

## Desenvolvimento inicial de soja submetida a níveis de densidade do solo em diferentes profundidades de semeadura

Eduardo Pedroso Ferreira<sup>1</sup>; Mariana Silva Queiroz<sup>1</sup>; Rafael Alves da Silva<sup>1</sup>; Ricardo Leonel Silva<sup>1</sup>; Carlos Eduardo da Silva Oliveira<sup>2\*</sup>; Tiago Zoz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, Mato Grosso do Sul.

<sup>2</sup> Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, Mato Grosso do Sul.

<sup>3</sup> Prof. Adjunto, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, Mato Grosso do Sul.

\*carllos\_eduard@hotmail.com

**Resumo:** Atualmente a soja vem sendo cultivada em extensas áreas no país, devido a sua alta produtividade e rentabilidade, porém a produtividade pode ser afetada pela profundidade de semeadura e o plantio em solos com camada compactadas. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento inicial de soja, quando submetido a diferentes níveis de densidade do solo e profundidade de semeadura. O experimento foi desenvolvido entre os meses de setembro e novembro de 2017, em cultivo protegido. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 3. O primeiro fator foi constituído por duas profundidades de semeadura: 3,0 e 6,0 cm. O segundo fator foi composto por três densidades do solo: 1,47, 1,77 e 2,07 Mg m<sup>-3</sup>. As unidades experimentais foram compostas a partir de anéis três anéis de PVC com diâmetro de 100 mm sobrepostos. Aos 30 dias após a semeadura foram analisadas as seguintes variáveis: altura de planta, índice relativo de clorofila, massa seca de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular em cada uma das três camadas de solo e a massa seca total de planta. Para as camadas de solo de 15-20 e 20-40 cm foi constatado interação entre a densidade do solo e a profundidade de semeadura sobre a massa seca do sistema radicular. Em solos com alta densidade, a semeadura mais profunda resulta em melhor distribuição do sistema radicular na camada de solo de 0-40 cm, entretanto, sem efeitos positivos para a parte aérea.

**Palavras-chave:** *Glycine max*; compactação do solo; sistema radicular; solo arenoso.

## Initial development of soybean submitted to levels of soil density at different sowing depths

**Abstract:** Currently, soybean has been grown in large areas in the country due to its high productivity and profitability, but productivity can be affected due to sowing depth and planting in compacted soil. The objective of this study was to evaluate the initial soybean growth, when submitted to different levels of soil density and sowing depth. The experiment was carried out between September and November 2017 in protected cultivation. The experimental design was a randomized block design with four replications, in a 2 x 3 factorial scheme. The first factor consisted of two seeding depths: 3.0 and 6.0 cm. The second factor was composed of three soil densities: 1.47, 1.77 and 2.07 Mg m<sup>-3</sup>. The experimental units were composed of overlapping PVC rings with a diameter of 100 mm. At 30 days after sowing, the following variables were evaluated: plant height, relative chlorophyll index, leaf dry mass, dry shoot mass, dry mass of the total root system and in each one of the three soil layers and the total plant dry mass. For the soil layers of 15-20 and 20-40 cm, it was observed an interaction between soil density and seeding depth on the dry mass of the root system. In soils with high density, the deep seeding results in a better distribution of the root system in the soil profile, without positive effects for the aerial part.

**Keywords:** *Glycine max*, compaction of the soil, root system, sandy soil

## Introdução

A soja é uma commodity importante com diversas aplicações, desde ingrediente constituinte na ração animal até a produção biodiesel. No Brasil, a cultura da soja é a maior fonte de óleo comestível e, é um ingrediente essencial na dieta animal (FAO, 2017). Devido sua rentabilidade, muitos produtores na região do Cerrado brasileiro estão começando a

cultivar soja em áreas que eram anteriormente ocupadas com pastagem, que possuem menor valor em relação a regiões já agricultáveis (LIMEDE *et al.*, 2018).

Um dos principais problemas encontrados no desenvolvimento da soja no cerrado é a compactação do solo, que ocorre devido ao tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas ou quando realizado gradagem com elevada umidade do solo (CARVALHO JÚNIOR, FONTES e COSTA, 1998). Segundo Reichert, Suzuki e Reinert (2007) apesar do uso operacional de máquinas e implementos agrícolas serem eficientes, proporcionando acréscimos na produção agrícola atual, o tráfego excessivo decorrente do número de operações é o principal agente responsável por causar compactação em solos.

A compactação do solo é um processo que altera a estrutura física do solo, principalmente por aumentar sua densidade, por reduzir a porosidade e a permeabilidade, em consequência reduz a disponibilidade de água e nutrientes (SECCO *et al.*, 2004). Em solos compactados as raízes das plantas possuem menor desenvolvimento por impedimento mecânico, limitando o volume de solo explorado e a capacidade de absorção de água e nutrientes, resultando na absorção ineficiente dos nutrientes disponíveis (BEULTER e CENTURION, 2004).

No sistema de produção de soja, a sementeira constitui-se numa das mais importantes etapas de todo o processo produtivo, portanto, para se obter um estande uniforme, deve se atentar a profundidade de sementeira, uma vez que é específica para cada espécie, assim propiciando a germinação e emergência adequada. Excessivas profundidades de sementeira podem prejudicar o processo de emergência da plântula, por outro lado, sementeira muito próxima a superfície do solo tornam as sementes vulneráveis a quaisquer fatores ambientais e climáticos que possam dar origem a plântulas de menor vigor (LIMEDE *et al.*, 2018).

A formação adequada do estande está diretamente ligada a produtividade da cultura, estes processos estão relacionados com a profundidade que a semente está disposta no solo (PACHECO *et al.*, 2010). As características do solo influenciam na escolha da profundidade de sementeira ideal, o uso de profundidades menores que 5 cm podem reduzir a emergência de plantas, quando em solos arenosos (EMBRAPA, 2011).

Estudos realizados por Grotta *et al.* (2008) demonstram que não existe interação da profundidade de sementeira com compactação do solo, pois quando a semente de amendoim é semeada a 8 cm de profundidade aumentou tempo para emergência e reduziu a produtividade, massa seca da parte aérea e massa de grãos em relação ao semeado a 4 cm, porém ao submeter a quatro níveis de compactação só verificou influência sobre altura de

plantas, entretanto não verificou influência da compactação e de profundidade de semeadura no desenvolvimento do sistema radicular.

Este trabalho foi elaborado com base na hipótese de que a semeadura mais profunda da soja em áreas com problemas de compactação pode favorecer o crescimento da planta mediante uma melhor distribuição do sistema radicular ao longo do perfil do solo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial da soja, semeado com diferentes profundidades em solo compactado.

## Material e Métodos

### *Localização e caracterização experimental*

O experimento foi conduzido entre os meses de setembro e novembro de 2017, sob cultivo protegido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – Unidade Universitária de Cassilândia, localizada no município de Cassilândia – MS (latitude: 19°05'30,50" longitude: 51°05'55,64" e altitude: 510 metros).

O solo utilizado é classificado como Neossolo Quartzarênico (SANTOS *et al.*, 2013), coletado em área de mata nas camadas de 0-20 e 20-40, secados a sombra e peneirados em malha de 5 mm. Antes da implantação do experimento, coletou-se uma amostra do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 para caracterização química e granulométrica do solo (Tabela 1).

**Tabela 1** - Características químicas nas camadas 0-20 e 20-40 do solo utilizado no experimento.

Camada	P <sup>(1)</sup>	MO	pH	CTC	H+Al	Al	Ca	Mg	K <sup>(2)</sup>	V	Al
cm	mg.dm <sup>-3</sup>	g.dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			-----%-----			
0-20	8,9	15,7	4,6	6,1	3,5	0,18	1,10	1,30	0,21	42,7	6,5
20-40	6,6	10,1	4,5	4,6	2,9	0,44	0,50	1,00	0,18	36,7	20,8
Camada	Argila				Silte				Areia		
cm	-----g dm <sup>-3</sup> -----										
0-20	90				50				860		
20-40	90				75				835		

(1) Extrator Melich - 1.

### *Delineamento experimental*

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 3. O primeiro fator foi constituído por duas profundidades de semeadura: 3,0 e 6,0 centímetros. O segundo fator foi composto por três densidades do solo: 1,47; 1,77 e 2,06 Mg m<sup>-3</sup>.

### ***Implantação e condução do experimento***

Cada unidade experimental foi constituída por vasos montados através de três anéis de PVC (policloreto de vinila) com 100 mm de diâmetro sobrepostos e com alturas de 15 cm (anel superior), 5 cm (anel intermediário), e 20 cm (anel inferior). No lado interno de cada anel, foi aplicado cola e posteriormente areia grossa para evitar que as raízes se desenvolvessem entre a parede dos anéis e o solo. Em cada extremidade do anel, foi passado fita adesiva branca, de modo a facilitar a separação das seções para avaliação das camadas e para que não houvesse penetração de luz solar nas emendas. As seções foram unidas com fita adesiva autocolante, de maneira a permitir separação na avaliação em camadas. Na base do anel inferior, foi acoplado um saco plástico para mudas de 1,5 L, de modo a limitar o desenvolvimento das raízes ao interior dos vasos e para que não houvesse perda de solo.

Para confecção dos vasos, foi utilizado duas profundidades de solo, sendo a camada de 0 - 20 cm nos anéis superior e intermediário, e de 20 - 40 cm no anel inferior, simulando o perfil do solo encontrado no campo. Nos anéis superiores e inferiores, foi adotada a densidade de solo de  $1,47 \text{ Mg m}^{-3}$ . No anel intermediário (5 cm), para obtenção das densidades de solo determinadas como tratamento, foi utilizado um conjunto compactador confeccionado em madeira, com um diâmetro ligeiramente menor que o do anel de PVC, composto por uma haste de ferro, com peso aproximado de 7,2 kg a qual foi impulsionado quantas vezes fosse necessário para acondicionar uma massa conhecida de solo em um anel de volume conhecido, fazendo com o que o mesmo ficasse com a densidade de solo determinada como tratamento.

Para a semeadura da soja foi utilizado a cultivar Desafio. Foram colocadas três sementes por vaso e após a estabilização da emergência foi realizado desbaste, permanecendo apenas uma planta por vaso. A rega foi realizada diariamente aplicando-se a quantidade de água equivalente a uma precipitação de 10 mm.

A adubação foi realizada com a aplicação  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio na forma de ureia,  $110 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de superfosfato simples e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio. As fontes de nutrientes foram diluídas em água e aplicadas juntamente com a água de irrigação.

### ***Avaliações Realizadas***

Aos 30 dias após a semeadura foram realizadas as seguintes avaliações: diâmetro do caule (mm): foi obtida com paquímetro no terço médio do primeiro entrenó do caule; altura de planta (cm): foi obtida com uma régua, sendo a distância entre a superfície do solo e o

ponto mais alto da planta; índice relativo de clorofila: foi obtido com clorofilômetro Apogee modelo CCM 200 plus.

As plantas foram cortadas rente ao solo com auxílio de tesoura de poda. Após o corte as plantas foram separadas em folhas e caule e levadas para secagem em estufa com ventilação forçada a 65° C por 72 horas e posteriormente foram pesadas. A partir dos valores obtidos, foi estimada a massa seca de folhas, caule e massa seca da parte aérea, estimada pela soma da massa seca de folhas e a massa seca de caule.

Após avaliação de parte aérea, os vasos foram desmontados e as raízes presentes em cada anel foram separadas do solo em água corrente, com auxílio de peneiras e, submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65° C por 72 horas e posteriormente pesadas. Foi obtida a matéria seca do sistema radicular no anel superior (0 - 15 cm), no anel compactado (15 - 20 cm) e no anel inferior (20 - 40 cm). A partir da soma das massas secas do sistema radicular de cada anel foi obtida a massa seca total do sistema radicular.

A massa seca total de plantas foi estimada como a soma da massa seca da parte aérea e a massa seca total do sistema radicular.

### **Análise Estatística**

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homocedasticidade e quando necessário foram transformados em  $\sqrt{x}$ . Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e, a significância dos quadrados médios obtidos foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes às profundidades de semeadura foram comparadas pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. As médias referentes à densidade do solo foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **Resultados e Discussão**

Para as camadas de solo de 15-20 e 20-40 cm foi constatado interação entre a densidade do solo e a profundidade de semeadura sobre a massa seca do sistema radicular (Tabelas 2). Não foi constatada influência da densidade do solo e da profundidade de semeadura sobre a massa seca do sistema radicular na cama de 0 - 15 cm (Tabela 2).

Para a camada de 15 - 20 cm, com a profundidade de semeadura de 3,0 cm foi verificado maior massa seca de raiz com a densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup>. Não foi verificado diferença para a massa seca de raiz nas densidades de 1,77 e 2,06 Mg m<sup>-3</sup>. Dados semelhantes foram constatados por Lipiec *et al.* (1991) que destacam que com o aumento da compactação

do solo, houve uma maior concentração de raízes da soja na camada de solo mais superficial (0 - 10 cm).

**Tabela 2** - Massa seca do sistema radicular de plantas de soja cultivadas com duas profundidades de semeadura em diferentes densidades de solo nas camadas de solo de 0 - 15, 15 - 20, 20 - 40 cm de profundidade.

Densidade do solo	Camada de solo					
	0 - 15 cm		15 - 20 cm		20 - 40 cm	
	3,0 cm	6,0 cm	3,0 cm	6,0 cm	3,0 cm	6,0 cm
Mg m <sup>-3</sup>	g planta <sup>-1</sup>					
1,47	3,55	3,22	1,81aA	0,61bB	1,26aA	0,85aA
1,77	2,79	2,66	0,62bA	0,81abA	1,06aA	0,94aA
2,06	3,85	3,19	0,63bB	1,33aA	0,13bB	0,53aA
C.V.(%)	20,10		19,42		26,33	

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey e teste F respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Na profundidade de semeadura de 6,0 cm verificou-se maior massa seca do sistema radicular na camada de 15 - 20 cm com a densidade do solo de 2,06 Mg m<sup>-3</sup> em relação a densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup>. A massa seca do sistema radicular na densidade de 1,77 Mg m<sup>-3</sup> não diferiu das demais densidade do solo.

Com relação a massa seca de raiz do fator profundidade de semeadura dentro do fator densidade do solo, constatou-se que para a densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup> a semeadura na profundidade de 3,0 resultou em maior massa seca do sistema radicular na camada de 15 - 20 cm em relação a semeadura com 6,0 cm de profundidade. Porém, na densidade de solo de 2,06 Mg m<sup>-3</sup>, ocorreu o inverso, observando-se maior massa seca do sistema radicular com a profundidade de 6,0 cm em relação a profundidade de 3,0 cm. Não houve diferença entre as profundidades de semeadura quanto a massa seca do sistema radicular na densidade de solo de 1,77 Mg m<sup>-3</sup>.

Na camada de 20 - 40 cm, para a profundidade de semeadura de 3,0 cm foi constatada maior massa seca do sistema radicular nas densidades de solo de 1,47 e 1,77 Mg m<sup>-3</sup> em relação a densidade de 2,06 Mg m<sup>-3</sup>. Não foi verificada diferença entre a densidade do solo quanto a massa seca do sistema radicular com a semeadura com 6,0 cm de profundidade.

Quanto a massa seca de raiz do fator profundidade de semeadura dentro do fator densidade do solo na camada de 20 - 40 cm, não houve diferença entre as profundidades de semeadura nas densidades de solo de 1,47 e 1,77 Mg m<sup>-3</sup>, porém, para a densidade de 2,06 Mg m<sup>-3</sup> verificou-se maior massa seca de raiz com a semeadura na profundidade de semeadura de 6,0 cm em relação a 3,0 cm.

De acordo com Bengough e Mullins (1990), o menor desenvolvimento radicular em solos com maiores densidades ocorre devido a uma menor taxa de alongação celular em como consequência da redução da taxa de divisão celular do meristema radicular. Devido a camada compactada, há uma menor porosidade do solo, a ponto de impedir que a raiz principal consiga romper a camada compactada, levando a planta a expandir suas raízes laterais com menores diâmetro para que compense esse efeito da compactação, formando um sistema radicular muito raso e denso, que em condições de seca no campo, possui maiores condições de sobreviver (CAMARGO e ALLEONI, 1997).

Quanto a porcentagem do sistema radicular, constatou-se que houve interação entre os fatores de densidade do solo e profundidade de semeadura para a porcentagem do sistema radicular nas três camadas de solo avaliadas (Tabela 3). Na camada de 0 - 15 cm, com a semeadura na profundidade de 3,0 cm, verificou-se que na densidade de 2,06 Mg m<sup>-3</sup> houve maior concentração do sistema radicular em relação a densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup>. Não foi constatada diferença na densidade de 1,77 Mg m<sup>-3</sup> em relação as demais densidade do solo com a semeadura na profundidade de 3,0 cm. Não houve influência da densidade do solo sobre a porcentagem de sistema radicular na camada de 0 - 15 cm com a semeadura na profundidade de 6,0 cm.

Entre as profundidades de semeadura dentro do fator densidade do solo na camada de 0-15 cm, verificou-se que com a semeadura na profundidade de 3,0 cm houve maior porcentagem do sistema radicular em relação a semeadura na profundidade de 6,0 cm. Para as demais densidades do solo não foi constatado influência da profundidade de semeadura na porcentagem do sistema radicular na camada de 0 - 15 cm.

**Tabela 3** - Porcentagem do sistema radicular de plantas de soja cultivadas com duas profundidades de semeadura em diferentes densidades de solo nas camadas de solo de 0 - 15, 15 - 20, 20 - 40 cm de profundidade.

Densidade do solo	Camada de solo					
	0 - 15 cm		15 - 20 cm		20 - 40 cm	
	3,0 cm	6,0 cm	3,0 cm	6,0 cm	3,0 cm	6,0 cm
Mg m <sup>-3</sup>	----- % -----					
1,47	52,53bA	68,40aA	27,54aA	13,03aB	19,93aA	18,56aA
1,77	63,69abA	60,69aA	14,62bA	18,69aA	21,69aA	20,62aA
2,06	82,28aA	61,93aB	14,68bB	26,74aA	3,04bB	11,33aA
C.V.(%)	8,68		18,53		21,77	

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey e teste F respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Na camada de solo de 15 - 20 cm, na profundidade de 3,0 cm, verificou-se maior porcentagem do sistema radicular na densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup> em relação as demais profundidades. Não houve diferença entre as densidades de 1,77 e 2,06 Mg m<sup>-3</sup>. Na profundidade de semeadura de 6,0 cm não foi constatada influência da densidade do solo sobre a porcentagem do sistema radicular na camada de solo de 15 - 20 cm.

Comparando-se as profundidades de semeadura dentro do fator densidade do solo na camada de 15 - 20 cm, verificou-se que na densidade de 1,47 Mg m<sup>-3</sup> a semeadura com 3,0 cm de profundidade resultou em maior porcentagem de sistema radicular em relação a semeadura com 6,0 cm de profundidade. Para a densidade de 2,06 Mg m<sup>-3</sup>, verificou-se que a semeadura na profundidade 6,0 cm resultou e maior porcentagem do sistema radicular em relação a profundidade de 3,0 cm. Na densidade de solo de 1,77 Mg m<sup>-3</sup> constatou-se que não houve influência da profundidade de semeadura.

Na camada de solo de 20 - 40 cm, observou-se que na semeadura de 3,0 cm de profundidade, a maior porcentagem de raiz ocorreu nas densidades de 1,47 e 1,77 Mg m<sup>-3</sup> em relação a densidade de 2,06 Mg m<sup>-3</sup>. Na profundidade de semeadura de 6,0 cm não houve influência da densidade do solo sobre a porcentagem de sistema radicular na camada de 20 - 40 cm.

Ao comparar as profundidades de semeadura dentro do fator densidade do solo na camada de 20 - 40 cm, verificou-se que não houve influência da profundidade de semeadura nas densidades de solo de 1,47 e 1,77 Mg m<sup>-3</sup>. Na densidade de solo de 2,06 Mg m<sup>-3</sup>, verificou-se maior porcentagem do sistema radicular com a semeadura na profundidade de 6,0 cm em relação a profundidade de 3,0 cm.

Não houve influência da densidade do solo e da profundidade de semeadura sobre a massa seca total do sistema radicular (Tabela 4).

**Tabela 4** - Massa seca total do sistema radicular de plantas de soja cultivadas com duas profundidades de semeadura em diferentes densidades de solo.

Densidade do solo	Profundidade de semeadura		
	3	6	Média
Mg m <sup>-3</sup>	----- g planta <sup>-1</sup> -----		
1,47	6,62	4,67	5,64
1,77	4,47	4,41	4,44
2,06	4,61	5,05	4,83
Média	5,23	4,71	-
C.V. (%)	16,11		

CV: coeficiente de variação.

De forma geral, a semeadura em maior profundidade proporcionou melhor distribuição do sistema radicular na camada de 0 a 40 cm de profundidade. Isto deve ser atribuído ao fato de que a semeadura mais profunda possibilitou a raiz principal romper a camada compactada.

Não foi constatada interação entre a profundidade de semeadura e a densidade do solo para altura da planta, diâmetro do caule, índice relativo de clorofila, massa seca de folha, massa seca de caule, massa seca de parte aérea, e massa seca total (Tabela 5). Também não foi constatada influência da profundidade de semeadura sobre a altura da planta, diâmetro do caule, índice relativo de clorofila, massa seca de folha, massa seca de caule, massa seca de parte aérea, e massa seca total.

**Tabela 5** - Altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), índice relativo de clorofila (IRC), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTO) de plantas de soja cultivadas com duas profundidades de semeadura em diferentes densidades de solo.

Profundidade de semeadura	ALT cm	DIAM mm	IRC -	MSF ----- g/planta -----	MSC	MSPA	MSTO
3,0 cm	18,83	4,60	10,99	0,82	0,68	1,51	6,74
6,0 cm	18,93	4,85	11,36	0,84	0,69	1,53	6,24
Densidade do solo							
1,47 Mg m <sup>-3</sup>	19,46 a	4,85	11,99 a	0,86	0,73	1,60	7,24
1,77 Mg m <sup>-3</sup>	18,69ab	4,51	11,15ab	0,81	0,65	1,45	5,89
2,06 Mg m <sup>-3</sup>	18,50 b	4,81	10,37 b	0,81	0,69	1,50	6,33
C.V(%)	1,78	3,87	4,11	7,49	9,41	8,22	13,32

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foram constatados maiores médias de altura de planta e índice relativo de clorofila na densidade de solo de 1,47 Mg m<sup>-3</sup> em relação a densidade do solo de 2,06 Mg m<sup>-3</sup> (Tabela 4). As médias de altura de planta e índice relativo de clorofila na densidade de 1,77 Mg m<sup>-3</sup> não diferiram das demais densidades do solo.

Os maiores valores de altura de planta e de índice relativo de clorofila podem ser atribuídos ao fato de que nas menores densidades de solo, o sistema radicular das plantas consegue explorar o solo com maior eficiência, absorvendo maiores quantidades de água e nutrientes resultando em plantas maiores e mais bem nutridas. Argenta *et al.* (2001) destacou que para a cultura do milho, quanto maior for o nível da densidade do solo menor será o índice de clorofila presente as folhas.

Não foi observado influência da densidade do solo sobre as variáveis diâmetro do caule, massa seca de folhas, massa seca do caule, massa seca da parte aérea e massa seca total. A ausência de influência da densidade do solo e da profundidade de semeadura para estas variáveis está associado ao período de condução do experimento.

### Conclusão

Em solos com alta densidade, a semeadura mais profunda resulta em melhor distribuição do sistema radicular na camada de solo de 0-40 cm, entretanto, sem efeitos positivos para a parte aérea, até os 30 dias após a emergência.

### Referências

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FOSTHOFER, E. L.; BENGHOUGH, A.G.; MULLINS, C.E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **Journal of Soil Science**, v. 41, p. 341-358, 1990.

BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 581-588, 2004.

CARVALHO JÚNIOR, I. A.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. Modificações causadas pelo uso e a formação de camadas compactadas e/ou adensadas, em um Latossolo Vermelho Escuro textura média na região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 22, p. 505-514, 1998.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil-2012/2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

FAO. Food And Agriculture Organization (2017) **Technology of production of edible flours and protein products from soybeans**. Chapter 1. Available in: <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e02.htm>, acesso in: 23/07/2018.

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**, Lavras, v. 32, p. 547-552, 2008.

KOONSTRA, M. J.; SCHOONDERBEEK, D.; BOONE, F. R.; VEEN, B.W.; NOORDWIJK, M. Van. Root-soil contact of maize as measured by a thin-section technique. II- Effects of soil compaction. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 139, p. 119-129, 1992.

LIMEDE, A. C.; OLIVEIRA, C. E. S.; ZOZ, A.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; ZOZ, T. Effects of seed size and sowing depth in the emergence and morphophysiological development of soybean cultivated in sandy texture soil, **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, p. 93-98, 2018.

LIPIEC, J.; HAKANSSON, I.; TARKIEWICZ, S.; KOSSOWSKI, J. Soil physical properties and growth of spring barley related to the degree of compactness of two soils. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 19, p. 307-317, 1991.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; PETTER, F. A. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies forrageiras utilizadas para cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, 2010.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 5, p. 49-134, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA, Ed.3, p.353, 2013.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ROS, C. O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 28, p. 797-804, 2004.

STREIDER, M. L.; relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 13, p. 158-167, 2001.

TILLMANN, M. A. A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, p. 260-263, 1994.