

Efeito da compactação do solo no desenvolvimento inicial da cultura da linhaça

Salem Salem Neto¹ e Helton Aparecido Rosa²

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de compactação sobre o desenvolvimento e produção de matéria verde e seca da cultura da linhaça. O trabalho foi realizado na cidade de Cascavel – PR, localizado na região Oeste do Paraná, no Centro Universitário FAG, na Fazenda Escola – CEDETEC. Os tratamentos foram dispostos em 20 vasos com as seguintes densidades, tratamento 1 sendo a testemunha (T1 = densidade de 1 g cm³, T2 = densidade de 1,1 g cm³, T3 = densidade de 1,2 g cm³, T4 = densidade de 1,3 g cm³, T5 = densidade de 1,4 g cm³), com 4 repetições por tratamento, cada vaso consiste em uma repetição. O delineamento experimental que foi utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), feita a análise de variância e análise de regressão com o auxílio do ASSISTAT. É possível concluir que o fator de aumento da densidade do solo, teve uma correlação alta com todos os parâmetros avaliados na linhaça, reduzindo com significância a altura de plantas, o diâmetro do caule e a produção de massa verde e fresca, tornando evidente o impacto negativo da compactação do solo no desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Densidade do solo, altura de planta, massa fresca, massa seca.

Effect of increased soil compaction on the development and production of flaxseed in a greenhouse

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effects of different levels of compaction on the development and production of green and dry matter of flaxseed. The work was carried out in the city of Cascavel - PR, located in the western region of Paraná, at the FAG University Center, Fazenda Escola - CEDETEC. The treatments were arranged in 20 vessels with the following densities, treatment 1 being the control (T1 = density of 1 g cm³, T2 = density of 1.1 g cm³, T3 = density of 1.2 g cm³, T4 = density of 1.3 g cm³, T5 = density 1.4 g cm³), with 4 replicates per treatment, each vessel consisting of one replicate. The experimental design was completely randomized (DIC), performed the analysis of variance and regression analysis with the assistance of ASSISTAT. It is possible to conclude that the soil density increase factor had a high correlation with all the parameters evaluated in the flax, significantly reducing plant height, stem diameter and green and fresh mass production, making evident the impact of soil compaction in crop development.

Key words: Bulk density, plant height, fresh mass, dry mass.

¹ Formando do curso de AGRONOMIA do Centro Universitário FAG. salem.neto1@gmail.com

² Engenheiro Agrícola, Mestre em Energia na Agricultura (UNIOESTE). helton.rosa@hotmail.com

Introdução

A linhaça é um exemplo de alimento funcional, uma pequena semente com grande valor nutricional (MARQUES, 2008). Segundo Cupersmid (2012) uma das propriedades funcionais da linhaça ajuda na prevenção de doenças crônicas, em geral, doenças cardiovasculares.

O nome científico da linhaça é *Linum usitatissimum* L. da família linaceae, semente da planta d linho e uma das plantas mais antigas da história, os primeiros relatos da semente são datados de 5000 anos antes de Cristo, na mesopotâmia (MONEGO, 2009). Existem duas variedades de linhaça para o consumo humano, a linhaça marrom e a linhaça dourada. Sua cor é determinada pela quantidade de pigmentos no revestimento semente (COSKUNER e KARABABA, 2007).

A quantidade produzida mundialmente de linhaça se encontra entre 2 300 000 e 2 500 000 toneladas anuais, sendo o principal produtor o Canadá. Na América do Sul, o país que mais produz é a Argentina, com aproximadamente 80 toneladas/ano, o Brasil atingiu uma produção inferior, de cerca de 21 toneladas/ano (ALMEIDA, 2009).

Para que haja o pleno desenvolvimento de uma cultura no processo de produção agrícola é necessário que vários fatores atuem em conjunto. O preparo do solo é uma das operações agrícolas na qual se procura alterar seu estado físico, químico e biológico, de forma a proporcionar melhores condições para o máximo desenvolvimento das plantas cultivadas (GABRIEL FILHO, 2000).

Com a evolução da agricultura e a demanda crescente de alimentos existiu a necessidade de se trabalhar com máquinas maiores e mais pesadas, para possibilitar um trabalho mais rápido e mais eficiente, com isso surgiu um problema que reduz a produtividade agrícola, a compactação (SUZUKI, 2005).

O termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados quando uma determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, equipamentos de transporte ou animais (LIMA, 2004). Para a Pedologia, a compactação do solo é definida como uma alteração no arranjo de suas partículas constituintes do solo (CAMARGO e ALLEONI, 1997).

Trabalhando com a cultura da linhaça e testando diferentes densidades a campo, observou que altura de plantas também diminuiu conforme aumentou a densidade do solo. (TOMASSONI,2013)

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de compactação sobre o desenvolvimento e produção de matéria verde e seca da cultura da linhaça.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na cidade de Cascavel – PR, localizado na região Oeste do Paraná, no Centro Universitário FAG, na Fazenda Escola - CEDETEC com 34°34'88'' WS de longitude e 34°34'98'' N de latitude, foi conduzido em casa de vegetação. O experimento teve início no dia 25 de maio de 2017, sendo avaliado os parâmetros no dia 20 de setembro de 2017. O solo utilizado foi do próprio local da fazenda escola CEDETEC, classificado como Latossolo vermelho (EMBRAPA, 2013). Na Tabela 1 pode-se verificar o resultado da análise química do solo, para caracterização da fertilidade.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m
CaCl ₂	mg/dm ³	-----cmol _c /dm ³ -----					-----			-----%	
5,90	2,55	0,13	2,99	0,96	0,00	4,61	4,08	4,08	8,69	46,95	0,00

Os tratamentos foram dispostos em 20 vasos com as seguintes densidades, tratamento 1 sendo a testemunha (T1 = densidade de 1 g cm³, T2 = densidade de 1,1 g cm³, T3 = densidade de 1,2 g cm³, T4 = densidade de 1,3 g cm³, T5 = densidade de 1,4 g cm³), com 4 repetições por tratamento, cada vaso consiste em uma repetição.

Foram utilizadas diferentes densidades do solo em vasos com a implantação da cultura da linhaça para analisar os seguintes parâmetros: altura de planta, diâmetro de caule, massa fresca da planta, massa seca de planta. As densidades foram determinadas da seguinte forma, adicionado 10 kg de solo nos quatro vasos do tratamento 1 sem nenhuma compactação, o solo ficou na altura de 13 cm dentro do vaso, nos tratamentos 2, 3, 4, 5 foram adicionados nos quatro vasos de cada tratamento, respectivamente, 11 kg, 12 kg, 13kg, 14kg de solo, fazendo a compactação em todos até atingirem os 13 cm de altura dentro do vaso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), feita a análise de variância e análise de regressão com o auxílio do ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016)

Resultados e Discussão

Verificando os resultados da Tabela 2, a qual apresenta os valores da estatística de p-valor para todos os parâmetros, quando feita a regressão linear, é possível observar que todos os parâmetros foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Valores da estatística de p – valor e coeficiente de variação para altura de planta, diâmetro de caule, massa fresca de planta, massa seca de planta.

Estatística F	Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Massa Fresca de planta (g)	Massa Seca de planta (g)
R. Linear (p –valor)	0,0015*	0,0107*	0,0006*	0,0014*
CV %	23,55	16,82	34,01	29,60

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) ns não significativo ($p \geq 0,05$)

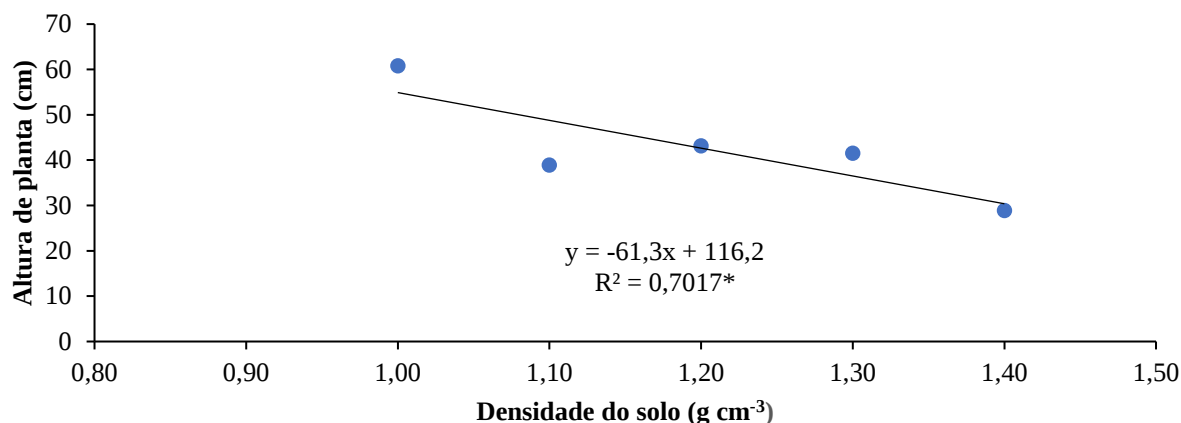
Observando os dados da Figura 1 é possível verificar que houve uma redução na altura de planta conforme aumentou a densidade, sendo o menor valor para o T5. Tomassoni *et al.* (2013) trabalhando com a cultura da linhaça e testando diferentes densidades a campo, observou que altura de plantas também diminuiu conforme aumentou a densidade do solo.

Labegalini *et al.* (2016) trabalhando também com diferentes níveis de compactação em vasos com a cultura do milho, verificou que a altura de plantas reduziu de forma linear conforme aumentou as densidades do solo, tornando evidente a sensibilidade da cultura ao solo denso.

Segundo o material didático, série estatística básica de correlação e regressão do professor Viali (2017), o coeficiente de determinação R^2 mostra a porcentagem da variação que foi explicada pela regressão, o coeficiente vai de $0 \leq R^2 \leq 1$. Quando o R^2 é igual a 1, quer dizer que todos os pontos estão sobre a reta de regressão, sendo um ajuste perfeito, afirmando que as variações de Y são 100% relacionadas pelas variações de X. Quanto mais perto de 0 o valor de R^2 , significa que os valores do eixo Y não tem relação com os valores do eixo X.

O coeficiente R^2 da Figura 1, mostra um valor de 0,7017, segundo a classificação de Pearson, valores acima de 0,7 apresentam uma correlação muito alta dos dados (CUNHA, 2013).

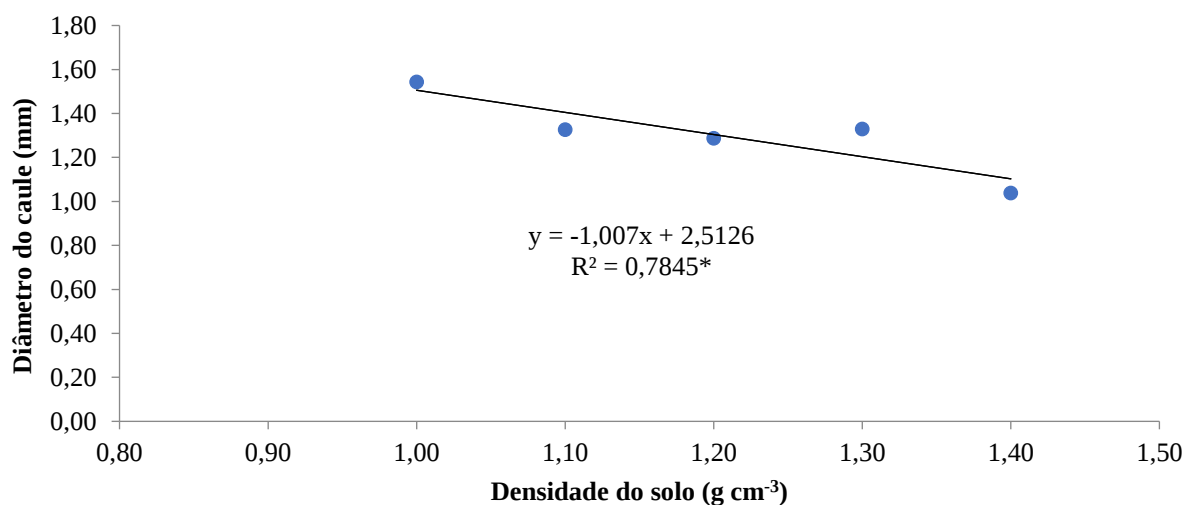
Figura 1 – Representa o comportamento da altura das plantas (cm) da linhaça em relação à quatro densidades do solo.



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Observando os dados da Figura 2 é possível observar que houve um decréscimo entre os diâmetros em todos os tratamentos, estando em 1,54 mm na densidade de 1,00 g cm³ e reduzindo para 1,40 mm na densidade de 1,40 g cm³, sendo semelhante ao trabalho de Dias (2014), no qual trabalhando com Crambe e testando diferentes densidades do solo em vaso, observou que o diâmetro também teve um leve decréscimo entre os tratamentos com o aumento da densidade. Farias *et al.* (2013), trabalhando com o Feijão Guandu, com diferentes densidades do solo, verificou que o diâmetro do caule também diminui conforme aumenta a densidade. O coeficiente R² da Figura 2, mostra um valor de 0,7845, segundo a classificação de Pearson, tendo uma correlação muito alta dos dados (CUNHA, 2013).

Figura 2 – Apresenta a variação do diâmetro do caule (mm) da linhaça em relação à quatro densidades do solo.



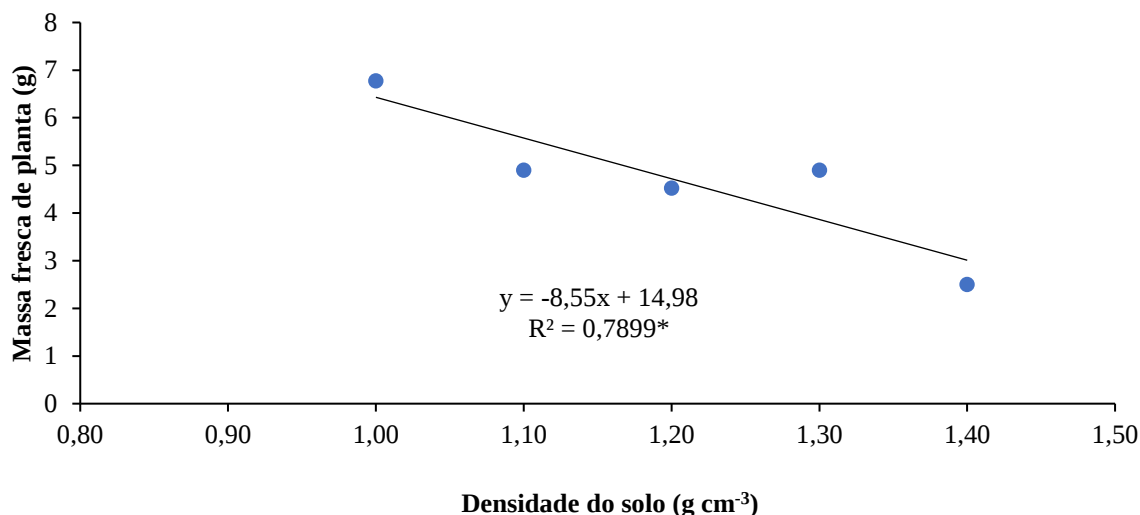
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Segundo a Figura 3 é possível observar que com o aumento da densidade a linhaça produziu uma matéria fresca menor, reduzindo de 6,77 g no T1 para 1,40 g no T5, corroborando com os dados de Tomassoni *et al.* (2013) trabalhando com a cultura da Linhaça e com diferentes densidades de solo, obteve os resultados de uma menor matéria fresca nas maiores densidades.

Os dados deste trabalho se assemelham aos dados obtidos por Labegalini *et al.* (2016), que utilizando a cultura do milho em diferentes densidades em vaso, percebeu que a planta diminuiu bastante a produção de matéria fresca com o aumento da densidade do solo.

O coeficiente R^2 da Figura 3, mostra um valor de 0,7899, demonstrando uma correlação muito alta dos dados, segundo a classificação de Pearson (CUNHA, 2013).

Figura 3 – Variação da massa fresca de plantas da linhaça (g) em relação à quatro densidades do solo.

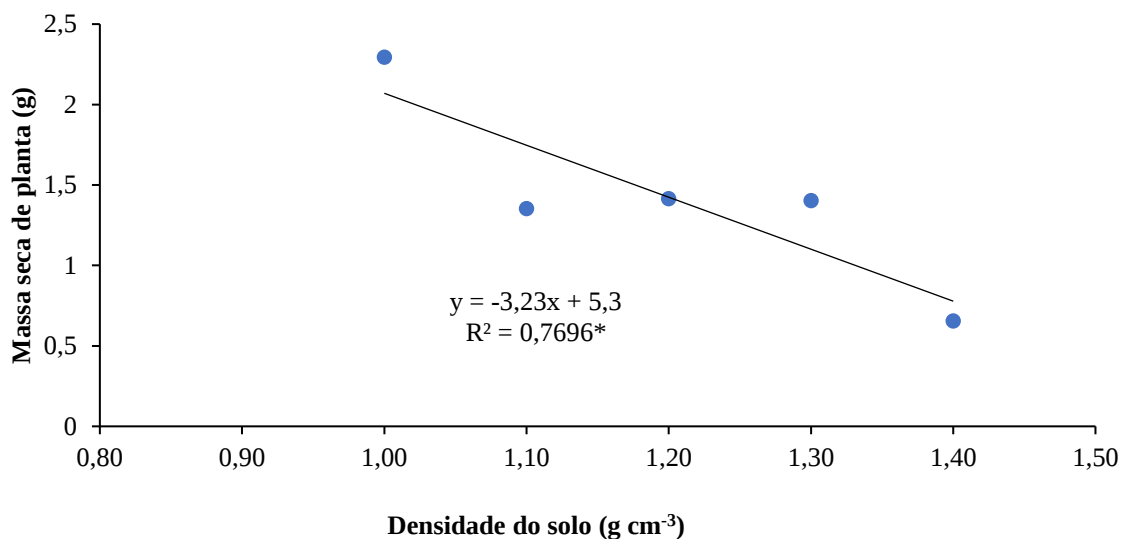


*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Analisando os dados da Figura 4 foi possível observar que no aumento da densidade a cultura da linhaça reduziu a massa seca, de 2,30 g no T1, para 0,65 g no T5, converge com os dados de Tomassoni *et al.* (2013), que também verificou uma menor massa seca para a cultura da Linhaça nas maiores densidades do solo.

Alvarenga *et al.* (1997) trabalhando com diferentes densidades em vaso, porém com algumas plantas leguminosas, verificou que todas as plantas produziram menores valores de massa seca onde os valores de densidade do solo foram maiores.

Figura 4 – Variação da massa seca de plantas da linhaça (g) em relação a quatro densidades do solo.



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

O coeficiente R^2 da Figura 4, mostra um valor de 0,7696, sendo uma correlação muito alta dos dados, segundo a classificação de Pearson (CUNHA, 2013).

Em todas as figuras é possível verificar a redução nos parâmetros de desenvolvimento da cultura da linhaça, causada pela compactação do solo e simulada pelo aumento da densidade do solo.

Conclusão

É possível concluir que o fator de aumento da densidade do solo, teve uma correlação alta com todos os parâmetros avaliados na linhaça, reduzindo com significância a altura de plantas, o diâmetro do caule e a produção de massa fresca e seca, tornando evidente o impacto negativo da compactação do solo no desenvolvimento da cultura.

Referências

ALMEIDA, K. C. L. de; BOAVENTURA, G. T.; GUZMAN-SILVA, M. A.; A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 5, p. 747-754, 2009.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. DA; MOURA FILHO, W. e REGAZZI, A. J. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes por leguminosas, em resposta à compactação do solo. **Revista Ceres**, vol. XLIV, nº 254, 1997.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Some physical properties of flaxseed (*Linum. usitatissimum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.78, n.3, p.1067-1073, 2007.

- CUNHA, P. C. R. DA; NASCIMENTO, J. L. DO; SILVEIRA, P. M. DA; JÚNIOR, J. A. Eficiência de métodos para o cálculo de coeficientes do tanque classe A na estimativa da evapotranspiração de referência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 114-122, 2013.
- CUPERSMID, L., FRAGA, A. P. R., ABREU, E. S. DE, PEREIRA, I. R. O. Linhaça: Composição Química e Efeitos Biológicos. **E-Scientia**, v. 5, n.2, p. 33-40, 2012.
- DIAS, P. P. **Variáveis fenométricas e rendimento de grãos do crambe associado a níveis de compactação de um latossolo argiloso**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2014.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.
- FARIAS, L. DO N.; BONFIM-SILVA, E. M.; WILLIAM PIETRO-SOUZA, W.; VILARINHO, M. K. C.; DA SILVA, T. J. A. e GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.497–503, 2013.
- GROTH, J.V. et al. Effect of seed color on tolerance of flax to seedling blight caused by *Rhizoclonia solani*. **Phytopathology**, v.60, p.379-380, 1970.
- GABRIEL FILHO, A. et al. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000
- LABEGALINI, N. S.; BUCHELT, A. C.; ANDRADE, L.; OLIVEIRA, S. C. DE; CAMPOS, L. M. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 4, p. 7-11, 2016.
- MARASCA, I. **Atributos físicos do solo em área de plantio direto com e sem escarificação**. 2010. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- MARQUES, A. C. **Propriedades funcionais da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentos**. Dissertação- (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- MIORANZA, D.; ROSA, H. A.; ASSMANN, E. J.; SECCO, D.; SIMONETTI, A. P. M. M.; MOREIRA, C. R.; Alterações estruturais de um Latossolo argiloso sob plantio direto induzidas pela intensidade de tráfego de um trator. **Revista Agropecuária Técnica** – v. 36, n. 1, p. 203-211, 2015.
- MORRIS, D.H. **Flax: a health and nutrition primer**. 4.ed. Winnipeg: Flax Council of Canada, 2007. 140p.
- MONEGO, M. A. **Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia**. 2009. Dissertação – (Mestrado em Ciência e

- 256 Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-Graduação em
257 Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul,
258 2009.
- 259
- 260 TOMASSONI, F.; SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D.; SECCO, D.; SANTOS, F. S. e
261 CREMONEZ, P. A. Diferentes densidades de plantio na cultura da linhaça dourada. **Acta**
262 **Iguazu**, v.2, n.3, p. 8-14, 2013.
- 263
- 264 SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do**
265 **solo e crescimento e rendimento de culturas**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de
266 Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Processos Físicos e
267 Morfogenéticos do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- 268
- 269 VIALI, L. **Material didático SÉRIE: Estatística Básica Texto v: CORRELAÇÃO E**
270 **REGRESSÃO**. 2017. Disponível em: <http://www.mat.pucrs.br/~lori/>