de água do solo e da carga aplicada pela roda compactadora na velocidade de emergência da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 5, p. 587-592, 2007.

MOORE, S. H. Uniformity of planting effect on soybean population parameters. **Crop Science**, v. 31, n. 4, p. 1049-1051, 1991.

NABI, G.; MULLINS, C. E.; MONTEMAYOR, M. B.; AKHTAR, M. S. Germination and emergence of irrigate cotton in Pakistan in relation to sowing depth and physical properties of the seedbed. **Soil and Tillage Research**, v. 59, n. 2, p. 33-44, 2000.

NETO, R. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 611-617, 2008.

PHILLIPS, R. E.; KIRKHAN, D. Mechanical impedance and corn seedling root growth. **Soil Science Society America Proceedings**, v. 26, n. 4, p. 319-322, 1962.

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

REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C.; FRIZZONE, J. A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade

de aplicação de água. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 503-511, 2004.

SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; DE PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1998. p. 19-53.

SILVA, R. P.; CORÁ, J. E.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Ação de rodas compactadoras de semeadoras submetidas a cargas verticais na deformação do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 839-847, 2005.

SILVA, R. P.; TEIXEIRA, F. A. C.; CAMPOS, M. A. O. Efeito da profundidade de semeadura e da carga aplicada sobre a roda compactadora no desenvolvimento da soja

(*Glycine max*). **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 3, p. 169-176, 2004.

STOUT, B. A.; BUCHELE, W. F.; SNYDER, F. W. Effect of soil compaction on seedling emergence under simulated field conditions. **Agricultural Engineering**, v. 42, n. 3, p. 68-71, 1961.

*Received on July 3, 2008.*

*Accepted on March 18, 2009.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.