

TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA PARA EXPERIMENTOS COM PLANTAS DE MAMOEIRO EM CASA DE VEGETAÇÃO¹

Optimal size of plots for experiments with papaya plants under greenhouse conditions

Juliana Firmino de Lima², Clóvis Pereira Peixoto³, Carlos Alberto da Silva Ledo⁴,
Gláucia Amorim Faria⁵

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se a determinação do tamanho ótimo de parcelas em experimentos em casa de vegetação com a cultura do mamoeiro. Foram conduzidos dois ensaios de uniformidade com as cultivares Golden, do grupo Solo, e com o híbrido Tainung N° 1, do grupo Formosa. Os ensaios foram formados por plantas em sacos de polietileno, dispostas em 10 fileiras, com 10 plantas em cada fila. Entre o período do desbaste e do aparecimento da primeira flor funcional, foram feitas avaliações das variáveis: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, largura e comprimento de folha madura. Foram simulados diversos tamanhos e formas de parcelas, em que cada planta foi considerada primeiramente como uma unidade básica (parcela) até 50 plantas por unidade básica. Para a estimação do tamanho ótimo de parcelas empregou-se o método da máxima curvatura modificado. Pode-se concluir que, para os materiais e variáveis estudadas, o tamanho de parcela ótimo deve ser formada por oito plantas.

Termos para indexação: Precisão experimental, erro experimental, coeficiente de variação, ensaio de uniformidade, *Carica papaya* L.

ABSTRAT

This work had the aim of determining the optimal size of plots of papaya plants in greenhouse experiments. Two uniformity essays with the cultivars Golden, from the Solo group, and the Tainung N° 1, from the Formosa group, were conducted. The essays were formed by plants in polyethylene plastic bags, placed in 10 lines with 10 plants in each line. Between the cutting period until the appearance of the first functional flower, evaluations of the variables were performed: plant height, stem diameter, number of leaves and length and width of the mature leaf. Several sizes and plot forms, in which each plant was considered as a basic unit. Were simulated till fifty plants for basic unity. For the estimation of the optimal size of plots, one applied the methods of maximum modified curvature. One may conclude that, for the materials and variables studied, the optimal plot size may be formed by eight plants.

Index terms: Experimental precision, experimental error, variation coefficient, uniformity essay, *Carica papaya* L.

(Recebido em 3 de outubro de 2006 e aprovado em 9 de maio de 2007)

INTRODUÇÃO

Por ser crescente a necessidade de mais tecnologia na cultura do mamoeiro, se tornam necessários experimentos mais precisos. A adoção de um tamanho ótimo de parcela é uma das maneiras de se reduzir o erro experimental e, conseqüentemente, maximizar as informações obtidas em um experimento.

Problemas relacionados com a dimensão da unidade experimental têm merecido a atenção de muitos pesquisadores desde o início do século. Wood & Stratton (1910) apresentaram um dos primeiros trabalhos que demonstraram a influência do tamanho da parcela sobre o erro experimental.

Além disso, eles estão entre os primeiros que aplicaram métodos estatísticos na interpretação de resultados provenientes de experimentos com parcelas de campo.

Hatheway & Williams (1958), afirmam que o tamanho ideal da parcela depende da relação entre os custos fixos e os custos variáveis para a implantação do experimento, assim como das condições experimentais. Deste modo o tamanho ótimo de parcela assume grande importância, pois parcelas pequenas aumentam o número de repetições, enquanto que parcelas grandes apresentam menor variância e são estatisticamente mais desejáveis (DURNER, 1989).

¹Parte da dissertação de mestrado da primeira autora submetido à Universidade Federal da Bahia.

²Engenheira Agrônoma, Doutoranda – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas/CCAAA – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB – 44380-000 – Cruz das Almas, BA – juliana_firmino@hotmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Doutor – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas/CCAAA – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB – 44380-000 – Cruz das Almas, BA – cppeixot@ufrb.edu.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisado da Embrapa mandioca e Fruticultura Tropical – Cx. P. 07 – 44380-000 – Cruz das Almas, BA – led@cnpmf.embrapa.br

⁵Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Professora – Departamento de Agronomia – Faculdade Albert Einstein/FACTAE – 15385-000 – Ilha Solteira, SP – glauciamorim@hotmail.com

Para se calcular o tamanho ótimo de parcela deve se levar em consideração a natureza do material experimental, o delineamento adotado, o número de repetições e a disponibilidade de recursos (VALLEJO & MENDONZA, 1992). Os fatores que mais influenciam a estimativa da variável produção são: o tamanho e a forma da parcela, a heterogeneidade do solo e o coeficiente de variação (MUNOZ, 1992). Para ser considerado ideal o tamanho ótimo da parcela deve ser um equilíbrio de precisão e custo. Zhang et al. (1994) consideram que a variabilidade decresce com o aumento do tamanho da parcela; entretanto, segundo os autores, a taxa de decréscimo da variabilidade diminui com o aumento do tamanho da parcela, ocorrendo, paralelamente, grande aumento nos custos.

A lei empírica de Smith (1938) foi a precursora de vários métodos de determinação do tamanho da parcela, estabelecendo uma relação entre a sua variância e tamanho. Existem, na literatura, diferentes metodologias de determinação do tamanho das parcelas experimentais, dentre elas uma das mais utilizadas é o método da máxima curvatura modificada (LESSMAN & ATKINS, 1963). Esse método estabelece uma equação de regressão para explicar a relação existente entre os coeficientes de variação e os respectivos tamanhos de parcela.

Este estudo objetivou a determinação do tamanho ótimo de parcelas em experimentos em casa de vegetação com a cultura do mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois ensaios de uniformidade com mamoeiro, em casa de vegetação, na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas, Bahia. A cidade está situada a 12°40'19" de Latitude Sul e 39°06'22" de Longitude Oeste de Greenwich, tendo 220 m de altitude. O clima é tropical quente e úmido, Aw a Am, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5° C e umidade relativa de 80% (ALMEIDA, 1999). Os ensaios foram instalados no mês de dezembro de 2004, um com a cultivar Golden (material fixado), do grupo Solo, e o outro, com o híbrido Tainung N° 1, do grupo Formosa.

Utilizou-se 100 mudas de mamoeiro de cada material, plantadas em sacos de polietileno com substrato composto de 5 kg de terra vegetal e esterco bovino curtido na proporção de 2:1. Foram colocadas três sementes por saco para a cultivar do grupo Solo e duas sementes por saco para a do grupo Formosa. As sementes foram cobertas com uma camada de 1 a 2 cm de terra fina peneirada e regadas três vezes ao dia até a germinação, quando foi

feito o desbaste, deixando-se uma planta por recipiente conforme indicado por Trindade & Oliveira (1999). As plantas foram dispostas em 10 fileiras com 10 plantas em cada fila, no espaçamento de 0,50 x 0,50 m.

As avaliações ocorreram de janeiro a maio de 2005, período entre o desbaste das plantas e o aparecimento da primeira flor funcional. Os dados foram coletados semanalmente até, aproximadamente, três meses após o plantio, período esse em que a muda se encontra apta para ir ao campo (18, 26, 32, 39 e 54 dias). Após este período, as avaliações passaram a ser quinzenais devido ao crescimento se tornar mais lento (69, 84, 99, 114, 144 e 159 dias).

As seguintes variáveis foram avaliadas: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, largura de folha madura e comprimento de folha madura, conforme Dantas et al. (2000). A altura de plantas foi avaliada com o auxílio de uma trena, medindo-se a distancia da inserção da folha mais nova ao colo da planta. O diâmetro foi obtido junto ao colo da planta, local de mudança da coloração do caule, com o auxílio de um paquímetro. O comprimento e diâmetro de folha foram feitos medindo-se o comprimento das nervuras central e lateral.

Foram simulados 31 tamanhos de parcelas nos dois ensaios de uniformidade, em que cada planta foi considerada como uma unidade básica até 50 plantas por unidade básica. Desta forma os tamanhos variaram de 1 a 50 plantas por parcela, com número de parcelas variando de 100 a 2, respectivamente. Para as parcelas simuladas de diferentes formas com o mesmo tamanho, calcularam-se as médias dos coeficientes de variação (Tabela 1).

O tamanho ótimo de parcela foi calculado pelo método da máxima curvatura modificado, proposto por Lessman & Atkins (1963). Por esse método, a relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela com X unidades básicas é explicado pelo modelo $CV = aX^{-b}$, em que a e b são os parâmetros a serem estimados. A partir da função de curvatura dada por esse modelo, determinou-se o valor da abscissa onde ocorre o ponto de máxima curvatura, dada por: $X_0 = \exp\{[1/(2b+2)]\log[(ab)^2(2b+1)/(b+2)]\}$, em que X_0 é o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo da parcela experimental (MEIER & LESSMAN, 1971).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os coeficientes de determinação (R^2) da função de curvatura e do valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo da parcela experimental (X_0) para os ensaios de uniformidade para o híbrido Tainung N° 1 e para a cultivar Golden, respectivamente.

TABELA 1 – Tamanho da parcela, forma da parcela e número de parcelas totais para os ensaios de uniformidade de plantas de mamoeiro crescendo em casa de vegetação no município de Cruz das Almas / BA.

| Simulações | Tamanho | Forma | Número de parcelas |
|------------|---------|-----------|--------------------|
| 1 | 1 | 1 × 1 | 100 |
| 2 | 2 | 2 × 1 | 50 |
| 3 | 2 | 1 × 2 | 50 |
| 4 | 3 | 3 × 1 | 30 |
| 5 | 3 | 1 × 3 | 30 |
| 6 | 3 | 2 + 1 | 25 |
| 7 | 3 | 1 + 2 | 25 |
| 8 | 4 | 2 × 2 | 25 |
| 9 | 5 | 2 × 2 + 1 | 15 |
| 10 | 6 | 2 × 3 | 15 |
| 11 | 6 | 3 × 2 | 15 |
| 12 | 7 | 2 × 3 + 1 | 10 |
| 13 | 7 | 3 × 2 + 1 | 9 |
| 14 | 8 | 2 × 4 | 10 |
| 15 | 8 | 4 × 2 | 10 |
| 16 | 10 | 2 × 5 | 10 |
| 17 | 10 | 5 × 2 | 10 |
| 18 | 12 | 3 × 4 | 6 |
| 19 | 12 | 4 × 3 | 6 |
| 20 | 15 | 3 × 5 | 6 |
| 21 | 15 | 5 × 3 | 6 |
| 22 | 16 | 4 × 4 | 4 |
| 23 | 18 | 3 × 6 | 3 |
| 24 | 18 | 6 × 3 | 3 |
| 25 | 20 | 4 × 5 | 4 |
| 26 | 20 | 5 × 4 | 4 |
| 27 | 25 | 5 × 5 | 4 |
| 28 | 30 | 5 × 6 | 2 |
| 29 | 30 | 6 × 5 | 2 |
| 30 | 50 | 5 × 10 | 2 |
| 31 | 50 | 10 × 5 | 2 |

Para o híbrido Tainung Nº 1 os coeficientes de determinação variaram de 48,70% a 94,83% (Tabela 2) e para a cultivar Golden, de 37,81% a 96,70% (Tabela 3). O método da máxima curvatura modificado apresentou valores médios de R^2 variando de 67,88% a 89,60%. Observa-se, que em média, os valores de R^2 são menores para a cultivar Golden, quando comparados com o híbrido Tainung Nº 1, com exceção da variável diâmetro de caule,

mostrando que o ensaio do híbrido se apresentou mais homogêneo que o da cultivar. Isso pode ter ocorrido pelo fato da cultivar Golden ter uma maior variabilidade genética que o híbrido Tainung Nº 1.

Observa-se na Tabela 2 que para o híbrido Tainung Nº 1 o número de folhas avaliado aos 99 dias foi a variável que apresentou o maior tamanho de parcelas: 7 plantas. Para experimentos onde irão ser avaliadas mudas até o

TABELA 2 – Coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_o) para o híbrido Tainung N° 1 ao longo dos períodos de avaliação para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), largura de folha madura (LFM) e comprimento de folha madura (CFM).

| Avaliação (dias) | AP | | DC | | NF | | LFM | | CFM | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o |
| 18 | 94,12 | 2,67 | 86,28 | 5,37 | 70,29 | 2,56 | 89,35 | 5,22 | 88,72 | 4,48 |
| 26 | 92,04 | 2,38 | 78,95 | 3,26 | 79,56 | 2,17 | 87,89 | 2,66 | 89,82 | 3,24 |
| 32 | 94,66 | 2,65 | 60,34 | 2,85 | 57,97 | 3,19 | 87,15 | 3,38 | 85,16 | 2,62 |
| 39 | 94,35 | 4,08 | 70,62 | 2,61 | 54,41 | 2,34 | 71,83 | 3,15 | 94,83 | 3,10 |
| 54 | 90,06 | 5,45 | 63,56 | 3,09 | 65,89 | 4,76 | 83,91 | 4,00 | 90,12 | 4,89 |
| 69 | 85,51 | 5,03 | 85,16 | 3,80 | 67,28 | 3,13 | 85,55 | 3,58 | 87,48 | 3,24 |
| 84 | 80,89 | 4,17 | 48,70 | 2,58 | 87,79 | 5,69 | 90,67 | 4,10 | 87,85 | 2,84 |
| 99 | 82,51 | 4,63 | 57,74 | 3,25 | 85,84 | 6,61 | 84,39 | 5,02 | 92,44 | 2,78 |
| 114 | 62,18 | 5,12 | 61,10 | 4,51 | 93,48 | 6,33 | 93,53 | 4,44 | 93,03 | 3,11 |
| 144 | 86,92 | 5,35 | 72,48 | 3,36 | 79,48 | 5,77 | 87,35 | 4,15 | 83,47 | 3,44 |
| 159 | 91,10 | 5,06 | 85,12 | 3,27 | 93,20 | 5,72 | 91,83 | 3,80 | 92,69 | 4,11 |
| Média | 86,76 | 4,24 | 70,00 | 3,45 | 75,93 | 4,39 | 86,68 | 3,95 | 89,60 | 3,44 |

TABELA 3 – Coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_o) para a cultivar Golden ao longo dos períodos de avaliação para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF), largura de folha madura (LFM) e comprimento de folha madura (CFM).

| Avaliação (dias) | AP | | DC | | NF | | LFM | | CFM | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o | R^2 | X_o |
| 18 | 47,98 | 2,68 | 63,74 | 7,22 | 68,09 | 2,81 | 83,22 | 5,93 | 89,47 | 5,12 |
| 26 | 55,89 | 3,78 | 68,44 | 5,58 | 65,12 | 2,08 | 90,69 | 3,41 | 56,89 | 1,89 |
| 32 | 37,81 | 2,98 | 81,87 | 4,37 | 72,20 | 2,48 | 62,30 | 2,13 | 56,28 | 1,88 |
| 39 | 56,55 | 3,63 | 94,60 | 4,34 | 61,56 | 2,19 | 70,31 | 2,37 | 58,26 | 2,32 |
| 54 | 86,74 | 3,63 | 88,48 | 3,40 | 48,97 | 2,65 | 89,20 | 4,35 | 96,70 | 2,93 |
| 69 | 90,79 | 5,42 | 90,88 | 3,53 | 68,73 | 4,23 | 92,69 | 3,08 | 85,29 | 2,57 |
| 84 | 65,79 | 4,93 | 91,76 | 3,82 | 61,51 | 5,59 | 77,16 | 2,92 | 91,36 | 3,12 |
| 99 | 68,19 | 5,91 | 86,33 | 3,94 | 90,20 | 4,40 | 92,13 | 3,90 | 92,33 | 4,20 |
| 114 | 75,58 | 5,76 | 83,37 | 3,69 | 88,64 | 6,10 | 86,94 | 4,65 | 77,52 | 3,76 |
| 144 | 81,67 | 4,92 | 87,22 | 3,81 | 93,18 | 5,63 | 90,05 | 4,11 | 94,18 | 3,43 |
| 159 | 79,70 | 4,52 | 93,33 | 4,37 | 69,69 | 7,76 | 80,99 | 3,80 | 89,43 | 3,38 |
| Média | 67,88 | 4,38 | 84,55 | 4,37 | 71,63 | 4,17 | 83,24 | 3,70 | 80,70 | 3,15 |

ponto de serem transferidas para o campo (até 54 dias), pode-se observar 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 plantas. Para a cultivar Golden, observa-se que o maior tamanho de parcela está relacionado, também, com a variável número de folhas

avaliada aos 159 dias, com 8 plantas por parcela. Até os 54 dias de avaliação a variável diâmetro de caule avaliada aos 18 dias apresentou o maior tamanho com 8 plantas (Tabela 3).

Até os 54 dias de avaliação os menores tamanhos de parcelas foram verificados para a variável número de folhas, tanto para o híbrido Tainung N° 1, como para a

cultivar Golden. A partir dos 54 dias essa variável apresentou os maiores tamanhos (Tabelas 2 e 3).

O método da máxima curvatura modificado apresenta a vantagem de estabelecer uma equação de regressão com altos valores de coeficiente de determinação, como encontrado nesse trabalho, aumentando a confiabilidade das estimativas. Apresenta a desvantagem de não considerar os custos do experimento. Entretanto, dentro de certos limites, desde que os custos não sejam tão elevados, podem ser desprezados, com o intuito de se aumentar à precisão de um experimento.

Para o híbrido Tainung Nº 1, em casa de vegetação, para experimentos de formação de mudas e/ou de aparecimento da primeira flor funcional, o tamanho ótimo de parcela determinado pela variável número de folhas foi de, aproximadamente, sete plantas por parcela. Utilizando-se a cultivar Golden, do grupo Solo, o tamanho ótimo de parcela foi de aproximadamente oito plantas por parcela, tomando-se como base a avaliação da variável número de folhas, que exigiu parcelas de maior tamanho.

CONCLUSÃO

Para experimentos de formação de mudas e/ou de aparecimento da primeira flor funcional em casa de vegetação com a cultura do mamoeiro, o tamanho ótimo de parcela deve ser de oito plantas, considerando os materiais e variáveis avaliadas no presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. **Informações meteorológicas do CNP: mandioca e fruticultura tropical**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. 35 p. (Documentos, 34).

DANTAS, J. L. L.; PINTO, R. M. de S.; LIMA, J. F. de; FERREIRA, F. R. **Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.)**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 40 p.

DURNER, E. F. OPS: computer program for estimating optimum plot size for field research. **Hortscience**, Amsterdam, v. 24, n. 6, p. 1040, 1989.

HATHEWAY, W. H.; WILLIAMS, E. J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. **Biometrics**, Madison, v. 14, p. 207-222, 1958.

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 plotium field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 648-650, 1971.

MUNOZ, M. C. Trials with perennial tropical crops in commercial field in 1971-1989. **Revista de la Facultad de Agronomía da Universidad Central de Venezuela**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 133-158, 1992.

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.

TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Propagação e Plantio. In: SANCHES, N. F.; DANTAS, J. L. L. (Coords.). **O cultivo do mamão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 17-26.

VALLEJO, R. L.; MENDONZA, H. A. Pot technique studies on sweetpotato yiled trials. **Journal of the Americal Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 3, p. 508-511, 1992.

WOOD, T. B.; STRATTON, F. J. M. The interpretation of experimental results. **Journal of Agricultural Science**, Camberra, v. 3, p. 417-440, 1910.

ZHANG, R.; WARRICK, A. W.; MYERS, D. E. Heterogeneity, plot shape effect and optimum plot size. **Geoderma**, [S.l.], v. 62, p. 183-197, 1994.