

Regressão com platô na estimação do tamanho ótimo de parcelas em experimentos com mamoeiro em casa de vegetação

Plateau regression in estimating the optimal plot size in papaya experiments in a greenhouse

Regresión de meseta para estimar el tamaño óptimo de parcela en experimentos con papaya en invernadero

Recebido: 14/10/2020 | Revisado: 22/10/2020 | Aceito: 24/10/2020 | Publicado: 25/10/2020

Glauca Amorim Faria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2474-4840>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: glauca.a.faria@unesp.br

Taís Ferreira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2518-0920>

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: thayscostta@hotmail.com

Lucas Menezes Felizardo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9676-0623>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: lucas-one@hotmail.com

Beatriz Garcia Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2605-6443>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: biagarcialopes@gmail.com

Cíntia Patrícia Martins de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7069-0508>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: cintia.patricia@unesp.br

Juliana Firmino de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8318-1120>

Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, Brasil

E-mail: juliana_firmino@hotmail.com

Ariele Daieny da Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0072-5733>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: ariele.fonseca@unesp.br

Paula Suares Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3642-0341>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: psr.ecotox@gmail.com

Ana Patricia Bastos Peixoto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0690-1144>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: anapatricia@servidor.uepb.edu.br

Tiago Almeida de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4147-7721>

Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

E-mail: tadolive@servidor.uepb.edu.br

Resumo

A cultura do mamoeiro apresenta grande importância socioeconômica no Brasil, contudo pesquisas com essa frutífera são pouco exploradas. O conhecimento do tamanho ótimo da parcela contribui para a condução de experimentos com maior precisão e conseqüentemente o aumento da relação de custo/benefício da cultura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho ótimo de parcelas para experimentos em casa de vegetação, com mamoeiro híbrido, utilizando o modelo de regressão segmentado com platô linear, com base em um ensaio de uniformidade com 100 unidades básicas (ub). Foram simulados diversos tamanhos e formas de parcelas, em que cada fruto foi considerado primeiramente como uma unidade básica (parcela) até 50 plantas por unidade básica. Para a estimação do tamanho ótimo de parcela empregou-se o modelo de regressão segmentado com platô linear. Em conclusão, o tamanho de parcela ótimo recomendado foi formado por 12 plantas.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.; Precisão experimental; Ensaio de uniformidade.

Abstract

The papaya culture has great socioeconomic importance in Brazil, although research with this fruit is little explored. Knowledge of the optimal plot size contributes to conducting

experiments with greater precision and, consequently, increases the cost/benefit ratio of the culture. Thus, this research aim at estimating the optimal plot size for experiments in a greenhouse, with hybrid papaya, using the segmented regression model with linear plateau, based on a uniformity test with 100 basic units (ub). Several sizes and shapes of plots were simulated, in which each fruit was considered first as a basic unit (plot) up to 50 plants per basic unit. To estimate the optimal plot size, the segmented regression model with a linear plateau was used. After all, the recommended optimal plot size consisted of 12 plants.

Keywords: *Carica papaya* L.; Experimental precision; Uniformity test.

Resumen

El cultivo de la papaya tiene una gran importancia socioeconómica en Brasil, sin embargo, la investigación con esta fruta está poco explorada. El conocimiento del tamaño óptimo de parcela contribuye a realizar experimentos con mayor precisión y, en consecuencia, aumentar la relación costo / beneficio del cultivo. Así, el objetivo de este trabajo fue estimar el tamaño óptimo de parcela para experimentos en invernadero, papaya híbrida utilizando el modelo de regresión segmentada con meseta lineal, basado en una prueba de uniformidad con 100 unidades básicas (ub). Se simularon varios tamaños y formas de parcelas, en las cuales se consideró primero cada fruto como una unidad básica (parcela) hasta 50 plantas por unidad básica. Para estimar el tamaño óptimo de la parcela, se utilizó el modelo de regresión segmentado con una meseta lineal. En conclusión, el tamaño de parcela óptimo recomendado constaba de 12 plantas.

Palabras clave: *Carica papaya* L.; Precisión experimental; Prueba de uniformidad.

1. Introdução

O mamão (*Carica papaya* L.) é uma fruta tropical de grande importância no Brasil. Essa planta é cultivada em todos os países tropicais e muitas regiões subtropicais do mundo (Rigotti, 2019). Pertence à classe Eudicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae, com seis gêneros, *Jacaratia*, *Vasconcelea*, *Horovitzia*, *Jarrila*, *Cilycomorpha* e *Carica*, e aproximadamente 35 espécies (Ramos et al., 2012).

É uma planta herbácea perene, de crescimento rápido, cujo porte pode variar de três a oito metros de altura. Em pomares comerciais, a vida útil do mamoeiro é de dois a três anos, (Salomão et al., 2007), As principais variedades cultivadas no Brasil são: Solo (frutos

menores e mais leves destinados ao consumo *in natura*) e Formosa (frutos de tamanho maiores destinados à industrialização e/ou consumo *in natura* composto por mamoeiros híbridos). A cultivar Golden e o híbrido Tainung Nº 1 são os principais representantes dos grupos Solo e Formosa, respectivamente.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão com 1.060 milhão de t/h em 2018 (FAO, 2020). É uma cultura que pode ser encontrada em toda extensão territorial, mas alguns estados se destacam como principais produtores, como a Bahia, o Espírito Santo, o Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais (Anuário Brasileiro, 2020). Esta cultura, além de apresentar grande importância econômica para o agronegócio brasileiro, apresenta importância social, gerando empregos de forma direta e indireta, durante todo o ano com relação aos tratamentos culturais, colheita e comercialização (Lima et al., 2007). Ainda assim, as pesquisas com essa fruteira são pouco exploradas, necessitando de estudos sobre as principais doenças que acometem o mamoeiro e como aumentar a produtividade, uma vez que a demanda é alta tanto comércio interno quanto externo.

Por ser uma cultura cultivada praticamente em todo país, se faz necessário realizar estudos em todas as condições cultivadas. Desse modo, encontrar o tamanho de parcela experimental, principalmente com base na variabilidade do material utilizado, irá auxiliar os pesquisadores a diminuir o erro dos experimentos.

O erro experimental pode ocorrer devido a vários fatores, como a escolha do material, planejamento, variação ambiental, perdas de parcelas, ciclo da cultura, número de tratamentos entre outros. A estimativa para determinação do tamanho ótimo da parcela em qualquer cultura é uma forma de aumentar a precisão experimental e quando é realizada de forma criteriosa melhora a qualidade dos resultados obtidos, reduzindo, entre outros fatores, o efeito da variação ambiental, possibilitando que as menores diferenças entre tratamentos sejam detectadas. Além dos fatores relacionados a precisão, encontrar o tamanho ideal de parcelas permite a minimização do tempo e otimização de recursos (Cargnelutti Filho et al., 2018).

Neste contexto, a definição de um tamanho ótimo de parcela para experimentos em campo e em casa de vegetação com a cultura do mamoeiro podem contribuir para a condução de experimentos com maior precisão, principalmente em casos que o pesquisador não conheça a variabilidade do material utilizado, o que pode aumentar a probabilidade de ocorrência de erro experimental.

Banzatto e Kronka (2006) afirmam que em geral o que se utiliza em planejamentos é um número grande de repetições aliado a pequenas parcelas, sendo que o mais utilizado são parcelas compridas e estreitas, com objetivo de aumentar a precisão do experimento. Esses

autores afirmam ainda que para parcelas pequenas a forma da parcela tem efeito praticamente nulo.

Morais et al. (2018) apresenta uma revisão sobre os principais métodos para determinar o tamanho ótimo de parcelas, relacionando tamanho e variação residual. Dentre eles destacam-se: Máxima curvatura – MC (Lessman & Atkins, 1963), Máxima curvatura modificada – MCM (Meier & Lessman, 1971), Método de regressão linear segmentada com platô – MRLP (Anderson & Nelson, 1971), Método de regressão quadrática com platô – MRQP (Anderson & Nelson, 1975) e Método de comparação de variâncias – MCV (Hatheway & Williams, 1958).

O que todos os métodos acima citados apresentam em comum é a relação inversa entre o tamanho da parcela e o erro experimental. Lopes et al. (2020) e Faria et al. (2020) utilizaram o método de MCM para determinar o tamanho ótimo de parcelas para eucalipto (*Eurograndis*) e para duas espécies de maracujá (*Passiflora setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado e *Passiflora alata* cv. BRS Mel do Cerrado), respectivamente, ambos os trabalhos em casa de vegetação. Em mamoeiro, este fato também foi verificado por Lima et al. (2007), Brito et al. (2012) e Celanti et al. (2016) que estimaram o tamanho de parcelas em experimentos realizados em casa de vegetação e Schmildt et al. (2016) que verificaram em experimentos realizados em campo.

Celanti et al. (2016) utilizando a cultivar Golden fizeram a comparação dos métodos MC e MCM com o uso de bootstrap, de acordo com os autores a simulação via bootstrap com reposição proporciona tamanhos ótimos de parcela iguais ao MCM e superiores ao MC. Brito et al. (2012) utilizando a mesma cultivar verificaram que o método da máxima curvatura modificado (MMC) em comparação ao modelo linear com resposta platô (MLRP) subestima o tamanho da parcela ideal.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar o tamanho ótimo de parcelas para experimentos com mamoeiro híbrido, utilizando o modelo de regressão linear segmentado com platô.

2. Metodologia

O ensaio de uniformidade foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. Utilizou-se 100 mudas de mamoeiro. As plantas foram dispostas em 10 fileiras com 10 indivíduos em cada fila, com espaçamento de 0,50 × 0,50 m. As avaliações foram realizadas de janeiro a maio,

período entre o desbaste das plantas e o aparecimento da primeira flor funcional. Os dados utilizados neste trabalho foram coletados aos 18, 32, 39, 69 e 159 dias após o plantio.

Para quantificar a produção vegetal de modo a avaliar a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento final das plantas é realizada uma análise de crescimento. Esta é a variável de suma importância, pois a partir dos dados de crescimento é possível estimar as causas de variações entre plantas iguais ou geneticamente diferentes em diversos ambientes (Benincasa, 2003). Além disso, Firmino et al. (2007) observaram que a altura de planta avaliada é a variável que influencia diretamente o tamanho de parcela. Desse modo, para esse trabalho, a variável analisada foi a altura de cada planta, que é distância da inserção da folha mais nova ao colo da planta.

Para o ensaio de uniformidade foram utilizadas 25 unidades básicas, dispostas convenientemente em linhas e colunas nas grades, foram simulados diferentes tamanhos de parcelas, formados por X_1 unidades básicas (ub) na linha e X_2 ub na coluna. Os tamanhos de parcela foram simulados pelo agrupamento de ub adjacentes de modo que $X_1 \times X_2$ correspondesse a X (tamanho da parcela em número de ub).

Para cada tamanho de parcela foi estimado o coeficiente de variação (CV) que foi usado como medida de variabilidade. Para as parcelas simuladas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho, foi considerada a média aritmética dos coeficientes de variação, provenientes de formas de diferentes parcelas.

Para estimar o tamanho de parcela, utilizou-se o método de regressão linear com platô:

$$CV_i = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i & \text{se, } X_i \leq X_c \\ P + \varepsilon_i & \text{se, } X_i > X_c \end{cases}, \quad (1)$$

em que CV_i é o coeficiente de variação entre totais de parcela de tamanho de X_i unidades binárias; X_i é o tamanho da parcela em ub agrupadas, X_c é o tamanho ótimo de parcelas para o qual o modelo linear se transforma em um platô, em relação a abscissa; P é o coeficiente de variação no ponto correspondente ao platô; β_0 representa o intercepto e β_1 o coeficiente angular, do segmento linear e ε_i é o erro associado ao $CV_{(x)}$ considerado independentes e normalmente distribuídos com média 0 e variância σ_ε^2 constante. O tamanho ótimo de parcelas foi estimado pela expressão $X_c = (\hat{P} - \hat{\beta}_0) / \hat{\beta}_1$ em que $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ e \hat{P} , representam os valores das estimativas dos parâmetros do modelo (1). A análise estatística e os gráficos

referentes ao ajuste do modelo foram realizados pelo o software livre R versão 3.6.3 (R Development Core Team, 2020).

3. Resultados e Discussão

Para obter informações sobre a distribuição da variável em estudo, os dados de altura da planta obtidos nas seis avaliações foram avaliados por meio da estatística descritiva, sendo encontradas os valores referentes a média, mediana, desvio padrão, valores máximos e mínimos, coeficientes de assimetria e curtose e coeficiente de variação. Os resultados referentes a essa análise exploratória estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva para variável altura em seis períodos de avaliação.

Estatística Descritiva	Dias					
	18	32	39	69	99	159
Média aritmética	14,90	28,41	37,21	71,52	97,93	120,79
Mínimo	7,90	16,20	21,00	13,60	31,10	44,20
Máximo	23,20	38,90	54,00	118,40	143,60	197,70
Variância	11,18	25,85	41,21	439,96	735,55	1088,54
Desvio Padrão	3,34	5,08	6,42	20,98	27,12	32,99
Erro Padrão	0,33	0,51	0,64	2,10	2,71	3,30
CV (%)	22,44	17,90	17,25	29,33	27,70	27,32

Fonte: Autores.

Os menores coeficientes de variação ocorreram até os 39 dias (Tabela 1). Marin, Gomes & Salgado (2018) destacam que o conhecimento das variações nesta fase é muito relevante, pois nessa fase as mudas apresentam altura para ir ao campo (12 a 15 cm).

Nota-se que as maiores variâncias ocorreram após 69 dias (Tabela 1), isso possivelmente ocorreu devido as condições em casa de vegetação, uma vez a recomendação é que essas mudas nesta fase deveriam ser plantadas no campo. Essas condições adversas podem ter gerado crescimento desigual das mudas, uma vez que não foi aplicado nenhum fitormonio com efeito retardante. Nicoletti, Navroski & Novack (2015) afirmam que são necessários métodos para controlar a altura das mudas, pois o alongamento excessivo dos caules pode torná-las impróprias para o comércio ou plantio no campo.

A Tabela 2 apresenta as estimativas do modelo segmentado linear com resposta em platô, do platô de resposta correspondente ao ponto de máxima curvatura, do valor da abscissa

em que ocorre o ponto de máxima curvatura e do coeficiente de determinação para altura de planta em experimentos com mamoeiro em casa de vegetação.

De acordo com as estimativas dos parâmetros para o modelo linear com platô, o coeficiente de determinação variou de 0,76 a 0,90%, determinando que os valores encontrados foram bem ajustados ao modelo. Estimativas consistentes por este método também foram reportadas por Valério et al. (2003) e Lana et al. (2005) porém, os valores encontrados para o R^2 não foram tão altos.

Analisando os resultados obtidos, observa-se que o tamanho médio adequado da parcela foi de 10,06 (10 ub), com uma amplitude de 4,67, valor máximo 12,13 (12 ub) e mínimo em torno de 7,46 (8 ub). A aplicação da regressão segmentada com platô permitiu compreender o comportamento da variabilidade medida pelo CV ao longo de todos os tamanhos de parcelas realizados, observando se a quantificação da variável coeficiente de variação foi suficiente.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros do modelo segmentado linear com resposta em platô, do platô de resposta correspondente ao ponto de máxima curvatura (P), do valor da abscissa em que ocorre o ponto de máxima curvatura (X_c) e do coeficiente de determinação (R^2) para altura de planta em experimentos com mamoeiro em casa de vegetação.

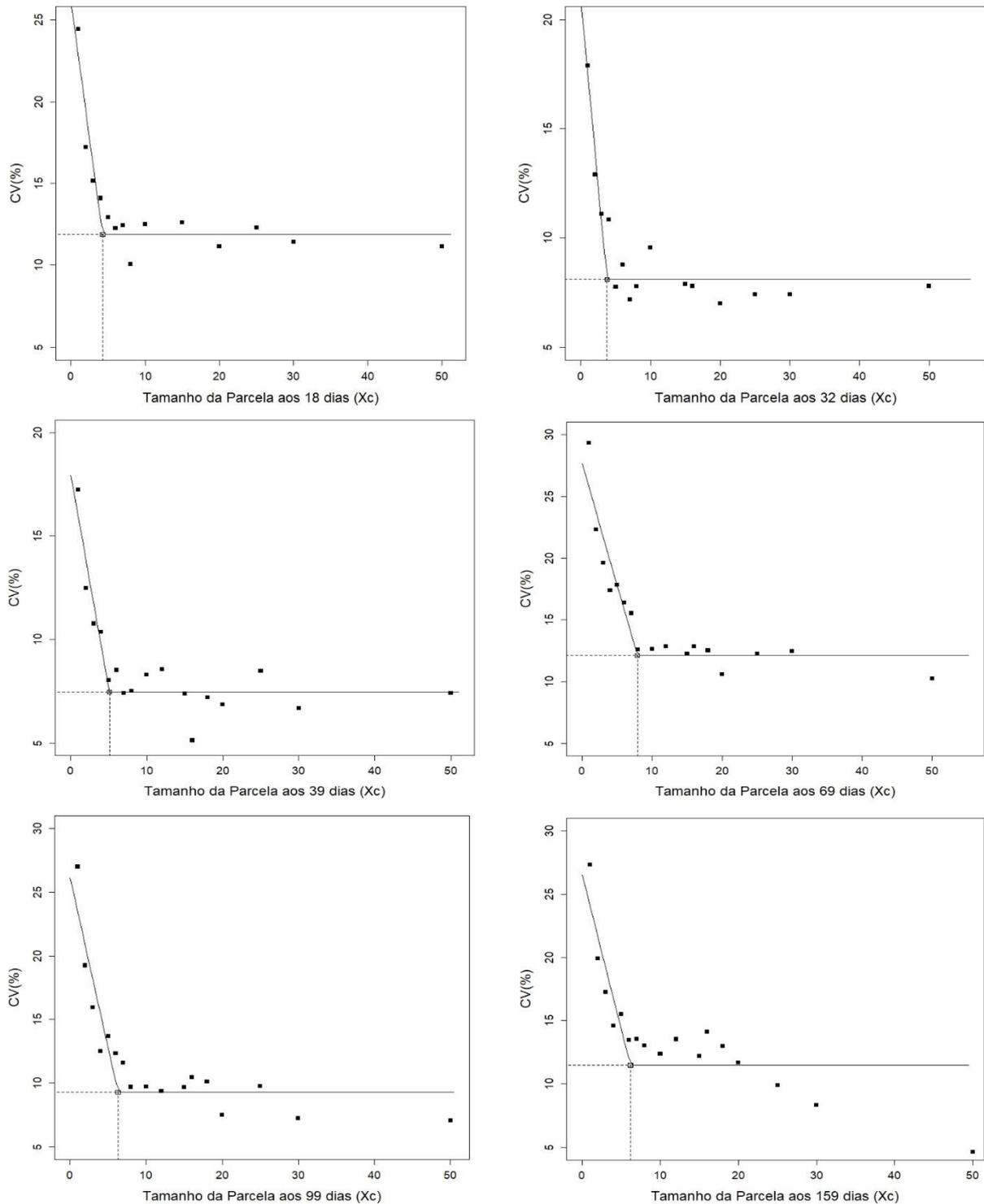
Avaliações dias	Parâmetros		Coeficiente de variação P	Tamanho de parcela X_c	Coeficiente de determinação R^2
	β_0	β_1			
18	26,00	-3,31	11,88	4,27	0,89
32	20,77	-3,40	8,09	3,73	0,87
39	17,95	-2,06	7,46	5,11	0,87
69	27,63	-1,97	12,13	7,89	0,91
99	26,13	-1,93	9,29	6,31	0,86
159	26,53	-2,43	11,48	6,18	0,72
Média	24,17	-2,52	10,06	5,58	0,85

Fonte: Autores.

A diminuição do CV(x) não foi linear em relação ao aumento do tamanho da parcela; ela foi mais acentuada no início e, ao final, teve uma tendência a ficar estável. Deste modo, o aumento do tamanho das parcelas pode ser conveniente até um determinado ponto, a partir do qual a utilização de áreas maiores não é compensada pelos baixos ganhos em precisão. A união das retas gerada pelo modelo de regressão linear com o modelo de regressão de platô,

expressa o tamanho ótimo de parcela adequado nestas condições. Vale salientar que o ponto adequado do tamanho de parcela foi estudado apenas dentro dos limites avaliados. Nestas condições, o comportamento da curva tendeu a um comportamento quase assintótico, de modo que o aumento no tamanho de parcela reproduziu ganhos de precisão experimental continuamente. Desse modo, a partir do ponto (X_c) , o tamanho de parcela é suficiente, não havendo necessidade de aumentá-lo, pois não há ganho em aumento de precisão experimental (Figura 1).

Figura 1. Relação entre o coeficiente de variação $CV(x)$ da altura de plantas e tamanho de parcela (X_c) em ub para as diferentes épocas de avaliação em experimentos com mamoeiro, em casa de vegetação.



Fonte: Autores.

De acordo com os dados obtidos neste estudo, recomenda-se um tamanho de parcela de 12 ub, por ter sido o tamanho de parcela que melhor satisfaz todos os períodos de avaliação, considerando que parcelas menores não satisfazem todos os períodos de avaliações. Mas, vale salientar que os tamanhos de parcelas estimados não devem ser vistos como tamanho ótimo de parcela, mas como mínimos, pois suas estimativas variam em relação aos diferentes tratamentos, logo, também irão apresentar variações entre experimentos. Lima et al. (2007) e Brito et al. (2012) recomendaram tamanhos de parcelas entre 8 e 13 ub, respectivamente, em experimentos realizados sob as mesmas condições que os apresentados no presente trabalho obtidos por métodos distintos

A avaliação do método utilizado para calcular o tamanho ótimo de uma parcela é muito importante, pois alguns métodos podem subestimar ou superestimar os valores, influenciando os resultados. Usando o método MCM, Firmino et al. (2007), observaram que a variável que influencia diretamente o tamanho de parcela é a altura de planta avaliada aos 54 dias, com um tamanho ótimo de 6 ub e concluíram que, para os materiais e variáveis estudadas, o tamanho de parcela ótimo deve ser formada por 8 ub plantas. Já Brito et al. (2012), utilizando os métodos da MCM e do MLRP, com ou sem regressão antitônica, concluíram que a técnica da regressão antitônica não promoveu diferenças expressivas nas estimativas do tamanho de ótimo de parcela para ambos os métodos, e que o tamanho ótimo da parcela deve ser formado por 13 ub.

Celanti et al. (2016), determinaram o tamanho ideal das parcelas para avaliação de mudas de mamão em casa de vegetação e encontraram 4 ub pelo método MC, 5 ub pelo método MCM e 5 ub pelo método que incorpora a simulação bootstrap de reamostragem ao MC. Os autores concluíram que o número ótimo de parcela é de 5 ub, e que o método de simulação bootstrap proporciona tamanhos ótimos de parcela iguais ou superiores ao método da máxima curvatura e, proporciona mesmo tamanho de parcela do método da máxima curvatura do coeficiente de variação.

Schmidt et al. (2016), em experimento com mamoeiro em campo, utilizaram os métodos MC e MCM e determinaram um tamanho ótimo de 6 ub por parcela com uso de três repetições.

Além do método utilizado, é possível observar que os resultados obtidos dependerão das variações no material experimental utilizado, das avaliações e da metodologia empregada para o cálculo do tamanho de parcelas. Faria et al. (2020), utilizaram o MMC em experimentos com duas espécies de maracujazeiro em casa de vegetação, sob as mesmas condições e encontraram valores distintos, mostrando que o material genético influencia

diretamente o TP. Já Lopes et al. (2020), trabalharam com apenas um material genético em diferentes períodos e encontraram valores distintos para a grande maioria das avaliações.

Percebe-se que existem determinadas divergências ao tamanho de parcelas utilizados em experimentos com mamoeiro. Mas, os resultados encontrados neste trabalho e em todos os trabalhos citados servirão como base para realização de experimentos futuros. Podendo o pesquisador adotar o maior tamanho mínimo recomendado. Mas, vale salientar que para situações distintas, ainda assim esse tamanho poderá não ser o ideal, principalmente se o material genético utilizado tiver uma variabilidade maior do que a encontrada neste estudo.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que em experimentos com mamoeiro em casa de vegetação, o tamanho ótimo de parcelas recomendado é o de 12 unidades básicas.

Recomenda-se, a utilização simultânea de mais de um método para determinação do tamanho ótimo da parcela, para que o tamanho adotado atenda, na medida do possível, aos diversos fatores considerados em cada método e à disponibilidade do pesquisador.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES - Código de Financiamento 001, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo financiamento do processo nº 2015 / 18225-4, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB pelo financiamento dos processos BOL1478/2008 e BOL0097/2019. Os autores também agradecem a Embrapa Mandioca e Fruticultura, a Universidade Federal de Lavras, ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV) pelo apoio técnico e estrutural e a Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Campus de Ilha Solteira.

Referências

Anderson, R. L., Nelson, L. A. North Carolina State University, reprint, 244, 1971.

Anderson, R. L., Nelson, L. A. Biometrics, 303-318, 1975.

Anderson, R. L., Nelson, L. A. (1975). A family of models involving intersecting straight lines and concomitant experimental designs useful in evaluating response to fertilizer nutrients. *Biometrics*, 31(2), 303-318.

Anuário brasileiro de horti&fruti 2020 / Cleonice de Carvalho et al.. (2019). Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz. 96 p...

Banzatto, D. A., Kronka, S. do N. (2006). *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 237p.

Benincasa, M. M. P. (2003). *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. Jaboticabal. FUNEP, 42p.

Brito, M. C. M., Faria, G. A., Morais, A. R., Souza, E. M., Dantas, J. L. L. (2012). Estimação do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. *Revista Brasileira de Biometria*, 30(3), 353-366.

Cargnelutti Filho, A., et al. (2018). Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de Plantas de Timbaúva. *Floresta e Ambiente*, 25(1), e00121314.

Celanti, H. F., Schmidt, E. R., Schmidt, O., Alexandre, R. S., Cattaneo, L. F. (2016). Optimal plot size in the evaluation of papaya scions: proposal and comparison of methods. *Revista Ceres*, 63(4), 469-476.

FAO. Faostat: Food and Agriculture Organization. (2020). Recuperado de <http://www.http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>.

Faria, G. A., Lopes, B. G., Peixoto, A. P. B., Ferreira, A. F. A., Maltoni, K. L., & Pigari, L. B. (2020). Experimental plot size of passion fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42(1).

Food And Agriculture Organization. Recuperado de <http://apps.fao.org/page/collections>.

Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & Sons.

Hatheway, W. H., Williams, E. J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. *Biometrics*, 14, 207-222, 1958.

Junior, N. S. N., Nicoletti, M. F., & Navroski, M. C. (2015). Modelagem de variáveis morfológicas em mudas de *Eucalyptus dunnii*. *Floresta*, 45(4), 809-818.

Lana, S. R. V., Oliveira, R. F. M. D., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Vaz, R. G. M. V., & Rezende, W. D. O. (2005). Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(5), 1624-1632.

Lessman, K. J., Atkins, R. E. *Crop Science*, 3(6), 477-481, 1963.

Lima, J. F. D., Peixoto, C. P., Ledo, C. A. D. S., & Faria, G. A. (2007). Tamanho ótimo de parcela para experimentos com plantas de mamoeiro em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5), 1411-1415.

Lopes, B. G., Faria, G. A., Maltoni, K. L., Rocha, P. S., Olivério, G. L., Peixoto, A. P. B., ... & Felizardo, L. M. (2020). Calculation of the ideal plot size for experiments using eucalyptus. *Research, Society and Development*, 9(8), e565985712-e565985712.

Manica, I. (1982). *Fruticultura Tropical: 3-Mamão*. Editoria Agronômica Ceres Ltda..

Marin, S. L. D., Arantes, S. D., & LEDO, C. D. S. (2018). Melhoramento genético de mamão (*Carica papaya* L.) no Brasil, no México e nas Ilhas Canárias, Espanha. In *Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Simpósio Do Papaya Brasileiro, 7., 2018, Vitória. Produção e sustentabilidade hídrica.[sl], 2018..

Meier, V. D., Lessman, K. J. *Crop Science*, 11(5), 648-650, 1971.

Morais, A. R., Villa, F., Gonzales, G. G. H., & de Moraes, E. C. (2018). Alguns modelos para a estimação do tamanho de parcelas em experimentos. *Revista Brasileira De Biometria*, 36(2), 258-275.

Paranaíba, P. F., Ferreira, D. F., & Moraes, A. R. (2009). Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. *Revista Brasileira de Biometria*, 27(2), 255-268.

Peixoto, A. P. B., Faria, G. A., & Moraes, A. R. D. (2011). Modelos de regressão com platô na estimativa do tamanho de parcelas em experimento de conservação in vitro de maracujazeiro. *Ciência Rural*, 41(11), 1907-1913.

Portz, L., Dias, C. T. D. S., & Cyrino, J. E. P. (2000). Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. *Scientia Agricola*, 57(4), 601-607.

R Development Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing.*, Vienna, Austria,. Recuperado de <http://www.R-project.org>.

Ramos, H. C. C., Pereira, M. G., Gonçalves, L. S. A., Berilli, A. P. C. G., Pinto, F. O., & Ribeiro, E. H. (2012). Multivariate analysis to determine the genetic distance among backcross papaya (*Carica papaya*) progenies. *Genetics and Molecular Research*, 11(2), 1280-1295.

Rezende Gomide, L., Scolforo, J. R. S., Thiersch, C. R., & de Oliveira, A. D. (2005). Uma nova abordagem para definição da suficiência amostral em fragmentos florestais nativos. *Cerne*, 11(4), 376-388.

Rigotti, M. (2019). Cultura do mamoeiro.

Salomão, L. C. C., Siqueira, D. L., Santos, D., Borba, A. N. (2007). Cultivo de mamoeiro. Viçosa: Ed UFV, 2007.73p.

Schmidt, E. R., Schmidt, O., Cruz, C. D., Cattaneo, L. F., & Ferregueti, G. A. (2016). Optimum plot size and number of replications in papaya field experiment. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2).

Silva, L. F. D. O., Campos, K. A., de Moraes, A. R., Cogo, F. D., & Zambon, C. R. (2015). Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. *Ceres*, 59(5).

Storck, L., & Uitdewilligen, W. P. M. (1980). Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). *Agronomia Sulriograndense*.

Valério, S. R., Oliveira, R. F. M. D., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Apolônio, L. R., & Resende, W. D. O. (2003). Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(2), 372-382.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Glaucia Amorim Faria - 10%

Taís Ferreira Costa - 10%

Lucas Menezes Felizardo - 10%

Beatriz Garcia Lopes - 10%

Cíntia Patrícia Martins de Oliveira - 10%

Juliana Firmino de Lima - 10%

Ariele Daieny da Fonseca - 10%

Paula Soares Rocha - 10%

Ana Patricia Bastos Peixoto - 10%

Tiago Almeida de Oliveira - 10%