

## Análise de trilha da produtividade de alho com inclusão de variável multicategórica

Brunna Rithielly Rezende<sup>1</sup> & Anderson Rodrigo da Silva<sup>1</sup>

### RESUMO

Apesar de ser uma cultura de importância indiscutível, poucos trabalhos envolvendo análise de trilha da produtividade de alho foram realizados. Não foi encontrado nenhum trabalho do tipo utilizando informações de variáveis multicategóricas. O objetivo deste trabalho foi realizar análise de trilha da produtividade de alho em função de variáveis morfológicas relacionadas ao bulbo, sendo uma destas uma variável multicategórica. Foram utilizados dados de um experimento envolvendo 89 acessos de alho, sendo analisadas as seguintes variáveis: produtividade (variável básica), diâmetro e comprimento do bulbo, número de bulbilhos por bulbo e a variável multicategórica cor da túnica do bulbo. Entre as variáveis quantitativas o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de associação linear. Correlações entre as variáveis quantitativas e a cor foram calculadas via correlação poliserial. Diâmetro e comprimento do bulbo foram fortemente ( $r > 0.8$ ) correlacionados com a produtividade de alho. Entretanto, apenas o diâmetro apresentou efeito direto relevante sobre a produtividade.

**Palavras-chave:** *Allium sativum* L., correlação de Pearson, correlação poliserial.

## Path analysis of garlic yield with inclusion of a multicategorical variable

### ABSTRACT

Despite being a culture of unquestionable importance, just a few studies involving path analysis of garlic yield have been done. We have found no sort of work using multicategorical variables. The aim of this study was to perform a path analysis on the garlic yield as a function of morphological variables related to bulb, where one of them is multicategorical. Data from an experiment involving 89 garlic accessions were used. We analyzed the following variables: productivity (basic variable), bulb diameter, bulb length, number of cloves per bulb and the multicategorical variable: color of the bulb tunic. Among the quantitative variables the Pearson correlation coefficient was used in order to measure the degree of linear association. Correlations between quantitative variables and bulb color were calculated through poliseriale correlation. Bulb diameter and length were strongly ( $r > 0.8$ ) correlated with the garlic yield. However, only the diameter presented direct effect over yield.

**Keywords:** *Allium sativum* L., Pearson's correlation, polyseriale correlation.

---

**Autor para correspondência:** Anderson Rodrigo da Silva

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, km 2,5, s/n, Zona Rural, Urutaí, GO, Brasil.

E-mail: anderson.silva@ifgoiano.edu.br

**Recebido em:** 06 mai. 2015

**Aceito em:** 25 mai. 2015

**Editor responsável:** Prof. Dr. Guilherme Malafaia

<sup>1</sup>Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, GO, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre correlação de caracteres são essenciais em programas de melhoramento genético. De acordo com Kurek (2001), a seleção indireta através de caracteres menos complexos com maior herdabilidade e de fácil mensuração, poderá resultar em maiores progressos genéticos em relação ao uso de seleção direta. Para Ramalho et al. (1993), a correlação entre caracteres é um parâmetro muito importante, pois permite aos melhoristas conhecer indiretamente as modificações que ocorrem em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro correlacionado a ele.

Nogueira (2012) afirma que mesmo tendo grande importância o conhecimento das correlações, alguns cuidados devem ser considerados, pois elas não são medidas de causa e efeito, e a interpretação direta das suas magnitudes pode resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois a correlação alta entre dois caracteres pode ser resultado do efeito indireto de um terceiro caráter ou de um grupo de caracteres.

A análise de trilha, desenvolvida por Wright (1921, 1923) permite desdobrar os coeficientes de correlação nos efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica de interesse, cujas estimativas são obtidas resolvendo um sistema normal de equações, de forma similar à regressão. Esta análise vem sendo bastante utilizada em culturas como girassol (Amorim et al. 2008), tomate tipo salada (Sobreira et al. 2009), mamão (Oliveira et al. 2010), feijão caupi (Ribeiro, Santos & Costa 2012), pimenta (Moreira et al. 2013; Silva et al. 2013).

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça bem apreciada pelos brasileiros devido ao sabor, aroma, propriedades condimentares e medicinais existentes nele (Oliveira et al. 2010, Viana 2013). Entretanto, estudos de correlação e análise de trilha na cultura do alho são raros.

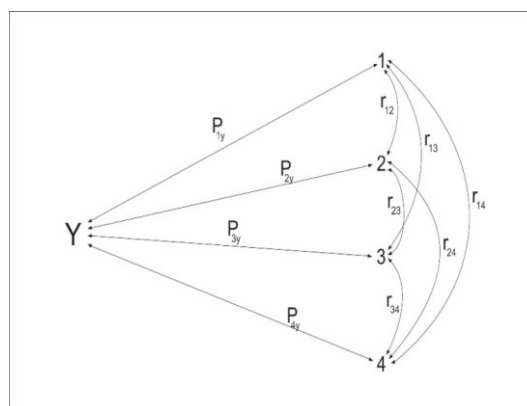
Singh et al. (2011) realizou um estudo similar envolvendo 32 acessos de germoplasma em alho com análise de correlação e análise de trilha. Panthee et al. (2006) estudaram 179 alhos coletados em várias partes do Nepal, tendo 13 características avaliadas com a produtividade. Não obstante, não foi encontrado na literatura trabalhos sobre análise de trilha em alho envolvendo variáveis multicategóricas.

O objetivo deste trabalho foi realizar análise de trilha da produtividade de alho em função de variáveis morfológicas relacionadas ao bulbo, sendo uma destas uma variável multicategórica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a novembro de 2010 em área experimental pertencente ao setor de olericultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas: 20° 45' de latitude sul e 42° 51' de longitude oeste, com altitude média de 650 m. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Foram avaliados 89 acessos de alho registrados no Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH/UFV). As unidades experimentais foram constituídas por quatro fileiras transversais de 1,0 m de comprimento, com plantas no espaçamento de 0,25 x 0,10 m, totalizando 40 plantas; foram consideradas como úteis as plantas das duas fileiras centrais. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura de campo e de galpão, por 3 e 60 dias, respectivamente, expostas ao sol e em galpão.

As variáveis analisadas neste estudo foram: produtividade (variável básica, em t ha<sup>-1</sup>) e os seus componentes primários (variáveis explicativas): diâmetro do bulbo (em mm), comprimento do bulbo (em mm), número de bulbilhos por bulbo e a variável multicategórica cor da túnica do bulbo, cujas classes foram: branca, parda, rosada, levemente arroxeadada e roxa. O diagrama causal ilustrativo dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a variável básica é representado na Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama ilustrativo mostrando os efeitos diretos ( $P_{iy}$ ) e indiretos das variáveis explicativas: diâmetro (1), comprimento (2) do bulbo, número de bulbilhos por bulbo (3) e cor da túnica do bulbo (4) sobre a variável básica: produtividade ( $y$ ).

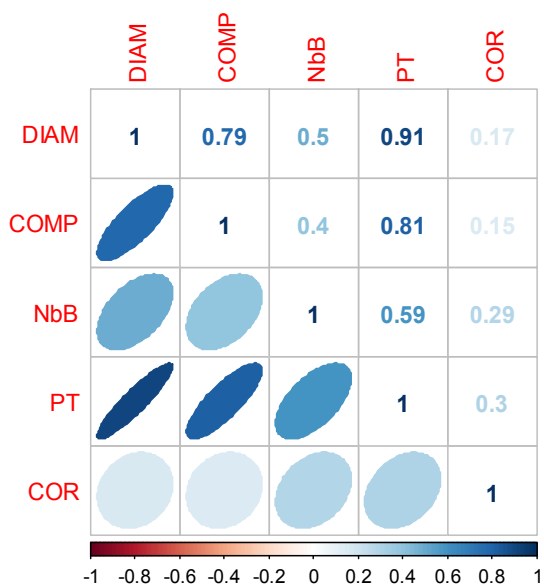
Entre as variáveis quantitativas o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de associação linear. Correlações entre as variáveis quantitativas e a cor foram calculadas via correlação poliserial. Bistaffa (2010) afirma que a correlação poliserial é uma medida de

associação bivariada utilizada quando uma das variáveis é contínua e a outra é ordinal com três ou mais categorias.

Todas as análises foram realizadas com o software R versão 3.1.2 (R Core Team, 2014). A matriz de correlações foi calculada com a função `hetcor()` do pacote `polycor` versão 0.7-8 (Fox, 2010). A análise de trilha foi realizada com a função `path analysis()` do pacote `biotools` versão 2.0 (Silva, 2015).

## RESULTADOS E DISCURSÃO

Pela matriz de correlação (Figura 2), observa-se que duas variáveis são positiva e fortemente correlacionadas com a produtividade: diâmetro (0,91) e comprimento do bulbo (0,81), as quais também são correlacionadas (0,79). A correlação da produtividade com a variável categórica cor do bulbo foi de 0,30.



**Figura 2.** Representação gráfica da matriz de correlação.

Singh et al. (2011) afirma a existência de correlação alta e positiva entre o número de bulbilhos por bulbo e os caracteres relacionados com a produtividade, diferindo deste trabalho, que foi moderada e positivamente correlacionado com a produtividade. Os autores relatam ainda que houve correlação moderada e positiva entre a altura da planta e produtividade total de bulbos, corroborando com os resultados deste trabalho. Panthee et al. (2006) também verificou que a variável número de bulbilhos por bulbo, apresentou correlação moderada e positiva com a produtividade.

O modelo de análise de trilha adotado explicou 89% do relacionamento da produtividade

(Tabela 1), indicando que existe efeito direto das variáveis explicativas. Como apresentado por Silva et al. (2013), o efeito residual da análise de trilha

pode ser calculado da seguinte forma:  $\sqrt{1 - R^2}$ . Neste caso, apenas a variável DIAM apresentou efeito direto (0,6241) superior (em valor absoluto) ao efeito residual (0,33). Ademais, os efeitos indiretos das demais variáveis via DIAM foram também baixos (< 0,20).

**Tabela 1.** Análise de trilha da produtividade de alho em função das variáveis morfológicas: diâmetro (DIAM), comprimento do bulbo (COMP), número de bulbilhos por bulbo (NbB) e cor da túnica do bulbo. Efeitos diretos são apresentados na diagonal principal.

	DIAM	COMP	NbB	COR
DIAM	0,6241	0,1920	0,0751	0,0199
COM	0,4911	0,2440	0,0604	0,0182
NbB	0,3096	0,0973	0,1515	0,0348
COR	0,1038	0,0370	0,0441	0,1196
$R^2 =$	0,89			

Observa-se ainda que a alta correlação observada entre COMP e PT (0,81) é devida, basicamente, ao efeito indireto do diâmetro (0,4911) sobre a primeira, isto é, o comprimento do bulbo correlacionou-se indiretamente com a produtividade de alho através do diâmetro do bulbo. De fato, os efeitos indiretos das demais variáveis explicativas foram maiores via DIAM. A variável cor do bulbo apresentou, em geral, os menores efeitos sobre a produtividade.

## CONCLUSÃO

Diâmetro e comprimento do bulbo foram fortemente ( $r > 0,8$ ) correlacionados com a produtividade de alho. Entretanto, apenas o diâmetro apresentou efeito direto relevante sobre a produtividade.

## REFERÊNCIAS

- Amorim, E. P., Ramos, N. P., Ungaro, M. R. G., Kiihl, T. A. M. (2008). Correlação e análise de trilha em girassol. *Bragantia*, 67 (2), 307-316.
- Bistaffa, B. C. (2010). Incorporação de indicadores categóricos ordinais em modelos de equações estruturais. (Tese de Mestre). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Carvalho, C. G. P., Arias, C. A. A., Toledo, J. F. F., Oliveira, M. F., Vello, N. A. (2012). Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, 28 (6), 877-888.
- Fox, J. (2010). *Polycor: Polychoric and Polyserial Correlations*. R package version 0.7-8. Disponível em:

<<http://CRAN.R-project.org/package=polycor>> Acesso em: 08/04/2015.

Kurek, A.J. et al. (2001). Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. *Revista Brasileira de Agrociência*, 7 (1), 29-32.

Moreira, S. O. et al. (2013). Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8 (1), 15-20.

Oliveira, E. J., Lima, D. S., Lucena, R. S., Motta, T. B. N., Dantas, J. L. L. (2010). Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 45 (8), 855-862.

Oliveira, F. L., Doria, H., Teodoro, R.B., Resende, F. V. (2010). Características agrônômicas de cultivares de alho em Diamantina. *Horticultura Brasileira*, 28 (3), 2-7.

Panthee, D. R., et al. (2006). Diversity analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53 (1), 205-206.

R Core Team. R. (2014). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>> Acesso em: 31/10/2014.

Ramalho, M. A. P., Santos, J. P., Zimmermann, M. J. O. (1993). *Genética quantitativa em plantas autógamas: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. (1ª ed.) Goiânia: ED. da UFG.

Ribeiro, H. L. C., Santos, C. A. F., Costa, D. C. C. (2012). Correlações fenotípicas e análise de trilha para caracteres da arquitetura da planta e produção de grãos em três gerações de feijão caupi. *Horticultura brasileira*, 30 (2), 1-7.

Silva, A. R. (2015). *Biotoools: Tools for Biometry and Applied Statistics in Agricultural Science*. R package version 2.0. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=biotoools>> Acesso em: 08/04/2015.

Silva, A. R., Nascimento, M., Cecon, P. R., Sapucay, M. J. L. C., Rêgo, E. R., Barbosa, L. A. (2013). Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper. *Idesia*, 31 (2), 55-60.

Singh, R. K., Dubey, B. K., Bhone, S. R., Gupta, R. P. (2011). Correlation and path coefficient studies in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 20 (2), 83-85.

Sobreira, F. M., Sobreira, F. M., Fialho, G. S., Sánchez, C. F. B., Matta, F. P. (2009). Análise de trilha em pós-colheita de tomate tipo salada. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62 (1), 4983-4988.

Viana, J. P. G. (2013). *Diversidade genética em alho (Allium sativum L.)*. (Tese de Mestrado). Universidade Federal do Piauí, Brasil.

Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20 (7), 557-585.

Wright, S. (1923). Theory of path coefficients. *Genetics*, 8, 239-285.