

Proposição de novo método de estimação de tamanho ótimo de parcela experimental. Uma aplicação na cultura do arroz

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

No planejamento de experimentos, é necessário que o pesquisador defina adequadamente o que constituirá a unidade experimental básica (UEB) ou parcela, visando aumentar a eficiência do experimento, mediante a redução do erro experimental (Paranaíba et al., 2009). Esse tamanho não pode ser generalizado, pois variam com o tipo de clima, de solo, de cultivar, e deve ser estimado para cada cultura e local em que ocorram condições climáticas e de solo diferentes das que já tenham sido determinadas.

A grande maioria dos métodos utilizados para estimar tamanho ótimo de parcelas está baseada em experimentos em branco. O experimento em branco é aquele que é cultivado em toda a extensão com um determinado material biológico, submetendo-se toda a área a práticas culturais semelhantes. Logo, a área é dividida em unidades básicas, nas quais a produção de cada uma delas é medida separadamente, de tal maneira que o rendimento das unidades básicas próximas possa ser somado para formar parcelas de diferentes tamanhos e formas.

Existem na literatura diferentes métodos para estimar o tamanho ótimo de parcelas, onde alguns deles apresentam resultados inadequados, por citar, o modelo exponencial segmentado com resposta platô e o método da máxima curvatura modificada, os quais tendem a superestimar e a subestimar, respectivamente, o tamanho ideal (Paranaíba et al. 2009). Por esta razão, o objetivo deste trabalho foi propor um novo método para a determinação do tamanho ótimo de parcelas, o modelo logarítmico segmentado com resposta platô que foi aplicado em experimento com arroz.

Materiais e métodos

Na estimação do tamanho de parcela utilizou-se um ensaio em branco com arroz dispostas em um *gride* de 100 unidades experimentais básicas de 1m² cada (Tabela 1). Maiores informações do conjunto de dados podem ser obtidos em Bakke (1988).

Tabela 1. Produções de grãos (g/m²) de arroz, variedade IR - 8, de um ensaio em branco.

842	844	808	822	979	954	965	906	898	856
803	841	870	970	943	914	916	836	858	926
773	782	860	822	932	971	765	875	853	936
912	887	815	937	844	661	841	844	809	778
874	792	803	793	818	799	767	855	792	858
908	875	899	788	867	790	831	757	751	774
875	907	921	963	875	880	898	802	874	928
891	928	871	875	865	777	738	796	855	901
823	784	754	873	764	775	752	753	720	798
785	794	764	822	714	748	724	717	736	724

Modelo logarítmico com resposta platô (MLOP)

O modelo logarítmico com resposta platô (MLOP) é considerado um modelo não linear nos parâmetros, pois suas derivadas parciais são funções dos próprios parâmetros. O MLOP tem duas partes: uma curva inclinada descendente seguida de uma linha horizontal (platô), no qual a interseção entre essas linhas determina o tamanho ótimo de parcela experimental. O modelo logarítmico com resposta platô proposto é dado por:

$$CPE_{(X)} = \begin{cases} (\beta_0 \log(X_1 + \beta_1) + \beta_2) + \varepsilon_i & \text{se } X \leq X_0 \\ P + \varepsilon_i & \text{se } X > X_0 \end{cases} \quad (1)$$

em que:

$CPE_{(X)}$ é o coeficiente de precisão experimental entre os totais para parcelas com X_i UEB; P é o coeficiente de precisão experimental no ponto de junção dos dois segmentos; β_0 , β_1 e β_2 são os parâmetros do modelo; X_0 é tomado como o tamanho ótimo de parcela a ser estimado e ε_i representa o erro aleatório associado ao modelo, considerados independentes e identicamente distribuídos com média zero e variância constante.

O tamanho ótimo de parcela é dado pela equação:

$$X_0 = \exp\left(\frac{P - \beta_2}{\beta_0}\right) - \beta_1 \quad (2)$$

Já o coeficiente de precisão experimental no ponto de tamanho ótimo é dado pela expressão:

$$P = \beta_0(\log(X_0 + \beta_1) + \beta_2) \quad (3)$$

Tendo-se um modelo não linear, os parâmetros podem ser estimados via algoritmo de Gauss-Newton (Gallant, 1987).

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

Resultados e Discussão

Na tabela 2 são apresentados os valores dos coeficientes de precisão experimental (CPE) estimados para cada tamanho X de parcela agrupada. O CPE é dado pela relação entre o coeficiente de variação e a raiz quadrada do número de parcelas agrupadas. Evidencia-se que o aumento no tamanho de parcela acarreta redução do CPE .

Tabela 2. Agrupamento dos diferentes tamanhos de parcela e seus respectivos coeficientes de precisão experimental para o ensaio em branco de 100 UEB de arroz.

X	1	2	4	5	10	20	25	50
$CPE_{(X)}$	8,1942	4,9114	3,0487	2,2743	1,3343	0,7894	0,6887	0,3498

Na equação 4 são apresentadas as estimativas dos parâmetros do modelo proposto. Mostra-se ainda que o tamanho ótimo de parcela estimado pelo modelo logarítmico segmentado com resposta platô (MLOP) é 9,65 UEB, ou seja, parcelas em torno de 9,65 m² de área.

$$\widehat{CPE}_{(X)} = \begin{cases} (-2,14 \log(X_1 - 0,72) + 5,47) & \text{se } X \leq 9,65 \\ 0,79 & \text{se } X > 9,65 \end{cases} \quad (4)$$

A representação gráfica do MLOP e algumas estatísticas de interesse são apresentadas na figura 1; observa-se que o coeficiente de determinação foi de $R^2 = 98,54 \%$, indicando que houve um bom ajuste aos dados referentes à produtividade de arroz.

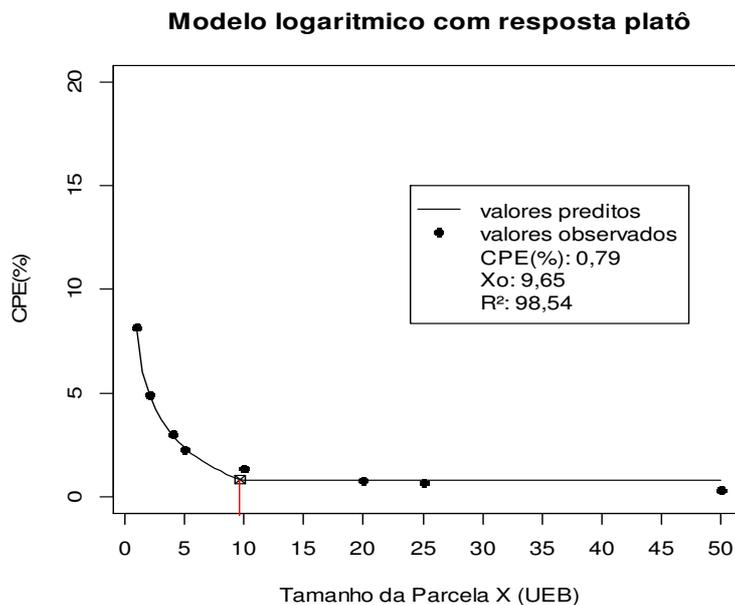


Figura 1. Valores preditos e observados, coeficiente de precisão experimental (CPE), tamanho ótimo de parcela (X_o) e coeficiente de determinação (R^2) de um ensaio com arroz.

Esse resultado é próximo ao determinado por Paranaíba et al. (2009) que trabalhando com o mesmo conjunto de dados concluíram, via modelo linear segmentado com resposta platô, que o tamanho ótimo de parcela para a cultura de arroz é $7,48m^2$. O resultado determinado neste trabalho é próximo aos utilizados normalmente em experimentos com arroz. Por citar: $10 m^2$ (Scheuermann e Eberhardt, 2010).

Conclusão

O modelo logarítmico segmentado com resposta platô mostrou-se adequado para a obtenção do tamanho ótimo de parcela experimental, uma vez que estima tamanho de parcela próximo aos utilizados normalmente em experimentos de campo com arroz.

Referências Bibliográficas

- Bakke, OA. 1988. Tamanho e forma ótimas de parcelas em delineamentos experimentais. 142f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- Gallant, AR. 1987. Nonlinear statistical models. New York, USA, J. Wiley. 610p.
- Macherzan, E; Villa, SC; Marzari, V; Korndorfer, GH; Santos, FM. 2004. Aplicação de silício em arroz irrigado: Efeito nos componentes da produção. Biosci. 20(3): 125-131.
- Paranaíba, PF; Ferreira, DF; Morais, AR. 2009. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. Revista Brasileira de Biometria. 27(2): 255-268.
- 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> >.
- Sheuermann, KK; Eberhardt, DS. 2010. Avaliação de fungicidas para o controle da brusone de panícula na cultura do arroz irrigado. Revista de Ciências Agroveterinárias. 10(1): 23-28.