

Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia

Francisco de Alcantara Neto¹, Geraldo de Amaral Gravina², Marinete Martins de Sousa Monteiro¹,
Fernanda Brito de Morais¹, Fabiano André Petter¹, José Anchieta Alves de Albuquerque³

¹Campus "Prof. Cinobelina Elvas", Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil

²Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Departamento de Engenharia Agrônômica, Campus do Cauamé, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: fneto@ufpi.edu.br

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar, através da análise de trilha, a influência de alguns caracteres agrônômicos, sobre o rendimento de grãos de soja. Foi instalado um experimento em solo de cerrado na Serra do Quilombo, município de Bom Jesus, Sul do Estado do Piauí, no período de dezembro de 2007 a abril de 2008, em um Latossolo Amarelo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos por seis doses de fósforo (0; 40; 60; 100; 120 e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅) com quatro repetições. Avaliou-se a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós por planta, número de vagens por planta, peso de 100 grãos, peso de matéria seca e produção total de grãos por planta. O número de vagens por planta foi o componente de produção que apresentou maior efeito direto sobre a produção de matéria seca e total de grãos por planta. O número de nós por planta exerceu forte efeito indireto sobre a produção de matéria seca. A variável altura de inserção da primeira vagem apresentou menor correlação com as demais variáveis.

Palavras-chave: *Glycine max*, fósforo, cerrado

Path analysis of soybean yield in the micro region of Alto Médio Gurguéia

Abstract

The objective of this work was to evaluate, by using path analysis, the influence of some agronomic characters on soybean yield. An experiment was conducted in cerrado soil, in Serra do Quilombo, Bom Jesus, Southern of Piauí State, from december 2007 to april 2008, in an Oxisol. The experimental design was randomized blocks, with treatments consisting of six levels of phosphorus (0, 40, 60, 100, 120 and 140 kg P₂O₅ ha⁻¹) with four replications. Some characteristics were evaluated: plant height, height of first pod insertion, number of nodes per plant, number of string beans per plant, 100 grains weight, dry weight and total grain production per plant. The number of pods per plant was the yield component that showed the greatest direct effect on dry matter and total grain production per plant. The number of nodes per plant had a strong indirect effect on dry matter production. The variable height of first pod insertion showed lower correlation with the other variables.

Key words: *Glycine max*, phosphorus, cerrado

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas no Cerrado do sul do Piauí, cujo cultivo se encontra ainda em processo de expansão, assegurando grande importância na geração de emprego e renda. Por suas condições topográficas e clima favorável, têm ocupado posição de destaque no cenário nacional (Oliveira Junior et al., 2008). A produtividade média dos mais de 327.059 ha cultivados, hoje, com soja, no Cerrado Sul Piauiense, oscila em torno de 3.001 kg ha⁻¹ (Conab, 2010). Além disso, a proximidade da região ao porto de São Luís favorece a exportação de grãos de soja para países da Europa e Estados Unidos (Alcântara Neto et al., 2010).

Os solos sob vegetação de Cerrado apresentam elevada acidez, alta saturação de alumínio e baixa saturação por bases. No caso do fósforo, além de se encontrar em baixas concentrações nesses solos, a sua disponibilidade para as plantas depende das reações de adsorção pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio (Firmano et al., 2009; Guareschi et al., 2008). Assim, devido à sua forte interação com o solo, o fósforo é o nutriente mais utilizado na adubação de culturas do cerrado (Araújo et al., 2005).

Segundo Corrêa et al. (2004), Oliveira Júnior et al. (2008) e Valadão Júnior et al. (2008) dos macronutrientes essenciais às plantas, o fósforo é o elemento que limita mais frequentemente a produção das culturas na região dos Cerrados. Sem o fósforo, a produtividade da cultura da soja é baixa, há redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens (Alcântara Neto et al., 2010).

A baixa disponibilidade de fósforo é, geralmente, a maior limitação ao crescimento das plantas. Segundo Rezende (2005), Richart et al. (2006) a resposta da cultura da soja à utilização do fósforo (P) via solo é bem definida, sendo esse nutriente de grande importância no desenvolvimento da mesma, responsável pela maioria das respostas significativas no rendimento da cultura, implicando comumente seu uso em aumento do rendimento.

Correlações entre o rendimento de grãos e seus componentes primários têm sido objeto de estudo de vários trabalhos em diversas culturas. Apesar da utilidade dessas estimativas no entendimento de um caráter complexo como o rendimento de grãos, elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas desses caracteres que compõem o rendimento de grãos. A análise

de trilha, desenvolvida por Wright (1921), permite desdobrar os coeficientes de correlação nos efeitos diretos e indiretos sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas.

Na literatura existe vários trabalhos que utilizaram essa técnica por melhoristas de várias culturas, como trigo (Vieira et al., 2007), arroz (Marchezan et al., 2005), tomate (Rodrigues et al., 2010), pimentão (Carvalho et al., 1999), feijão-bravo (Silva et al., 2009), algodão (Hoogerheide et al., 2007), canola (Coimbra et al., 2005) e girassol (Amorim et al., 2008).

O conhecimento do desempenho da soja em relação ao solo e as práticas de manejo da adubação são de suma importância, pois as novas tendências desta cultura visam tanto detectar a influência do meio ambiente sobre a produtividade das cultivares, como também os fatores limitantes a implantação em novas áreas. Para a região de cerrado do Sul do Piauí não se tem relatos de trabalhos relacionados à adubação fosfatada, em condições de campo.

Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi avaliar através da análise de trilha, a influência de alguns caracteres agronômicos, submetidos a doses de fósforo, sobre o rendimento de grãos de soja.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em solo de cerrado da Serra do Quilombo, em área de sojicultores localizada no município de Bom Jesus, no Sul do estado do Piauí, no período de dezembro de 2007 a abril de 2008, em um Latossolo Amarelo. A área experimental encontra-se a 628 m de altitude, latitude 9° 16' 78"S e longitude 44° 44' 25"W. Esta foi desmatada em 2005 e cultivada com arroz na safra 2005/2006, entretanto nenhuma correção da acidez e/ou aplicação de fontes de fósforo foram realizadas.

A análise textural do solo, na camada de 0-20 cm apresentou 230 g kg⁻¹ de argila, 100 g kg⁻¹ de silte, 670 g kg⁻¹ de areia e 23 g kg⁻¹ de matéria orgânica. As características químicas são apresentadas na Tabela 1.

Para o cálculo da necessidade de calagem, foi utilizado o método de saturação por bases (CFSEMG, 1999), objetivando uma saturação de 50%. Fez-se a correção, três meses antes da semeadura, com calcário (PRNT 88%, 31,5% CaO e 17,5% MgO).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis

Tabela 1. Características químicas da área experimental (0-20 cm) antes da instalação do ensaio

pH (CaCl ₂)	P (Melich) (mg dm ⁻³)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	m	V
				(cmol _c dm ⁻³)			(%)	
3,8	6	72	0,3	0,1	1,0	7,6	71	7

doses de fósforo (0; 40; 60; 100; 120 e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅), na forma de superfosfato triplo aplicado abaixo e ao lado da linha de plantio. As doses foram aplicadas, na cultivar Msoy 9350, a qual possui ciclo tardio e está adaptada às condições edafoclimáticas locais, sendo a variedade mais cultivada na maioria das propriedades da região.

A unidade experimental foi composta por sete fileiras de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m, com 10 plantas por metro linear conforme especificação da cultivar, perfazendo uma população de 222.222 plantas ha⁻¹. A área útil foi representada pelas três fileiras centrais de cada parcela, excluindo-se as plantas na extremidade (1 m) das fileiras.

As sementes foram tratadas com Standak na dosagem de 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* utilizando inoculante líquido Cell Tech HC, na dosagem de 300 ml ha⁻¹. Durante todo o ciclo da cultura o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizadas mediante incidência, com uso de produtos recomendados para a cultura.

As variáveis analisadas foram: altura de plantas (ALT), altura de inserção de primeira vagem (ALT1VAG), número de nós por planta (NNOS), número médio de vagens por planta (NVAG), peso médio de 100 grãos (P100), produção total de grãos por planta (TGRÃOS) e produção de matéria seca (PMS).

A altura de plantas e de inserção da primeira vagem foram quantificadas, uma semana após atingido o estágio R8, medindo-se com auxílio de uma trena milimetrada 10 plantas dentro da área útil. Sendo a altura das plantas medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal e a altura de inserção da primeira vagem a partir da superfície do solo até a inserção da primeira vagem.

O número de nós e vagens por planta foi avaliado por ocasião da maturação (estádio R8), contando-se o número de nós e vagens presentes nas mesmas 10 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

As plantas de cada parcela experimental foram colhidas manualmente, uma semana após terem atingido o estágio R8 da escala de Fehr et al. (1971). Após a colheita, as plantas foram trilhadas e as sementes submetidas, previamente, a uma limpeza, e pesadas, depois de secas ao sol, até atingirem aproximadamente 12% de umidade, para a determinação da produção de grãos. Em seguida, foi determinada a massa de 100 sementes, por meio da pesagem com o auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama, para cada repetição de campo.

Para características de produção foram calculadas as correlações de trilha, verificando os efeitos diretos e indiretos destas sobre a produção. Utilizou-se também, amostras aleatórias de 10 plantas por parcela, somente referente à dose de fósforo mais econômica. As

correlações de trilha foram obtidas de acordo com o método proposto por Wright (1921). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional Genes (Cruz, 2001). Antes da análise de trilha, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade, conforme pormenorizado em Cruz & Regazzi (1997). O grau de multicolinearidade da matriz de correlações, entre as variáveis independentes do modelo de trilha, foi considerado fraco, pois a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz de correlações foi inferior a 100, não ocasionando problemas para a análise. Para testar a significância dos coeficientes de correlação obtidos na análise de trilha, utilizou-se a estatística "t" da distribuição de Student, com n-2 graus de liberdade, através do seguinte modelo: $t = r[(n-2)/(1-r^2)]^{0.5}$, sendo: r - coeficiente de correlação entre os caracteres X e Y; r² - grau de ajuste da reta de regressão aos dados ou coeficiente de determinação ou simplesmente (r²); n - graus de liberdade correspondentes. O teste completo de Fischer (F) foi utilizado para testar a hipótese de que nenhum dos coeficientes de regressão análise de trilha tenha significado, ou seja, testando o coeficiente de determinação do modelo, utilizando a fórmula: $F = [r^2/(k-1)]/[(1-r^2)/(n-k)]$; onde: k é g.l. (k=2), n é o tamanho da amostra e r² é o coeficiente de determinação (Spiegel, 1977; TRIOLA, 1999). Os testes de significância para os coeficientes foram realizados com o auxílio do programa EXCEL 2007.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, verifica-se que a variável que mais teve influência sobre a produtividade da soja foi o número de vagens por planta (NVAG), pois apresentou maior efeito direto sobre a produção de matéria seca e total de grãos por hectare e, além disso, sofre grande efeito indireto do número de nós e da altura da planta. Estas duas variáveis têm grande efeito indireto via número de vagens, sobre a produtividade da soja, seus coeficientes (0,5250 e 0,4720, respectivamente) são superiores ao efeito residual (0,3881). Portanto, a variável número de vagens pode ser considerada como uma boa opção no melhoramento da soja, no caso de seleção indireta para produtividade.

Vieira et al. (2007) estudando a análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo verificaram que os fatores primários que apresentam a maior importância na determinação do rendimento de grãos são os caracteres número de grãos por espiguetta e o número de filhinhos por metro linear. Os caracteres secundários agronômicos que, isoladamente, apresentam a maior importância em explicar as variações no rendimento de grãos são estatura de planta e dias da emergência a maturação.

O número de nós por planta (NNOS) apesar de apresentar baixo efeito direto sobre a produtividade (-0,0185, quase igual a zero) exerce

Tabela 2. Desdobramento das correlações fenotípicas em componentes de efeito direto e indiretos envolvendo cada uma das variáveis dependentes principais PMS, P100 e TGRÃOS e as variáveis independentes explicativas ALT, ALT1VAG e NNOS e NVAG.

Variável Principal	PMS (kg ha ⁻¹)	P100	TGRÃOS
ALT^{1/}			
Efeito direto de ALT	0,1248 ^{ns}	0,3701*	-0,0149 ^{ns}
Efeito indireto de ALT via ALT1VAG	-0,0044 ^{ns}	-0,0026 ^{ns}	0,0022 ^{ns}
Efeito indireto de ALT via NNOS	-0,0045 ^{ns}	-0,0064 ^{ns}	0,0032 ^{ns}
Efeito indireto de ALT via NVAG	0,4720**	0,2041 ^{ns}	0,5131**
TOTAL (diretos e indiretos)	0,5879**	0,5652**	0,5036**
ALT1VAG^{2/}			
Efeito direto de ALT1VAG	-0,0117 ^{ns}	-0,0069 ^{ns}	0,0060 ^{ns}
Efeito indireto de ALT1VAG via ALT	0,0466 ^{ns}	0,1382 ^{ns}	-0,0056 ^{ns}
Efeito indireto de ALT1VAG via NNOS	0,0041 ^{ns}	0,0058 ^{ns}	-0,0268 ^{ns}
Efeito indireto de ALT1VAG via NVAG	-0,0224 ^{ns}	-0,0097 ^{ns}	-0,0243 ^{ns}
TOTAL (diretos e indiretos)	0,0166 ^{ns}	0,1274 ^{ns}	-0,0029 ^{ns}
NNOS^{3/}			
Efeito direto de NNOS	-0,0185 ^{ns}	-0,0261 ^{ns}	0,0132 ^{ns}
Efeito indireto de NNOS via ALT	0,0304 ^{ns}	0,0904 ^{ns}	-0,0036 ^{ns}
Efeito indireto de NNOS via ALT1VAG	0,0026 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	-0,0013 ^{ns}
Efeito indireto de NNOS via NVAG	0,5250**	0,2271 ^{ns}	0,5707**
TOTAL (diretos e indiretos)	0,5395**	0,2928 ^{ns}	0,5789**
NVAG^{4/}			
Efeito direto de NVAG	0,8584**	0,3712*	0,9330**
Efeito indireto de NVAG via ALT	0,0686 ^{ns}	0,2035 ^{ns}	-0,0082 ^{ns}
Efeito indireto de NVAG via ALT1VAG	0,0003 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	-0,0002 ^{ns}
Efeito indireto de NVAG via NNOS	-0,0113 ^{ns}	-0,0160 ^{ns}	0,0081 ^{ns}
TOTAL (diretos e indiretos)	0,9160**	0,5589**	0,9328**
Coefficiente de determinação (R ²)	0,8494**	0,4081*	0,8703**
Efeito da variável residual	0,3881	0,7693	0,3601

^{1/}ALT – Altura média das plantas; ^{2/}ALT1VAG – Altura de inserção da primeira vagem; ^{3/}NNOS – Número de nós por planta; ^{4/}NVAG – Número médio de vagens por planta; PMS – Produção de matéria seca por hectare; P100 – peso de 100 grãos e TGRÃOS – Total de grãos por planta.

ALT, ALT1VAG, NNOS – tamanho da amostra (n=240) e NVAG, P100 e TGRÃOS com n = 40.

*, **Significativo pelo teste "t" de Student ou pelo teste F, com P<0,05 e P<0,01, respectivamente. ns = não significativo.

forte efeito indireto na produtividade, via número de vagens (0,5250), o que não seria possível de ser observado numa análise de correlações simples. Segundo Carvalho et al. (2002), a interpretação da magnitude de uma correlação simples pode, contudo, resultar em equívocos na estratégia de seleção quando uma correlação alta entre dois caracteres for consequência do efeito indireto de outros caracteres.

Hoogerheide et al. (2007), Coimbra et al. (2005) ressaltam que quando um caráter correlaciona-se positivamente com alguns e negativamente com outros, há a indicação de se ter um cuidado adicional, pois, ao selecionar-se um determinado caráter, podem-se provocar mudanças indesejáveis em outros.

A característica altura da primeira vagem (ALT1VAG) foi a que menos teve correlações com as demais variáveis, menores efeitos diretos e indiretos, demonstrando ser esta uma variável

que apresenta pouca relação causa e efeito sobre as variáveis estudadas. Verificou-se que esta característica teve pouca variabilidade no experimento podendo ser explicado pelo fato do experimento ter sido conduzido em somente uma época e num único local e também por ter se trabalhado com uma única variedade de soja no experimento.

De acordo com Broch et al. (2008), a aplicação de doses de fósforo aumentou a produtividade da soja. Segatelli (2008) verificou que as maiores produções de soja são obtidas quando o teor de fósforo do solo é igual ou superior a 7 mg dm⁻³ de fósforo solúvel no solo, detectou também um pequeno aumento de produção de soja devido à adubação.

O alto valor do coeficiente de determinação da trilha (0,8494) e o baixo efeito da variável residual (0,3881) demonstram que existem fortes relações de causa e efeitos entre

as variáveis estudadas e suas relações com a produtividade da soja avaliado como um ponto positivo em análises de trilha.

Conclusões

O número de vagens por planta é o componente de produção que apresentou maior efeito direto sobre a produção de matéria seca e total de grãos por planta;

O número de nós por planta exerce forte efeito indireto sobre a produção de matéria seca;

A altura de inserção da primeira vagem apresenta pouca relação causa e efeitos sobre as variáveis estudadas;

A variável altura de inserção da primeira vagem apresenta menor correlação com as demais variáveis.

Referências

Amorim, E.P., Ramos, N.P., Ungaro, M.R.G., Kiihl, T.A.M. 2008. Correlações e análise de trilha em girassol. *Bragantia* 67: 307-316.

Alcantara Neto, F., Gravina, G.A., Souza, N.O.S., Bezerra, A.A.C. 2010. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. *Revista Ciência Agronômica* 4: 266-271.

Araújo, W.F., Sampaio, R.A., Medeiros, R.D. 2005. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. *Revista Ciência Agronômica* 36: 129-134.

Broch, D.L., Nolla, A., Quiqui, E.M.D., Possenti, J.C. 2008. Influência no Rendimento de Plantas de Soja pela Aplicação de Fósforo, Calcário e Gesso em um Latossolo Sob Plantio Direto. *Revista Ciências Exatas e Naturais* 10: 211-220.

Carvalho, C.G.P., Oliveira, V.R., Cruz, C.D., Casali, W.D. 1999. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 603-613.

Carvalho, C.G.P. de, Arias, C.A.A., Toledo, J.F.F. de, Oliveira, M.F. de; Vello, N.A. 2002. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 311-320.

Coimbra, J.L.M., Benin, G., Vieira, E.A., Oliveira, A.C., Carvalho, F.I.F.; Guidolin, A.F., Soares, A.P. 2005. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. *Ciência Rural* 35: 347-352.

CFSEMG. Comissão de fertilidade do solo do estado de minas gerais. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Lavras, Brasil. 359 p.

CONAB. Sexto levantamento: grãos safra 2009/2010. 2010. <http://www.conab.gov.br/>

conabweb/download/safra/4graos_07.01.10.pdf/ <Acesso em 11 mai. 2010>

Corrêa, J.C., Mauad, M., Rosolem, C.A. 2004. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 1231-1237.

Cruz, C.D. 2001. *Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística*. UFV, Viçosa, Brasil. 442p.

Cruz, C.D., Regazzi, A.J. 1997. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. UFV, Viçosa, Brasil. 390p.

Fehr, W.R., Caviness, R.E., Burmood, D.T., Penninton, J. S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. *Crop Science* 11: 929-931.

Firmano, R.S., Kuwahara, F.A., Souza, G.M. 2009. Relação entre adubação fosfatada e deficiência hídrica em soja. *Ciência Rural* 39: 1967-1973.

Guareschi, R.F., Gazolla, P.R., Souchie, E.L., Rocha, A.C. 2008. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. *Ciências Agrárias* 29: 769-774.

Hoogerheide, E.S.S., Vencovsky, R., Farias, F.J.C., Freire, E.C., Arantes, E.M. 2007. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 1401-1405.

Marchezan, E., Martins, T.N., Santos, F.M., Camargo, E.R. 2005. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. *Ciência Rural* 35: 1027-1033.

Oliveira Júnior, A., Prochnow, L.I., Klepker, D. 2008. Eficiência agrônômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 623-631.

Rezende, P.M., Gris, C.F., Carvalho, J.G., Gomes, L.L., Bottino, L. 2005. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. *Ciência e Agrotecnologia* 29: 1105-1111.

Richart, A., Lana, M.C., Schulz, L.R., Bertoni, J.C., Braccini, A.L. 2006. Disponibilidade de fósforo e enxofre para a cultura da soja na presença de fosfato natural reativo, superfosfato triplo e enxofre elementar. *Revista Brasileira Ciência do Solo* 30: 695-705.

Rodrigues, G.B., Marim, B.G., Silva, J.H., Mattedi, A.P., Almeida, V.S. 2010. Análise de trilha de componentes de produção primários e secundários em tomateiro do grupo Salada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 155-162.

Segatelli, C.R. 2008. Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação na cultura de "*Eleusine coracana* (L.) Gaertn". 118 f. (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

Silva, M.A., Silva, D.S., Andrade, L.A., Lopes, W.B., Santos, G.R.A. 2009. Análise de trilha para caracteres morfológicos do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) no Cariri Paraibano. *Archivos de Zootecnia* 58: 121-124.

Spiegel, M.R. 1974. *Estatística*. McGraw Hill do Brasil, São Paulo, Brasil. 580 p.

Valadão Júnior, D.D. Bergamin, A.C., Venturoso, L.R., Schlindwein, J.A., Caron, B.O., Schmidt, D. 2008. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. *Scientia Agraria* 09: 369-375.

Vieira, E.A., Carvalho, F.I.F., Oliveira, A.C., Martins, L.F., Benin, G., Silva, J.A.G., Coimbra, J., Martins, A.F., Carvalho, M.F., Ribeiro, G. 2007. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. *Revista Brasileira Agrociência* 13: 169 -174.

Triola, M.F. 1999. *Introdução à estatística*. LTC, Rio de Janeiro, Brasil. 526p.

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