

APLICATIVO WEB PARA ESTIMATIVA DO TAMANHO DE PARCELA EXPERIMENTAL¹

Tamiris Aparecida dos Santos²; Arian Alves³; Mateus Carvalho Azevedo⁴; Fábio Junior Alves⁵; Katia Alves Campos⁶

¹ Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

² Bolsista CNPq, Graduando em Engenharia Agrônoma, IFSULDEMINAS – câmpus Machado, tamirisapsantos@gmail.com

³ Bolsista CNPq – EM, IFSULDEMINAS – câmpus Machado, arian-alves@outlook.com

⁴ Bolsista CNPq – EM, IFSULDEMINAS – câmpus Machado, mateuscarvalhoazevedo@hotmail.com

⁵ Pesquisador, IFSULDEMINAS – câmpus Machado, fabio.alves@ifsuldeminas.edu.br

⁶ Pesquisador, IFSULDEMINAS – câmpus Machado, katia.campos@ifsuldeminas.edu.br

RESUMO: O objetivo do trabalho foi simplificar a realização de ensaios em branco por meio de um aplicativo web que determina o tamanho de parcelas utilizando o método da máxima curvatura modificado, proposto por, Meier e Lessman (1971). O ensaio em branco é um método fundamental para investigar o tamanho mínimo de parcelas com o propósito de reduzir erro experimental sem se basear apenas no empirismo. Na cultura do café definir o tamanho de parcela é um problema recorrente. Os trabalhos de pesquisa em campo realizados com essa cultura são feitos abrangendo ambientes bastante diversos e por isso, muitas vezes, a heterogeneidade das condições locais leva à obtenção de erros experimentais elevados, o que dificulta a comprovação de diferenças, caso elas existam, entre os tratamentos avaliados, reforçando a importância da execução de ensaios em branco para essa cultivar. Para a apresentação do aplicativo web, utilizou-se parte dos dados de Cipriano *et al.* (2013) relativos à produtividade do cafeeiro cultivar Topázio MG 1190 em um tamanho de ensaio em branco 5x12. A utilização do aplicativo web mostrou-se válida, pois proporcionará a disseminação da metodologia da determinação do tamanho de parcela de forma prática e facilitará a realização da etapa de cálculos em experimentos.

PALAVRAS-CHAVE: ensaio em branco, cafeeiro, produtividade, erro experimental, parcela útil.

WEB APPLICATION TO ESTIMATE THE SIZE OF EXPERIMENTAL PARCELS.

ABSTRACT: The objective was to simplify the execution of uniformity assay through a web application that determines the size of parcels using the modified method of the maximum curvature, proposed by Meier and Lessman (1971). The uniformity assay is a key method to investigate the minimum size of parcels for the purpose to reduce experimental error without relying only on empiricism. For the coffee crop set the plot size is a recurring problem. The research of field work carried out with this culture are made covering very different environments and so, many times, the heterogeneity of local conditions leads to achieving high experimental error, making it difficult to prove differences, if they exist, between treatments, reinforcing the importance of implementing uniformity assay for this cultivar. For the presentation of the web application, was used part of the data from Cipriano *et al.* (2013) concerning about coffee yield of Topázio MG 1190 (*Coffea arabica*) on uniformity assay size 5x12. The use of the web application proved to be valid; it will provide the dissemination of the methodology of determining the parcel size in a practical way and will help achieve the step of experiments calculations.

KEYWORDS: uniformity assay, coffee, productivity, experimental error, useful parcel.

INTRODUÇÃO

O planejamento experimental é a primeira fase da experimentação e é por meio dele que são definidos os passos para controlar os efeitos ambientais de maneira a encontrar diferenças significativas entre os fatores em teste, caso elas existam (BANZATO; KRONKA, 2006). Os tratamentos escolhidos devem ser aplicados a uma quantidade de material experimental denominada unidade básica (UB) ou parcela experimental. A definição dessa parcela é vital para o sucesso do experimento, já que a escolha correta da mesma minimiza o erro experimental. Embora se considere que quanto maior o tamanho da parcela, menor o erro experimental e, conseqüentemente, maior a precisão do experimento, essa relação não é sempre linear, essa diminuição do erro inicial vai até determinado ponto, a partir do qual o ganho com precisão é muito pequeno (PARANAÍBA, 2007).

Na cultura do café, tão significativa no Brasil, definir o tamanho de parcela é um problema recorrente, pois trabalhos de pesquisa em campo são feitos em várias localidades, abrangendo ambientes bastante diversos, por isso muitas vezes a heterogeneidade das condições locais tem levado à obtenção de erros experimentais elevados, o que dificulta a comprovação estatística de diferenças entre os tratamentos avaliados.

Em estudos sobre melhoramento genético do *Coffea arabica* L., nos quais o número de progênies avaliadas a cada ano é crescente e os programas de melhoramento cada vez mais avançados, torna difícil a detecção das diferenças entre as progênies, exigindo experimentos bem planejados, para aumentar a precisão experimental e assim ter sucesso na seleção de cultivares a serem lançadas (MORAES, 2013).

Encontrar o tamanho de parcela ideal pode também evitar gastos desnecessários com tempo, recursos financeiros e recursos ambientais, por exemplo, com irrigação e do próprio solo. Aproveitando melhor os recursos, o gasto com pesquisas seria menor, incentivando sua realização, tão necessária não só para ganho em conhecimento acadêmico, mas também para o repasse de informações via extensão.

Em alguns casos o tamanho das parcelas é definido baseado apenas nas experiências e observações do experimentador, esse método empírico prejudica conclusões científicas e pode acarretar em erro experimental. Um modo científico de determinar o tamanho de parcelas é a realização de ensaios em branco, também chamados de experimentos de uniformidade. Existem diversos trabalhos publicados sobre este tipo de estudo, com diversas culturas, mas pouca coisa já foi feita para a cafeicultura (PIRES *et al.*, 2009).

No ensaio em branco uma determinada espécie é cultivada em toda a extensão, submetendo toda a área a práticas culturais idênticas. Em seguida a área é dividida em UBs nas quais as variáveis respostas – por exemplo, massa seca quando se quer aferir a produtividade – de cada uma é medida separadamente, de tal maneira que posteriormente estas UBs próximas possam ser agrupadas para formar parcelas de diferentes tamanhos e formas. Pode-se, assim, avaliar e comparar fatores que atuam sobre as características em estudo das plantas (LÚCIO *et al.*, 2000).

Após a quantificação das UBs nos ensaios em branco, lança-se mão de uma das diversas técnicas para determinar o tamanho de parcela útil necessária para que as diferenças, caso existam, sejam detectadas. A escolha do método também é um item polêmico, pois métodos diferentes podem resultar em tamanhos diferentes de parcela. Dentre os métodos mais utilizados para a estimativa do tamanho de parcela, que utilizam coeficientes de variação (CV) das combinações da unidade básica, podem ser citados o método empírico de Smith (1938), o método da inspeção visual da curvatura máxima, o método da curvatura máxima, proposto por Lessman e Atkins (1963) como adaptação do método empírico de Smith, os modelos segmentados com platô de resposta, linear e quadrática, que pode ser visto em Paranaíba (2007), e o da máxima curvatura modificado, modificação proposta por Meier e Lessman (1971) ao método da curvatura máxima. Em 2009, Paranaíba, Ferreira e Morais, propuseram mais um estimador para tamanhos de amostras, o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, com a vantagem de não utilizar o reagrupamento das unidades básicas, pois a dificuldade dos métodos existentes na literatura, até então, está na realização dos agrupamentos e ajuste de modelos não-lineares que podem não convergir.

O objetivo do presente trabalho é justamente facilitar a realização destes ensaios em branco, por meio da apresentação de um aplicativo web que realiza os agrupamentos e determina o tamanho de parcelas por meio do método da máxima curvatura modificado (MEIER; LESSMAN, 1971) desenvolvido por alunos bolsistas do IFSULDEMINAS, e que está disponível no site do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (Câmpus Machado).

MATERIAL E MÉTODOS

Normalmente um ensaio em branco deve apresentar um número suficiente de unidades básicas (UB), as menores parcelas que podem ser quantificadas, o tamanho almejado fica na configuração de 20 linhas por 20 colunas. Após a quantificação das variáveis respostas em estudo, faz-se o agrupamento das parcelas vizinhas e calcula-se o coeficiente de variação médio (CV) para cada tamanho de parcela estimado, depois disto utiliza-se um dos métodos para determinar o tamanho de parcela que deve ser utilizado de forma a melhorar o custo benefício. Cada variável resposta obtida no ensaio em branco deve ser avaliada e dentre os tamanhos de parcela obtidos em cada uma, escolhe-se o de maior tamanho estimado.

Para desenvolvimento do aplicativo web, escolheu-se o método da máxima curvatura modificado, que após os tamanhos de parcelas determinados e seus respectivos CV utiliza-se um gráfico cujas abscissas são os tamanhos de parcelas simulados com o agrupamento das unidades básicas e as ordenadas os coeficientes de variação médios encontrados para estes agrupamentos, encontra-se o ponto de maior curvatura algebricamente com o ajuste da função (1):

$$CV(X) = aX^{-b} \quad [1]$$

onde, **a** é a constante de regressão e **b** o coeficiente de regressão. Para estimação do tamanho de parcela, Meier e Lessman (1971) propuseram a expressão:

$$X_0 = \left[\frac{a^2 b^2 (2b+1)}{b+2} \right]^{\frac{1}{2+2b}} \quad [2]$$

onde **X₀** é o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo da parcela experimental.

A proposta aqui é apresentar o aplicativo web, que pode facilitar a etapa de cálculos e economizar tempo ao projeto, onde o pesquisador de qualquer área entrará com os dados de um ensaio em branco e obterá a estimativa mínima para determinar o tamanho de parcela que deve utilizar.

Para exemplificar o funcionamento do aplicativo web utilizou-se parte dos dados de Cipriano *et al.* (2013) relativos à produtividade do cafeeiro cultivar Topázio MG 1190 de seis anos de idade, em um ensaio em branco de tamanho 5x12. Este é um exemplo frequente, embora tenham sido demarcados 400 pés de cafeeiro, devido a falhas na homogeneidade experimental o tamanho do ensaio em branco foi reduzido para cinco linhas cada uma com 12 plantas que foram utilizadas como unidades básicas. O tamanho de parcela útil para avaliar a produção de frutos de café, no caso da variável massa seca, encontrado no experimento foi de sete plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para utilizar o aplicativo web, após realizar o ensaio em branco com a cultivar desejada e quantificar cada variável resposta, basta acessar o link <http://www.mch.ifsuldeminas.edu.br/projetosacademicos> e entrar com os dados (Figura 1).

linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

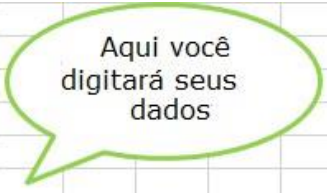


Figura 1. Visão das células do aplicativo web onde devem ser digitados os valores da característica em estudo do ensaio em branco do usuário.

O próximo passo é inserir os valores quantificados. Para exemplificar, utilizou-se a variável massa seca do experimento de Cipriano *et al.* (2013), obtida dos grãos de café da cultivar Topázio MG 1190, mensurada em quilogramas (Figura 2).

linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2,50	1,60	2,00	1,30	1,70	1,20	1,60	1,50	0,60	2,70	1,00	2,50
2	1,20	1,80	2,50	3,00	1,00	0,50	2,50	1,30	1,70	1,60	1,00	2,20
3	2,10	1,90	2,30	0,80	1,40	1,10	1,70	1,50	1,90	0,80	1,00	1,50
4	1,60	1,90	1,50	1,60	2,00	1,40	2,30	1,50	1,80	2,00	2,60	1,40
5	1,70	1,00	1,30	2,30	2,00	0,60	1,50	2,00	1,50	1,40	1,70	2,55

Figura 2. Dados da massa seca, em quilogramas do café Topázio MG 1190 obtidos do experimento apresentado por Cipriano *et al.* (2013).

Ao rodar o aplicativo web serão estimados os coeficientes de variação médios para cada tamanho de parcela formada pelos agrupamentos das unidades básicas (Figura 3a) e o ajuste da função [1] será exibido no gráfico (Figura 3b).

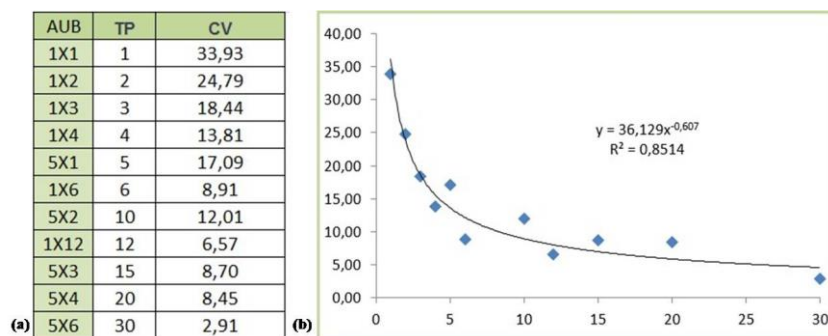


Figura 3. Saída 1 do aplicativo web, que apresenta os agrupamentos das unidades básicas (AUB), o tamanho de parcela (TP), e o coeficiente de variação médio estimado (CV) (a) e saída 2 do aplicativo web, gráfico com o ajuste da equação de onde os coeficientes são extraídos (b).

Por meio da equação exibida no gráfico, por comparação, são identificados os coeficientes a e b da função e deve-se digitá-los nas respectivas células (Figura 4a). Dessa forma, o tamanho de parcela útil a ser adotado será exibido (Figura 4b). Assim como o resultado obtido no experimento de Cipriano *et al.* (2013), o tamanho mínimo obtido pelo aplicativo web foi de sete parcelas para a avaliação da massa seca em cultivar Topázio MG 1190.

(a)	a	0
	b	0
	Tamanho de parcela estimado	0

(b)	a	36,129
	b	0,607
	Tamanho de parcela estimado	7,00

Figura 4 – Visão das células do aplicativo web onde devem ser digitados os coeficientes obtidos no gráfico ajustado (a) e valores digitados, assim como tamanho de parcela estimado (b).

CONCLUSÕES

A utilização do aplicativo web se mostrou válida, pois proporcionará a disseminação da metodologia da determinação do tamanho de parcela de forma prática, pois facilita a etapa de cálculos, especialmente para pesquisadores que já possuam dados de experimentos anteriores e queiram aproveitar de seus conhecimentos para melhorar a relação custo benefício em suas pesquisas. O presente trabalho ainda está em desenvolvimento e como outros tamanhos de ensaio em branco são possíveis, os estudos apontam a necessidade de melhoria do aplicativo web para que atendam outros tamanhos de parcela para abrangência de mais experimentos na área agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 237p.
- CIPRIANO, P. E; BATISTA, J. F. J; ALMEIDA, S. L. S. de; CAMPOS, K. A. Dimensionamento de parcelas para experimentos com produtividade de cafeeiro. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador, BA, 2013.
- LÚCIO, A. D. et al. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.4, p.766-770, out-dez 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n4/23192.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2015.
- LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot. Size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield test. Crop Science, Madison, v. 3, p. 477-481, 1963.
- MEIER, V.D.; LESSMAN, K.J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. Crop Science, v.11, p. 648-650, 1971.
- MORAES, B. F. X. Tamanho de parcela e amostra na avaliação da produtividade de grãos. 2013. 97 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- PARANAÍBA, P. F. Tamanho ótimo de parcelas em delineamentos experimentais. 2007, 63f. Dissertação (Tese de Mestrado). UFPA.
- PARANAÍBA, P. F. ; FERREIRA, D. F ; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. Revista Brasileira de Biometria, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 255-268, 2009.
- PIRES, F.R.; COGO, F.D.; CAMPOS, K.A.; ALMEIDA, S.L.S.; MORAIS, A.R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para mudas de cafeeiro cultivar Mundo Novo IAC 379-19. In: Jornada Científica e Tecnológica. Sul de Minas Gerais: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, Campus Machado, 2009.
- SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v. 28, p. 1-23, 1938.