

## Desenvolvimento de plantas de cártamo sob diferentes níveis de compactação do solo

Vander Fabio Silveira<sup>1</sup>  
Jair Antonio Cruz Siqueira<sup>1</sup>  
Reginaldo Ferreira Santos<sup>1</sup>  
Bruna de Villa<sup>1</sup>  
Luciene Kazue Tokura<sup>1</sup>  
Pablo Chang<sup>1</sup>

### Resumo

A cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) tem sido estudada por ser uma alternativa bastante promissora para a produção de biodiesel. Assim, estudos relacionados ao desenvolvimento inicial das plantas de cártamo em Latossolo argiloso apresentam grande importância, principalmente por essa classe de solo predominar no estado do Paraná. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo analisar diferentes níveis de compactação e seus reflexos no desenvolvimento inicial na cultura do cártamo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições. O experimento foi conduzido em estufa de polietileno, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, na cidade de Cascavel. O solo utilizado foi um Latossolo argiloso, onde o mesmo foi alocado em colunas de PVC sobrepostos com três divisões (anel inferior, anel compactada e anel superior), onde apenas o solo da parte central foi compactado nas seguintes densidades: 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 e 1,4 Mg m<sup>-3</sup>. Foram avaliados o crescimento, número de folhas, massa fresca e massa seca da parte aérea e radicular, bem como, o diâmetro do caule das plantas de cártamo. A altura de plantas, comprimento radicular, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e raiz do cártamo, não se diferenciaram em relação aos diferentes níveis de compactação.

**Palavras-chave:** oleaginosa, densidade do solo, compactação.

### Abstract

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) has been studied for being a very promising alternative for the production of biodiesel. Thus, studies related to the initial development of safflower plants in clayey Oxisol are of great importance, mainly because this soil class predominates in the state of Paraná. In this way, the present work aimed to analyze different levels of compaction and its reflexes in the initial development in the safflower culture. The experimental design used was completely randomized with 4 replications. The experiment was carried out in greenhouse made of polyethylene, at the State University of Western Paraná

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, PPGEA, Cascavel, Paraná. E-mail: [jair.siqueira@unioeste.br](mailto:jair.siqueira@unioeste.br)

- UNIOESTE, in the city of Cascavel. The soil used was a clayey Oxisol, where it was allocated in overlapping PVC columns with three divisions (lower ring, compacted ring and upper ring), where only the soil of the central part was compacted in the following densities: 1.0; 1.1; 1.2; 1.3 and 1.4 Mg m<sup>-3</sup>. The growth, number of leaves, fresh weight and dry weight of the aerial and root parts were evaluated, as well as the stem diameter of safflower plants. Plant height, root length, number of leaves, stem diameter, fresh and dry mass of shoots and safflower root did not differ in relation to the different levels of compaction.

**Keywords:** oilseed, bulk density, compaction.

## Introdução

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma planta anual, do tipo herbácea, oriunda da Ásia e África, pertencente à família *Asteraceae* (PEARL; BURKE, 2014). Suas flores eram empregadas antigamente na tinturaria de tecidos no Sudeste da Ásia. Pode-se extrair ainda das flores, a cartamina que é um corante de tom vermelho, ou ainda o corante amarelo, para uso culinário. Existem aproximadamente 25 espécies e subespécies pertencentes a *Carthamus* conhecidas e catalogadas em todo o planeta (BÜLBÜL et al., 2013).

É também uma cultura de caráter econômico devido a sua grande versatilidade de propriedades (ABUD et al., 2010). O cartamo é uma oleaginosa de grande importância comercial em países como o México e a Índia, embora seja cultivada também em outros países como: EUA, Austrália e Argentina (PASCHOAL, 2016). É uma cultura resistente à baixa disponibilidade hídrica. O óleo extraído das sementes pode ser usado na alimentação (DEMPEWOLF et al., 2008), na indústria e como matéria-prima para a produção de biocombustíveis (EMONGOR, 2010).

Embora se tenha conhecimento desta cultura desde antigamente, ainda são poucas as informações referentes ao seu cultivo em solos com diferentes níveis de compactação para o desenvolvimento das plantas, visando a produção de biocombustíveis. Assim, é importante avaliar o desenvolvimento radicular das plantas de cártamo nestes solos, e uma das propriedades físicas do solo é por meio da densidade do solo. Para Ingaramo (2003), a densidade do solo é uma

propriedade variável e depende da estrutura e compactação do solo (FERREIRA et al., 2018).

O material constituinte do solo tem grande influência sobre o valor da densidade, assim como os sistemas de uso e manejo e tipo de cobertura vegetal. Os valores de densidade nos solos podem ser extremamente variáveis. Pode-se ter em solos de mesma textura densidades diferenciadas no perfil. A densidade tende a aumentar com a profundidade, variando em função de diversos fatores, como teor reduzido de matéria orgânica, menor agregação, maior compactação, diminuição da porosidade do solo, dentre outros fatores (SILVA et al., 2012).

Sua ocorrência pode ocasionar retardo no desenvolvimento das culturas, sistema radicular superficial, raízes malformadas, aumento da resistência mecânica ao crescimento radicular, além da redução na taxa de infiltração da água no solo, na macroporosidade, na aeração e na disponibilidade de água e nutrientes às plantas (PIFFER; BENEZ, 2009).

O fato da compactação resultar no aumento da resistência à penetração do solo faz com que solos sob acentuada compactação, o sistema radicular das culturas sofra modificações e limite do desenvolvimento das plantas (FAGUNDES et al., 2014).

Desta forma, tem-se grande importância estudos voltados a diferentes níveis de compactação no desenvolvimento inicial da cultura do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.).

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, na cidade de Cascavel. O solo utilizado foi o Latossolo argiloso. Foram montadas colunas com três anéis de PVC sobrepostos, com diâmetro interno de 20 cm e altura de 10 cm, para o anel superior, 5 cm, para o anel intermediário e 20 cm, para o anel inferior (Figura 1B). Os anéis foram unidos com fita adesiva, conforme método descrito por Müller et al. (2001).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, e cinco níveis de compactação do solo, correspondentes às densidades de 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 e 1,4  $\text{Mg m}^{-3}$ , respectivamente. Foram semeadas 20 sementes por unidade experimental, sendo posteriormente realizado o raleio das mesmas.



**Figura 1.** Desenvolvimento das plântulas de cártamo nos anéis de PVC sobrepostos. Semeadura (A), Emergência (B), Desbaste ou raleio das plântulas (C e D).

As colunas superior e inferior foram preenchidas com solo na densidade de  $1,0 \pm 0,02 \text{ Mg m}^{-3}$ , sendo que apenas o solo da camada central foi compactado artificialmente. Em seguida as 3 colunas foram unidas com fita adesiva plástica, para evita a perda de água e saída das raízes entre as junções, bem como para alinhamento das colunas.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Argiloso (Embrapa, 2006), o qual foi destorroado e peneirado. Sua classificação granulométrica foi de 675  $\text{g kg}^{-1}$  de argila, 285  $\text{g kg}^{-1}$  de silte e 40  $\text{g kg}^{-1}$  de areia, e densidade natural de

1,38 kg dm<sup>-3</sup>. A caracterização química dos macro e micronutrientes são encontrados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Valores de macronutrientes, fósforo (P), carbono orgânico (C), acidez do solo (pH), alumínio (Al<sup>3+</sup>), acidez potencial (H+Al), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), cálcio + magnésio (Ca+Mg), potássio (K), saturação por bases (V), do solo na camada de 0-20 cm, antes do cultivo do cártamo.

P	C	pH	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Ca+Mg	K	V
Mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----				-----%-----	
3,0	26,1	5,5	0	5,35	5,1	9,5	0,43	64,9

**Tabela 2.** Valores de micronutrientes, cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), soma de bases (S), zinco (Zn), boro (B) do solo na camada de 0-20 cm antes do cultivo do cártamo.

Cu	Fe	Mn	S	Zn	B	Argila	Silte	Areia
-----mg dm <sup>-3</sup> -----						-----g kg <sup>-1</sup> -----		
2,8	30,1	44,9	11,0	0,7	0,10	675	285	40

Após a montagem dos vasos, semeou-se as espécies, colocando-se 20 sementes por vaso. No décimo dia após a germinação foi realizado um desbaste ou raleio deixando quatro plantas por vaso. A umidade do solo foi controlada diariamente, inserindo-se 100 ml por vaso.

Para preparar os anéis da camada compactada, foram separadas porções de vinte unidades de solo com 1570,80 g; 1727,88 g; 1884,96 g; 2042,04 g e 2199,12 g, respectivamente para as densidades de 1,0 Mg m<sup>-3</sup>, 1,1 Mg m<sup>-3</sup>, 1,2 Mg m<sup>-3</sup>, 1,3 Mg m<sup>-3</sup> e 1,4 Mg m<sup>-3</sup> para em seguida ser acomodado nos anéis que formava a camada intermediária da coluna de PVC. Para acomodar a maior massa de solo nos anéis intermediários utilizou-se um disco de madeira com diâmetro de 19,5 cm (minimamente inferior ao diâmetro do tubo de PVC), auxiliados por uma ferramenta hidráulica.

Após 36 dias da emergência das plantas a parte aérea foi cortada rente ao solo sendo padronizada para todas as repetições.

Os anéis foram separados com auxílio de uma faca, em anéis superior, intermediário e inferior.

A análise estatística foi obtida por meio de regressão linear e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância no programa SISVAR (FERREIRA, 2010).



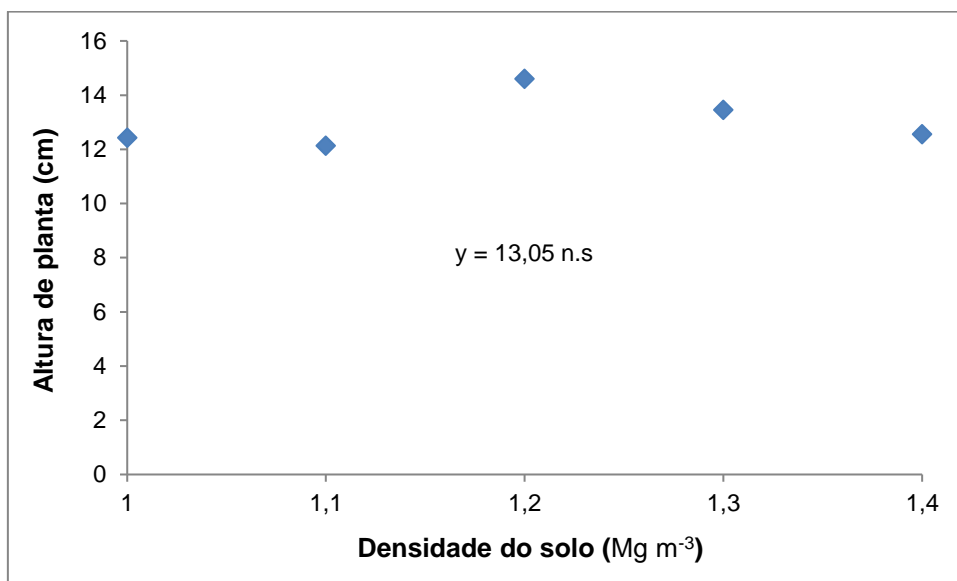
## Resultados e Discussão

Nas Figuras 2 a 9, são apresentados os valores médios da altura de plantas, comprimento radicular, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, respectivamente.

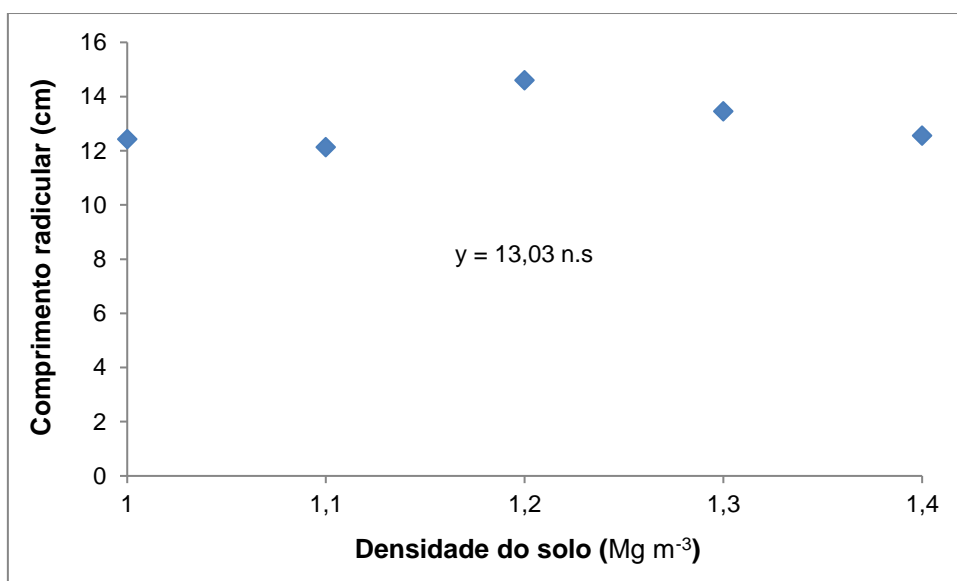
Pode se observar nas Figuras 2 a 9 que não houve diferença significativa entre todos os parâmetros do cártamo avaliados.

Na Figura 2, os resultados da altura de planta, diferiu dos encontrados por Guimarães et al. (2013), em que os níveis de compactação alteram significativamente a altura do milho.

Diferindo-se também do trabalho de Farias et al. (2013), ao avaliar a influência da compactação do solo nas características morfológicas de feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Mill sp.), houve redução significativa na altura das plantas com o aumento dos níveis de compactação. Lima et al. (2015) também observaram a influência da densidade do solo na altura das plantas de *Pennisetum glaucum*, *Urochloa brizantha*, *Crotalaria ochroleuca* e *Eleusine coracana* cv. ANPG 207.

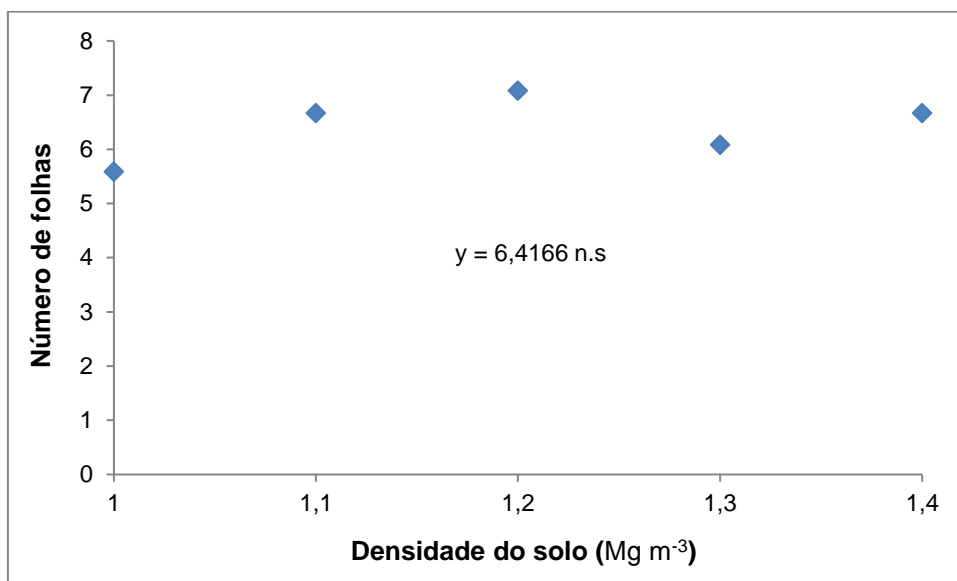


**Figura 2.** Valores médios da altura de planta em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.



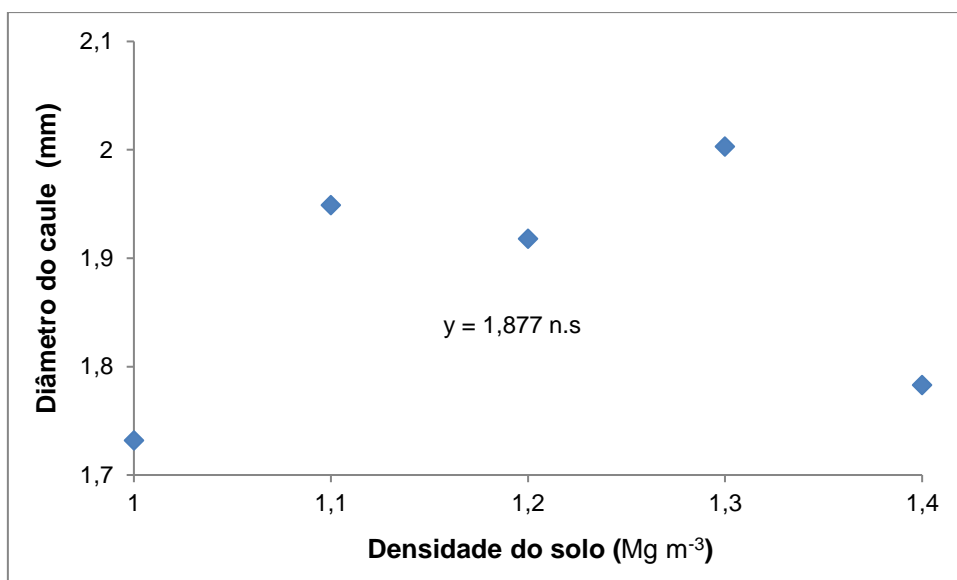
**Figura 3.** Valores médios do comprimento radicular das plantas em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.

Os resultados do número de folhas das plantas de cártamo (Figura 4) estão de acordo com Sousa et al. (2014), que avaliaram o efeito da compactação sobre o desenvolvimento inicial da cana de açúcar.



**Figura 4.** Valores médios do número de folhas das plantas em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.

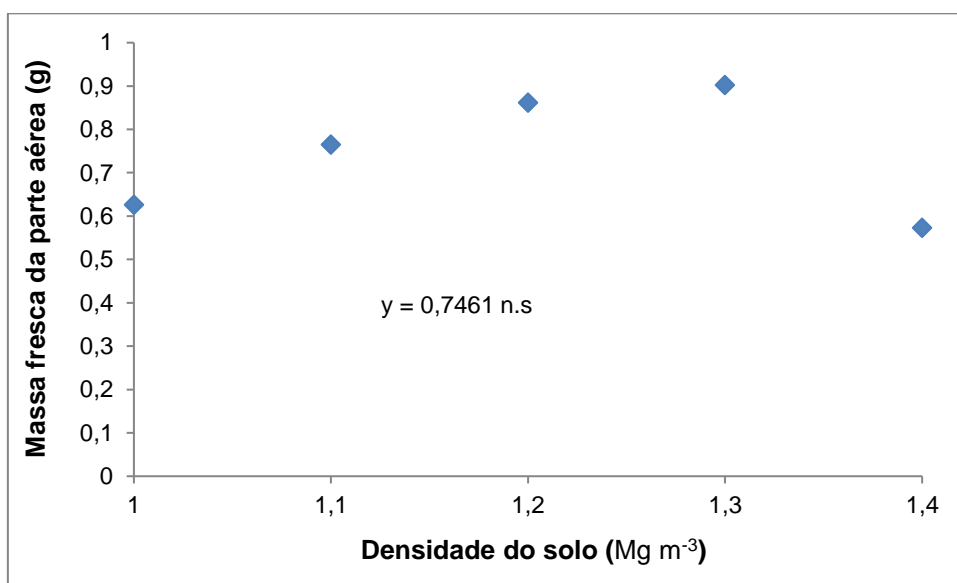
Na Figura 5, os valores do diâmetro do caule diferiram dos encontrados por Farias et al. (2013), no qual os autores observaram redução no diâmetro de caule com o aumento da compactação do solo nas espécies de feijão guandu, com o decréscimo de 38,49 e 41,18% para a primeira e segunda avaliação, respectivamente.



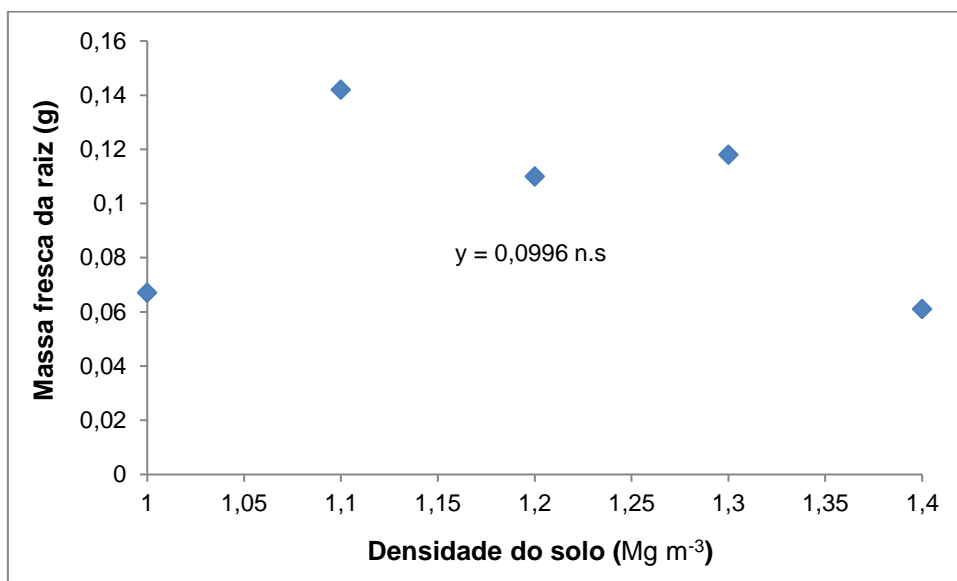
**Figura 5.** Valores médios do diâmetro do caule das plantas em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.



Na Figura 6, os valores da massa fresca da parte aérea, diferiu dos encontrados por Fagundes et al. (2014), que avaliaram o desenvolvimento de três variedades de cana de açúcar em cinco níveis de densidade do solo. Do mesmo modo que ocorreu no trabalho de Guimarães et al. (2013), em que os níveis de compactação alteram significativamente a massa fresca da parte aérea do milho.

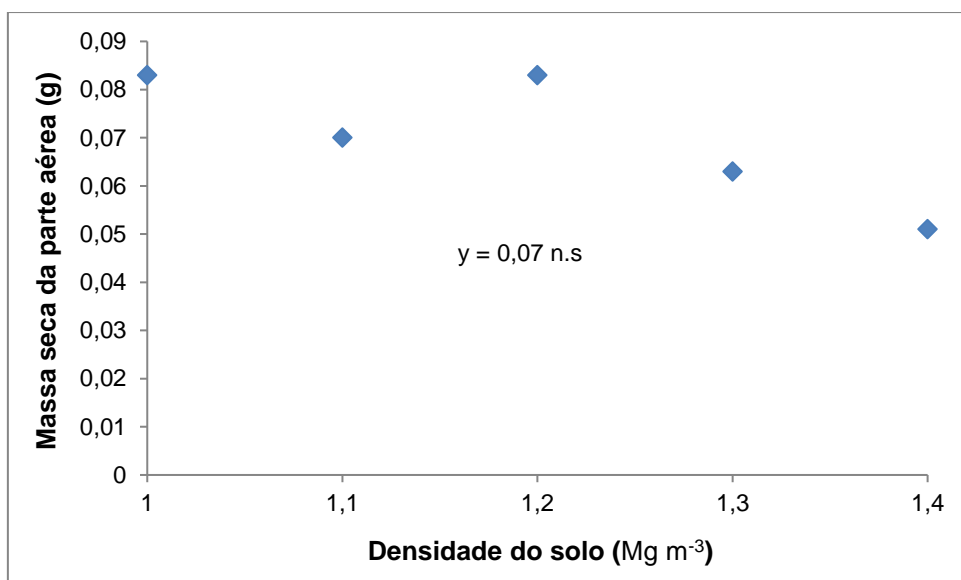


**Figura 6.** Valores médios da massa fresca da parte aérea das plantas em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.

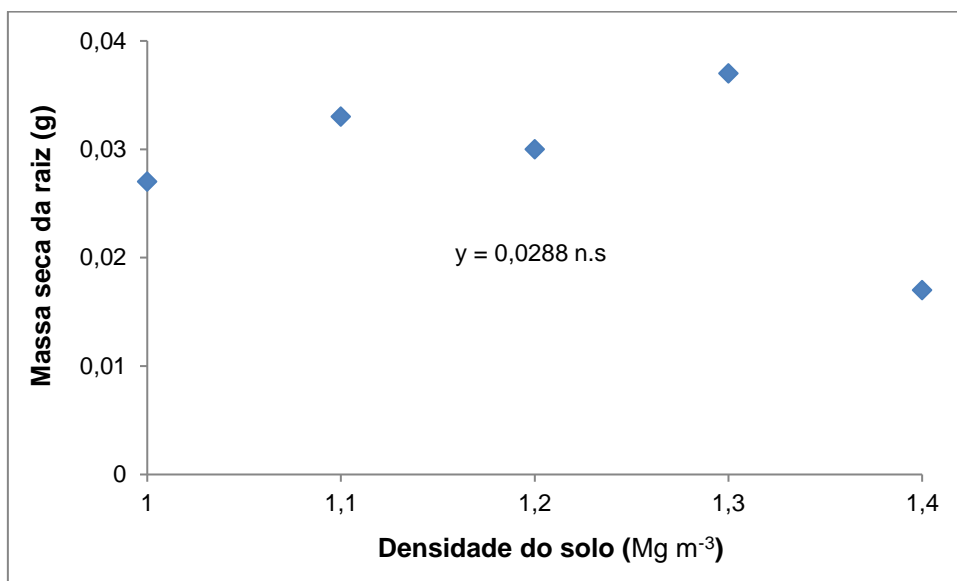


**Figura 7.** Valores médios da massa fresca da raiz das plantas em relação aos cinco níveis de densidade do solo na cultura do cãrtamo.

Na Figura 8, os valores da massa seca da parte aérea, diferiram dos encontrados por Fagundes et al. (2014), que avaliaram o desenvolvimento de três variedades de cana de açúcar em cinco níveis de densidade do solo.



**Figura 8.** Valores médios da massa seca da parte aérea das plantas em relação aos cinco níveis de densidade do solo na cultura do cãrtamo.



**Figura 9.** Valores médios da massa seca da raiz das plantas em relação aos cinco níveis densidade do solo na cultura do cártamo.

## Conclusão

Constatou-se que não houve diferença significativa entre os diferentes níveis de compactação e a altura de plantas, comprimento radicular, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e raiz do cártamo.

Por se tratar de uma cultura ainda pouco cultivada no Brasil faz-se necessário mais estudos sobre o desenvolvimento da planta como alternativa para a produção de biocombustíveis, nos Latossolos argilosos.

## Referências

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E. R.; GALLÃO, M. I.; INNECCO, R. Morphology of seed and seedling of safflower. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000200013>
- BÜLBÜL, A. S.; YARIKAHYA-HACIOGLU, B.; ARSLAN, Y.; SUBASI, I. Pollen morphology of *Carthamus* L. species in Anatolian flora. *Plant Systematics and Evolution*, v. 299, n. 3, p. 683-689, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-012-0753-y>.
- DEMPEWOLF, H.; RIESEBERG, L. H.; CRONK, Q. C. Crop domestication in the *Compositae*: a family-wide trait assessment. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 55, n. 8, p. 1141-1157, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-008-9315-0>.

EMONGOR, V. SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: A review. *Asian Journal of Plant Sciences*, v. 9, p. 299-306. 2010. <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.299.306>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 412p.

FAGUNDES, E. A. A., SILVA, T. J. A. DA.; BONFIM-SILVA, E. M. Desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar em Latossolo submetidas a níveis de compactação do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 2, p. 188-193, 2014.

FARIAS, L. D. N.; BONFIM-SILVA, E. M.; PIETRO-SOUZA, W.; VILARINHO, M. K.; SILVA, T. J.; GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 17, n. 5, p. 497-503, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500005>.

FERREIRA, D. F. *SISVAR - Sistema de análise de variância*. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, E. P.; SILVA, R. A.; SILVA, R. L.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, C. E. S.; QUEIROZ, M. S. Desenvolvimento inicial de soja submetida a níveis de densidade do solo em diferentes profundidades de semeadura. *Cultivando O Saber*, v. 11, n. 4, p. 374-384, 2018.

GUIMARÃES, C.V.; ASSIS, R.L.; SIMON, G.A.; PIRES, F.R.; FERREIRA, R.L.; SANTOS, D.C. Desempenho de cultivares e híbridos de milho em solo submetido a compactação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 17, n. 11, p. 1188-1194, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100009>

INGARAMO, O. E. *Indicadores físicos de la degradación del suelo*. 298 f. Tese (Doutorado) - Universidade La Coruña, La Coruña, 2003.

LIMA, L. B. D.; PETTER, F. A.; LEANDRO, W. M. Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1064-1071>

MÜLLER, M. A. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 531-538, 2001.

PASCHOAL, T. S. *Genótipos de Cártamo: produtividade de grãos, teor de óleo e acúmulo de nutrientes no oeste do Paraná*. 34 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2016.

PEARL, S. A.; BURKE, J. M. Genetic diversity in *Carthamus tinctorius* (Asteraceae; safflower), an underutilized oilseed crop. *American Journal of Botany*, v. 101, n. 10, p. 1640-1650, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1400079>

PIFFER, C. R.; BENEZ, S. H. Demanda energética de uma semeadora de fluxo contínuo em três sistemas de manejo do solo. *Revista Energia na Agricultura*, v. 24, n. 4, p. 21-32. 2009

SILVA, S. D.; ALVES, J. M.; MESQUITA, G. M. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). *Global Science And Technology*, v. 5, n. 2, p. 87-97, 2012.

SOUSA, C.; PEDROSA, E. M.; ROLIM, M. M.; FILHO, V. P. J.; SOUZA, M. A. Influência da densidade do solo infestado por nematoide no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 18, n. 5, p. 475-479, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000500002>.