

Método da curvatura máxima do coeficiente de variação na determinação do tamanho ótimo de parcela em experimento com soja

Guido Gustavo Humada González^{1*}, Augusto Ramalho de Moraes¹, Teodoro Adriano Bruzi², Gilberto Rodrigues Liska¹, Juliano Bortolini³, Líder Ayala Aguilera⁴

¹Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras. Lavras. Brasil.

²Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras. Lavras. Brasil.

³Departamento de Estatística, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. Brasil.

⁴Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguai.

*Autor para correspondência: gustavohumad@hotmail.com

Introdução

A soja representa, no nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Tal fato se justifica pela importância do produto tanto para o consumo animal, através do farelo da soja, quanto para o consumo humano, através do óleo. Devido às variações climáticas e ao surgimento de novas pragas e doenças, é estratégico o desenvolvimento de novas variedades que possuam características desejáveis, bem como executar experimentos para avaliá-las.

Brito et al. (2012) destacam que para obter resultados altamente confiáveis, é necessário utilizar experimentos bem planejados, de forma que seja possível detectar variações entre tratamentos. O planejamento experimental está diretamente relacionado com a determinação do tamanho ótimo de parcela (TOP) e do número de repetições. Frequentemente, em trabalhos de investigação agropecuária, é necessário determinar o tamanho da parcela e o número de repetições adequados para caracterizá-los de forma ótima com a finalidade de reduzir o erro experimental e outorgar maior precisão ao experimento.

Dentre os diferentes métodos utilizados para estimar o TOP existe o método da curvatura máxima do coeficiente de variação (CMCV), que tem sido empregado com sucesso na estimativa do tamanho ótimo de parcela. A principal característica desse método é que não precisa agrupar as unidades experimentais adjacentes para a determinação do coeficiente de variação, além disso, os resultados provenientes desse agrupamento devem ser submetidos a um ajuste de um modelo não linear, que nem sempre converge. Mediante o método da CMCV pode-se determinar o tamanho ótimo de parcela apenas obtendo as estimativas da média, da variância e da autocorrelação de primeira ordem, o qual deve ser obtido ordenando os resíduos em linhas ou colunas (Paranaíba et al., 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo estimar o tamanho ótimo de parcela, utilizando o método da curvatura máxima do coeficiente de variação em experimento de campo com soja variedade BMX POTENCIA.

Materiais e métodos

O experimento foi instalado na fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizada em Lavras, Minas Gerais, a 21° 14' latitude sul, 45° 00' longitude oeste e altitude de 918 m. A temperatura média anual é de 19,4 °C e a precipitação pluvial média anual de 1529,7 mm. O ensaio com soja variedade BMX POTENCIA foi conduzido, de dezembro a março no ano agrícola 2013/2014, em DBC com três repetições; cada um dos blocos foi formado por quatro fileiras de cinco metros de comprimento com 12 plantas por metro lineal e 0,50 m de distanciamento entre fileiras, perfazendo 10 m² de área. No bloco, a unidade experimental básica (UEB) definida para estimar o tamanho de parcela (X_0) foi quatro plantas, as quais foram colhidas manualmente e mensuradas; logo os valores obtidos para a estimação de X_0 correspondem à produtividade das plantas expressas em gramas. Algumas características da variedade avaliada são: grupo de maturação 6.7, hábito de crescimento indeterminado, porte alta, índice de ramificação alta e tolerância ao acamamento.

Para a estimação de X_0 utilizou-se o método da curvatura máxima do coeficiente de variação (MCMCV), proposto por Paranaíba et al. (2009), o qual consiste na utilização da função de curvatura do $CV_{(X)}$ para determinação do tamanho ótimo de parcela.

O coeficiente de variação é dado pela raiz quadrada da variância, multiplicado por 100 e dividida pela média geral. Como são desconhecidos os parâmetros (média, variância e autocorrelação de primeira ordem) eles devem ser estimados a partir da amostra original. O coeficiente de variação entre parcelas de tamanho X é determinado por:

$$CV_{(X)} = \frac{100\sqrt{(1-\hat{\rho}^2)S^2/\bar{Z}^2}}{\sqrt{X}} \quad (1)$$

na qual se comprova que $CV_{(X)}$ é uma função de X dados, a autocorrelação de primeira ordem ($\hat{\rho}$), a variância (S^2) e a média (\bar{Z}). Consegue-se a função da curvatura K , necessária para determinar a curvatura máxima, por meio da segunda derivada de $CV_{(X)}$ em relação à X . O ponto de máxima curvatura é obtido derivando-se K em relação à X e igualando a zero. Logo, o ponto de máxima curvatura é dado por:

$$X_0 = \frac{10^3\sqrt{2(1-\hat{\rho}^2)S^2\bar{Z}}}{\bar{Z}} \quad (2)$$

onde: \bar{Z} é a média geral, S^2 é a variância e $\hat{\rho}$ representa a autocorrelação de primeira ordem.

A autocorrelação de primeira ordem é dada por:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=2}^{rc} (\hat{\varepsilon}_i - \bar{\varepsilon})(\hat{\varepsilon}_{i-1} - \bar{\varepsilon})}{\sum_{i=1}^{rc} (\hat{\varepsilon}_i - \bar{\varepsilon})^2} \quad (3)$$

em que $\hat{\varepsilon}_i$ e $\hat{\varepsilon}_{i-1}$ são os erros do modelo contendo apenas o intercepto, nas UEB i e $i-1$, respectivamente.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o software livre R (R Development Core Team, 2015).

Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os valores estimados dos parâmetros. Substituindo as estimativas da média, variância e autocorrelação de primeira ordem na equação 2, obtém-se o tamanho ótimo de parcela (X_0).

Tabela 1. Estimativas da média (\bar{Z}), da variância (S^2), da autocorrelação de primeira ordem (ρ) e do tamanho ótimo de parcela (X_0) para dados de produtividade de soja.

Repetição	ρ linha	ρ coluna	ρ	\bar{Z}	S^2	X_0
1	0.3651	0.3526	0.3589	60.4000	439.4045	5.9426
2	0.2587	-0.0666	0.0961	57.8706	508.6040	6.7012
3	0.0786	0.2943	0.1865	48.5152	174.0632	5.2264

Observa-se na tabela 1 que não existe um padrão de relacionamento entre \bar{Z} e X_0 . Evidencia-se ainda que conforme aumenta a variância, o tamanho de parcela estimado pelo método também aumenta, o qual é lógico do ponto de vista prático (equação 2). Considerando a repetição 1, a curvatura máxima do coeficiente de variação acontece no tamanho de parcela $5,94 \approx$ seis UEB equivalentes a 96 plantas ou área de 4 m^2 . Já na repetição 2 evidencia-se que

a curvatura máxima do coeficiente de variação acontece em tamanho de parcela $6,70 \approx$ sete UEB equivalente a 168 plantas ou área de 5 m^2 . Finalmente, considerando as três repetições do experimento, o tamanho ótimo de parcela estimado via CMCV assume valores que variam de quatro a cinco m^2 .

Estes resultados são similares aos obtidos por Martin et al. (2005), que em experimento com soja, variedade Fepagro RS10, de ciclo tardio, avaliando a característica produção de grãos, no município de Santa Maria-RS, determinaram que o tamanho ótimo de parcela para a cultura é $3,96\text{m}^2$.

As estimativas de tamanho ótimo de parcela obtidas nesse experimento deferem dos valores encontrados na literatura: $1,80 \text{ m}^2$ (Pignarato e Gonçalves, 1972); $8,14\text{m}^2$ (Martin et al., 2007), reforçando o fato de que o tamanho de parcela não pode ser generalizado, pois variam com o tipo de clima, solo e o cultivar. A determinação dos mesmos deve ser feita para cada cultura e local em que ocorram condições climáticas e de solo diferentes das que já tenham sido determinadas (Oliveira e Estefanel, 1995).

Conclusão

Nas condições do experimento conclui-se que o tamanho ótimo de parcela estimado via curvatura máxima do coeficiente de variação para a cultura da soja variedade BMX POTENCIA varia de quatro (4) a cinco (5) metros quadrados.

Referências Bibliográficas

- Brito, MC; Faria, GA; Morais, AR; Souza, EM; Dantas, JL. 2012. Estimacão do tamanho ótimo de parcela via regressão antitnica. *Revista Brasileira de Biometria*. 30(3): 353-366.
- Martin, TN; Dutra, LMC; Jauer, A. 2005. Tamanho ótimo de parcela e número de repeties em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Ciência Rural*, Santa Maria, Br. (35)2: 271- 276.
- Martin, TN; Jauer, A; Dutra, LMC; Santi, AL; Zabot, L. 2007. Metodologia experimental para rendimento de grãos de soja em condies de restrio de espaço. *Bragantia*, (66)3: 521-526.
- Oliveira, PH; Estefanel, V. 1995. Tamanho e formas ótimos de parcela para avaliao do rendimento em experimentos com batata. *Ciência Rural*. Santa Maria. 25(2): 205-208.
- Paranaíba, PF; Ferreira, DF; Morais, AR. 2009. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposio de métodos de estimacão. *Revista Brasileira de Biometria*. 27(2): 255-268.
- Pignarato, IA; Gonçalves, HM. 1972. Estimativa de melhor tamanho de parcela para experimentos de soja. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, Br. (8)2: 153-159.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2015. R: a language and environment for statistical computing. Acesso em: 17 de junho 2015. Disponível em: < <http://www.R-project.org>>.