

Relações lineares entre caracteres de linho

Linear relations among traits of flax

Alberto Cargnelutti Filho*, Bruna Mendonça Alves, Jéssica Andiará Kleinpaul, Ismael Mario Márcio Neu, Daniela Lixinski Silveira, Fernanda Martins Simões, Cleiton Antonio Wartha

Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Fitotecnia - Santa Maria (RS), Brasil.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram avaliar as relações lineares entre caracteres de linho (*Linum usitatissimum* L.) e identificar caracteres para a seleção indireta. Em área experimental de 15 × 15 m (225 m²), aos 134 dias após a semeadura, foram selecionadas, aleatoriamente, 300 plantas. Em cada planta, foram mensurados os caracteres altura de planta, número de ramos, número de cápsulas, massa verde de cápsulas, massa verde de parte aérea sem cápsulas, massa verde de parte aérea, massa seca de cápsulas, massa seca de parte aérea sem cápsulas e massa seca de parte aérea. Para cada caractere, foi calculada a média e o coeficiente de variação. Foi investigada a relação linear entre os caracteres por meio de análises de correlação e de trilha. Na cultura de linho, o número de cápsulas tem relação linear positiva com as massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea e pode ser utilizado para seleção indireta.

Palavras-chave: *Linum usitatissimum* L., correlação, análise de trilha, seleção indireta.

ABSTRACT: The objectives of this study were to evaluate the linear relations among traits of flax (*Linum usitatissimum* L.) and identify traits for indirect selection. In experimental area of 15 × 15 m (225 m²) 300 plants were randomly collected at 134 days after seeding. The traits plant height, number of branches, number of capsules, fresh matter of capsules, fresh matter of aerial part without capsules, fresh matter of aerial part, dry matter of capsules, dry matter of aerial part without capsules, and dry matter of aerial part were measured in each plant. The mean and coefficient of variation were calculated for each trait. It was studied the linear relation among the traits through correlation and path analysis. In flax, the number of capsules has positive linear relation with fresh and dry matter of capsules and aerial part and it can be used for indirect selection.

Key words: *Linum usitatissimum* L., correlation, path analysis, indirect selection.

INTRODUÇÃO

O linho (*Linum usitatissimum* L.) pode ser utilizado como fibra têxtil, como óleo para a indústria, na alimentação de bovinos e suínos (Floss 1983) e para o consumo humano (Novello e Pollonio 2011). É uma planta herbácea, de ciclo anual, com 30 a 120 cm de altura, conhecida popularmente como linhaça (Floss 1983).

Em culturas agrícolas, como o linho, é importante obter plantas com elevada produção de massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea. No melhoramento de plantas, para a seleção direta de plantas com maiores massas verde e seca, é necessário destruir as mesmas para a pesagem dessas massas. Caracteres como a altura de planta, o número de ramos e o número de cápsulas podem ser mensurados

de forma não destrutiva. Esses caracteres têm sido avaliados na cultura de linho por Tomassoni et al. (2013) e Rossi et al. (2014). Porém, as relações lineares não têm sido investigadas. Existindo relações lineares entre esses caracteres e as massas verde e seca, é possível a seleção indireta, sem a destruição das plantas.

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) varia entre -1 (correlação linear negativa perfeita) e 1 (correlação linear positiva perfeita) e é adequado para medir o grau de relacionamento entre dois caracteres. Já a análise de trilha é apropriada para os casos em que há mais de dois caracteres. Na análise de trilha, os coeficientes de correlação são desdobrados em efeitos diretos e indiretos, o que permite medir a influência de uma variável sobre a outra, independentemente das demais (Cruz e Carneiro 2003). Assim, é importante aplicar esses →

*Autor correspondente: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com

Recebido: 6 Set. 2015 – Aceito: 21 Nov. 2015

procedimentos estatísticos para identificar os caracteres com relação de causa e efeito que possam ser utilizados na seleção indireta de plantas.

Relações lineares entre caracteres de linho têm sido investigadas por meio de correlação e análise de trilha, em estudos de Copur et al. (2006), Tadesse et al. (2009), Ottai et al. (2011), Hassanein et al. (2012), Reddy et al. (2013), Darapuneni et al. (2014) e Tariq et al. (2014). Nesses estudos, de maneira geral, a variável principal, nas análises de trilha, tem sido a produtividade de grãos. Em outras culturas, tais como o nabo forrageiro e o tremoço branco (Cargnelutti Filho et al. 2014) bem como a aveia preta (Cargnelutti Filho et al. 2015), as massas verde e/ou seca têm sido utilizadas como variável principal. De maneira geral, nos estudos, ficou evidenciada a possibilidade do uso de caracteres para seleção indireta quanto à produtividade de grãos e massas verde e seca.

Não foram encontrados na literatura estudos de relações lineares entre os caracteres altura de planta, números de ramos e de cápsulas com as massas verde e seca em linho. Supõe-se que essas relações lineares existam e que é possível utilizar caracteres na seleção indireta de plantas com mais massas verde e seca. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar as relações lineares entre caracteres de linho (*Linum usitatissimum* L.) e identificar caracteres para a seleção indireta.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um ensaio de uniformidade (experimento sem tratamentos, em que a cultura agrícola e todos os procedimentos realizados durante o experimento são homogêneos em toda a área experimental) com a cultura de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy, numa área experimental de 15 × 15 m (225 m²) localizada a lat 29°42'S, long 53°49'W e a 95 m de altitude. Conforme classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Heldwein et al. 2009). O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (Santos et al. 2006). Em 13 de junho de 2013, foi realizada a adubação de base de 8 kg·ha⁻¹ de N, 80 kg·ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg·ha⁻¹ de K₂O (N-P-K, na proporção 02-20-20). Nesse mesmo dia, foi realizada a semeadura a lanço, na densidade de 80 kg·ha⁻¹ de sementes. Os tratamentos culturais foram realizados homogeneamente na área experimental, conforme preconizado por Storck et al. (2011).

Em 25 de outubro de 2013 (134 dias após a semeadura), na área experimental, foram selecionadas, aleatoriamente, 300 plantas. Nesse momento, as plantas estavam na fase de maturação de grãos. As plantas foram cortadas junto à superfície do solo. Logo a seguir, em cada planta, foi mensurada a altura de planta (AP), em cm, e contado o número de ramos primários na haste principal (NR), assim como o número de cápsulas por planta (NC). Retiraram-se as cápsulas de cada planta e, por meio de pesagem, foram obtidas a massa verde de cápsulas (MVC), em g·planta⁻¹, a massa verde de parte aérea sem cápsulas (MVPASC), em g·planta⁻¹, e a massa verde de parte aérea (MVPA = MVC + MVPASC), em g·planta⁻¹. Após secagem em estufa, obteve-se a massa seca de cápsulas (MSC), em g·planta⁻¹, a massa seca de parte aérea sem cápsulas (MSPASC), em g·planta⁻¹, e a massa seca de parte aérea (MSPA = MSC + MSPASC), em g·planta⁻¹. Foi contado o número de plantas, em seis quadros de 0,5 × 0,5 m (0,25 m²), tomados, aleatoriamente, na área experimental, e obteve-se densidade de 6.593.333 plantas·ha⁻¹.

Com os dados das 300 plantas, foram estimadas a média e o coeficiente de variação de cada caractere (AP, NR, NC, MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA). Para o estudo das relações lineares, foi estimada a matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os caracteres AP, NR, NC, MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA. Por meio do teste *t* de Student, a 5% de probabilidade de erro, foi verificada a significância do *r*. Em seguida, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade (Cruz e Carneiro 2003) na matriz de correlação entre os caracteres AP, NR, NC. Para a interpretação do diagnóstico de multicolinearidade, utilizou-se o número de condição e considerou-se multicolinearidade fraca quando número de condição < 100, multicolinearidade moderada a severa quando 100 ≤ número de condição ≤ 1.000 e multicolinearidade severa quando número de condição > 1.000, conforme critério de Montgomery e Peck (1982).

Foram realizadas análises de trilha das variáveis principais (MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA) em função das variáveis explicativas (AP, NR e NC), totalizando seis análises de trilha. Por exemplo, a primeira análise de trilha foi MVC em função de AP, NR e NC; a segunda análise de trilha foi MVPASC em função de AP, NR e NC, e assim sucessivamente, até a sexta análise de trilha, que foi MSPA em função de AP, NR e NC. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos aplicativos Microsoft® Office Excel e Genes (Cruz 2013).

→

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos caracteres AP, NR, NC, MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA, mensurados aos 134 dias após a semeadura em 300 plantas de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy (Tabela 1), foram semelhantes às do estudo de Tomassoni et al. (2013). Esses autores relataram que, aos 140 dias após semeadura a lanço, as plantas de linho apresentaram, em média, 64,56 cm de altura, 10,06 cápsulas, 0,75 g de massa verde de cápsulas, 1,48 g de massa verde de planta, 0,29 g de massa seca de cápsulas e 0,75 g de massa seca de planta. Ainda foram semelhantes às do estudo de Rossi et al. (2014), no qual os autores relataram que, aos 130 dias após semeadura em fileira, as plantas de linho apresentaram, em média, 50,08 cm de altura, 1,64 ramos, 15,60 cápsulas, 2,12 g de massa verde de planta e 1,50 g de massa seca de planta. Portanto, de maneira geral, as médias de AP, NR, NC, MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA revelam adequado desenvolvimento da cultura e confirmam sua potencialidade (Floss 1983; Novello e Pollonio 2011) para o local de estudo.

O coeficiente de variação (CV) dos nove caracteres oscilou entre 14,50%, para a AP, e 68,87%, para MSC (Tabela 1). Os coeficientes de variação experimental foram semelhantes aos obtidos no estudo de Tomassoni et al. (2013). Os autores relataram CVs de 8,60, 52,06, 48,34, 53,40, 55,51 e 56,39%, respectivamente, para os caracteres altura de planta, número de cápsulas, massa verde de cápsulas, massa verde de planta, massa seca de cápsulas e massa seca de planta. O CV do

número de ramos (48,30%) (Tabela 1) foi semelhante ao valor de 45,57% obtido em Rossi et al. (2014). Essa semelhança de resultados reflete a variabilidade desses caracteres em experimentos de campo. Os elevados escores de CV entre as plantas, em relação aos nove caracteres (média = 56,48%), conferem adequabilidade ao estudo das relações lineares entre os caracteres, por meio das análises de correlação e de trilha. Portanto, diante das considerações, em relação ao adequado desenvolvimento das plantas e a variabilidade dos dados, aliados ao elevado número de plantas (300), pode-se inferir que esse banco de dados oferece credibilidade ao estudo de relações lineares entre esses caracteres.

Os coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os caracteres oscilaram de 0,3856 a 0,9874 (Tabela 1), com média de 0,7797, evidenciando associações lineares positivas entre os caracteres. Isso significa que os maiores escores de determinado caractere estão associados aos maiores escores de outro. Esse padrão de linearidade entre todos os pares de caracteres é importante para a identificação de caracteres para seleção indireta.

A associação linear da AP com os caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA apresentou valores de r de baixa magnitude, ou seja, entre 0,3856 e 0,5712, com média de 0,4942 (Tabela 1). Assim, pode-se inferir que plantas de linho com maior altura estão associadas a plantas com maiores massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea. Magnitude intermediária de associação foi observada em relação ao NR e os caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA ($0,7294 \leq r \leq 0,7897$, com média = 0,7705), indicando que plantas mais ramificadas estão associadas a

Tabela 1. Média, coeficiente de variação e estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre caracteres mensurados em 300 plantas de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy.

Caratere	Média	CV(%)	Coeficientes de correlação linear de Pearson*								
			AP	NR	NC	MVC	MVPASC	MVPA	MSC	MSPASC	MSPA
AP	57,25	14,50	1	0,4476	0,4061	0,3856	0,5506	0,5071	0,4217	0,5712	0,5292
NR	3,34	48,30	0,4476	1	0,7419	0,7294	0,7724	0,7829	0,7828	0,7656	0,7897
NC	6,27	67,87	0,4061	0,7419	1	0,8445	0,8562	0,8815	0,8797	0,8861	0,9042
MVC	0,72	68,26	0,3856	0,7294	0,8445	1	0,8578	0,9416	0,8386	0,8114	0,8402
MVPASC	1,45	58,81	0,5506	0,7724	0,8562	0,8578	1	0,9808	0,8663	0,9514	0,9420
MVPA	2,17	59,87	0,5071	0,7829	0,8815	0,9416	0,9808	1	0,8859	0,9314	0,9361
MSC	0,26	68,87	0,4217	0,7828	0,8797	0,8386	0,8663	0,8859	1	0,9031	0,9598
MSPASC	0,52	60,19	0,5712	0,7656	0,8861	0,8114	0,9514	0,9314	0,9031	1	0,9874
MSPA	0,78	61,63	0,5292	0,7897	0,9042	0,8402	0,9420	0,9361	0,9598	0,9874	1

*Todos os coeficientes foram significativos a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student, com 298 graus de liberdade. AP = Altura de planta, em cm; NR = Número de ramos; NC = Número de cápsulas; MVC = Massa verde de cápsulas, em g-planta⁻¹; MVPASC = Massa verde de parte aérea sem cápsulas, em g-planta⁻¹; MVPA = Massa verde de parte aérea, em g-planta⁻¹; MSC = Massa seca de cápsulas, em g-planta⁻¹; MSPASC = Massa seca de parte aérea sem cápsulas, em g-planta⁻¹; MSPA = Massa seca de parte aérea, em g-planta⁻¹.

plantas com mais massas verde e seca. Ainda, associação linear em maior magnitude ocorreu entre o NC e os caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA ($0,8445 \leq r \leq 0,9042$, com média = 0,8754), revelando que plantas com mais cápsulas estão associadas a plantas com mais massas verde e seca.

As massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea de linho (MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA) apresentaram maior grau de associação linear positiva (maiores valores de r) com NC (r médio = 0,8754) em comparação com NR (r médio = 0,7705) e AP (r médio = 0,4942) (Tabela 1), sugerindo que o NC estaria mais fortemente associado com as massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea de linho. Porém, apenas por meio dos coeficientes de correlação, não é possível inferir qual dos caracteres (AP, NR e NC) tem efeito direto nos caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA. Assim, a análise de trilha é um procedimento adequado para inferir sobre as verdadeiras relações de causa e efeito entre os caracteres (Cruz e Carneiro 2003; Cruz 2013).

O diagnóstico de multicolinearidade na matriz de coeficientes de correlação linear de Pearson (r), entre as variáveis

explicativas AP, NR e NC, revelou número de condição de 8,11 (Tabela 2). Portanto, a matriz apresentou multicolinearidade fraca, conforme critério de Montgomery e Peck (1982). Com isso, pode-se inferir que as análises de trilha dos caracteres principais MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA de linho, em função dos caracteres explicativos AP, NR e NC, foram realizadas em condições adequadas.

A AP apresentou correlação linear positiva ($0,3856 \leq r \leq 0,5712$) com os seis caracteres (MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA). No entanto, os efeitos diretos da AP ($0,0118 \leq$ efeito direto $\leq 0,2237$) sobre esses seis caracteres foram desprezíveis e, portanto, a associação é explicada pelos maiores efeitos indiretos via NC ($0,2423 \leq$ efeito indireto $\leq 0,2771$). O NR também apresentou correlação linear positiva ($0,7294 \leq r \leq 0,7897$) com os seis caracteres (MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA). Porém, os efeitos diretos do NR ($0,1678 \leq$ efeito direto $\leq 0,2804$) foram de magnitude inferior ao r , e, portanto, a associação é explicada, novamente, pelos maiores efeitos indiretos via NC ($0,4428 \leq$ efeito indireto $\leq 0,5063$).

O NC apresentou correlação linear positiva ($0,8445 \leq r \leq 0,9042$) com os seis caracteres (MVC, MVPASC, MVPA,

Tabela 2. Estimativas dos efeitos diretos e indiretos (análise de trilha) dos caracteres altura de planta, número de ramos e número de cápsulas sobre a massa verde de cápsulas, a massa verde de parte aérea sem cápsulas, a massa verde de parte aérea, a massa seca de cápsulas, a massa seca de parte aérea sem cápsulas e a massa seca de parte aérea, mensurados aos 134 dias após a semeadura, em 300 plantas de linho (*Linum usitatissimum* L.), cultivar CDC Normandy.

Efeito	Variável principal					
	MVC	MVPASC	MVPA	MSC	MSPASC	MSPA
Direto de AP sobre	0,0118	0,2009	0,1361	0,0281	0,2237	0,1567
Indireto de AP via NR	0,1006	0,1073	0,1085	0,1255	0,0751	0,0954
Indireto de AP via NC	0,2733	0,2423	0,2625	0,2681	0,2724	0,2771
Correlação de Pearson (r)	0,3856*	0,5506*	0,5071*	0,4217*	0,5712*	0,5292*
Direto de NR sobre	0,2248	0,2397	0,2424	0,2804	0,1678	0,2133
Indireto de NR via AP	0,0053	0,0899	0,0609	0,0126	0,1001	0,0701
Indireto de NR via NC	0,4993	0,4428	0,4796	0,4898	0,4977	0,5063
Correlação de Pearson (r)	0,7294*	0,7724*	0,7829*	0,7828*	0,7656*	0,7897*
Direto de NC sobre	0,6729	0,5968	0,6464	0,6602	0,6708	0,6824
Indireto de NC via AP	0,0048	0,0816	0,0553	0,0114	0,0909	0,0636
Indireto de NC via NR	0,1668	0,1778	0,1798	0,2081	0,1245	0,1582
Correlação de Pearson (r)	0,8445*	0,8562*	0,8815*	0,8797*	0,8861*	0,9042*
Coefficiente de determinação	0,7368	0,8067	0,8286	0,8122	0,8506	0,8683
Variável residual	0,5130	0,4396	0,4139	0,4334	0,3865	0,3628
Número de condição	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11	8,11

*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student, com 298 graus de liberdade. MVC = Massa verde de cápsulas, em g.planta⁻¹; MVPASC = Massa verde de parte aérea sem cápsulas, em g.planta⁻¹; MVPA = Massa verde de parte aérea, em g.planta⁻¹; MSC = Massa seca de cápsulas, em g.planta⁻¹; MSPASC = Massa seca de parte aérea sem cápsulas, em g.planta⁻¹; MSPA = Massa seca de parte aérea, em g.planta⁻¹; AP = Altura de planta, em cm; NR = Número de ramos; NC = Número de cápsulas.

MSC, MSPASC e MSPA) e efeito direto ($0,5968 \leq$ efeito direto $\leq 0,6824$) com mesmo sinal e de magnitude semelhante, confirmando relação de causa e efeito entre NC e os caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA (Tabela 2). A forte associação linear entre os caracteres MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA ($0,8114 \leq r \leq 0,9874$) (Tabela 1) explica os resultados semelhantes que foram obtidos nas seis análises de trilha (Tabela 2). Associação positiva e de elevada magnitude entre os caracteres massas verde e seca também foi verificada nas culturas de nabo forrageiro ($r = 0,9671$), tremoço branco ($r = 0,9828$) (Cargnelutti Filho et al. 2014) e aveia preta ($r = 0,94$) (Cargnelutti Filho et al. 2015).

Na prática, com base nos resultados deste estudo, pode-se inferir que plantas com maior número de cápsulas estão associadas com plantas com maiores MVC, MVPASC, MVPA, MSC, MSPASC e MSPA. Então, o número de cápsulas pode ser utilizado para seleção indireta. Adicionalmente, é importante frisar que, em pesquisas de Copur et al. (2006), Tadesse et al. (2009), Ottai et al. (2011), Hassanein et al. (2012), Reddy et al. (2013) e Tariq et al. (2014), tem sido demonstrada também associação positiva do número de cápsulas com a produtividade de grãos de linho. Ainda, Tadesse et al. (2009)

verificaram que a biomassa de linho tem associação linear positiva com a produtividade de grãos. O fato de não ser necessário destruir as plantas para contar o número de cápsulas é vantajoso, pois possibilita, caso seja o interesse, manter as plantas até a produção de sementes. Já para a seleção direta, seria necessário destruir as plantas para a pesagem das massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea.

CONCLUSÃO

Na cultura de linho, o número de cápsulas tem relação linear positiva com as massas verde e seca de cápsulas e de parte aérea e pode ser utilizado para seleção indireta.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsas aos autores.

REFERÊNCIAS

- Cargnelutti Filho, A., Toebe, M., Alves, B. M., Burin, C., Santos, G. O., Facco, G. e Neu, I. M. M. (2015). Relações lineares entre caracteres de aveia preta. *Ciência Rural*, 45, 985-992. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140500>.
- Cargnelutti Filho, A., Toebe, M., Burin, C., Alves, B. M., Facco, G. e Casarotto, G. (2014). Relações lineares entre caracteres de nabo forrageiro e de tremoço branco. *Ciência Rural*, 44, 18-24. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000100004>.
- Copur, O., Gur, M. A., Karakus, M. e Demirel, U. (2006). Determination of correlation and path analysis among yield components and seed yield in oil flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Biological Sciences*, 6, 738-743. <http://dx.doi.org/10.3923/jbs.2006.738.743>.
- Cruz, C. D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35, 271-276. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.
- Cruz, C. D. e Carneiro, P. C. S. (2003). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v. 2. Viçosa: UFV.
- Darapuni, M. K., Morgan, G. D., Ibrahim, A. M. H. e Duncan, R. W. (2014). Association of flax seed yield and its components in Southeast Texas using path coefficient and biplot analyses. *Journal of Crop Improvement*, 28, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1080/15427528.2013.846285>.
- Floss, E. L. (1983). Linho, cultivo e utilização. Passo Fundo: UPF (Boletim Técnico, 3).
- Hassanein, M. S., Al-Kordy, M. A. A. e El-Hariri, D. M. (2012). Evaluation, correlation and path coefficient analysis among straw yield and its attributes of fiber flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*, 8, 1539-1546.
- Heldwein, A. B., Buriol, G. A. e Streck, N. A. (2009). O clima de Santa Maria. *Ciência e Ambiente*, 38, 43-58.
- Montgomery, D. C. e Peck, E. A. (1982). Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley e Sons.
- Novello, D. e Pollonio, M. A. R. (2011). Caracterização e propriedades da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e subprodutos. *Boletim do*

- Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 29, 317-330. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v29i2.25511>.
- Ottai, M. E. S., Al-Kordy, M. A. A. e Afiah, S. A. (2011). Evaluation, correlation and path coefficient analysis among seed yield and its attributes of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 252-258.
- Reddy, M. P., Reddy, B. R., Arsul, B. T. e Maheshwari, J. J. (2013). Character association and path coefficient studies in linseed. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2, 250-254.
- Rossi, E., Lindino, C. A., Santos, R. F., Cremonez, P. A., Nadaleti, W. C. e Antonelli, J. (2014). Densidade de plantio no crescimento da linhaça dourada. *Journal of Agronomic Sciences*, 3, 19-25.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Oliveira, J. B., Coelho, M. R., Lumbrellas, J. F. e Cunha, T. J. F. (2006). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Storck, L., Garcia, D. C., Lopes, S. J. e Estefanel, V. (2011). Experimentação vegetal. 3. ed. Santa Maria: UFSM.
- Tadesse, T., Singh, H. e Weyessa, B. (2009). Correlation and path coefficient analysis among seed yield traits and oil content in Ethiopian linseed germplasm. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 4, 8-16.
- Tariq, M. A., Hussain, T., Ahmad, I., Saghir, M., Batool, M. e Safdar, M. (2014). Association analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4, 60-62.
- Tomassoni, F., Santos, R. F., Bassegio, D., Secco, D., Santos, F. S. e Cremonez, P. A. (2013). Diferentes densidades de plantio na cultura da linhaça dourada. *Acta Iguazu*, 2, 8-14.