

TAMANHO E FORMA ÓTIMOS DA PARCELA PARA AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO EM EXPERIMENTOS COM BATATA¹

OPTIMAL SIZE AND SHAPE OF POTATO PLOTS IN EXPERIMENTS TO EVALUATE POTATO YIELDS

Paulo Henrique de Oliveira² Valduíno Estefanel³

RESUMO

Realizaram-se dois ensaios em branco com a finalidade de determinar o tamanho e forma ótimos para parcelas experimentais com batata, nas condições do campus da Universidade Federal de Santa Maria - RS. O primeiro foi instalado em 29 de agosto de 1991 e o segundo em 19 de março de 1992. Utilizou-se a cultivar Baronesa plantada em espaçamento de 0,80m por 0,33m. Foram colhidas 1152 unidades básicas de 0,80m² cada na época normal e 1280 na safrinha. Na determinação do tamanho e forma ótimos de parcela utilizou-se o método proposto por GOMES (1984). O tamanho ótimo da parcela foi de 20 unidades básicas para a época normal e 30 para a safrinha, incluindo-se uma linha de bordadura nas laterais e um metro de bordadura nas extremidades das linhas. Para a forma da parcela o melhor arranjo é de quatro linhas de cinco metros, para época normal, e cinco linhas de seis metros para a safrinha.

Palavras-chave: tamanho, forma, parcela, ensaio em branco, batata.

SUMMARY

Two uniformity experiments were conducted aiming to determine the optimal size and shape of potato plots under the conditions of Santa Maria, (RS). The first was established in August 29, 1991 and the second in March 19, 1992. The potato variety used was Baronesa. It was planted 0.80 and 0.33m between and within rows respectively. From the first planting date (normal date), 1152 samples of 0.80m² were harvested and from the second date (little harvest) 1280 samples. The method proposed by GOMES (1984) was used to determine the optimal plot size and shape. The conclusions was that the optimal size for the normal planting is 20 basic units and for the little harvest is 30 basic units including a border row at each side and one meter at the extremities. In regard to the plot shape, the best arrangement is four rows with five meters length each, in normal date, and five rows of six meters length each for the little harvest.

Key words: size, shape, plots, uniformity experiments, potatoes.

¹Parte da Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Professor Assistente do Curso de Agronomia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET) Unidade de Ensino Descentralizada (UNED), Caixa Postal 571, 85503-390 - Pato Branco, PR.

³Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, UFSM, Bolsista do CNPq, 97119-900, Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas no planejamento de experimentos, é determinar o número de repetições, a forma e o tamanho ótimo das parcelas experimentais. Com relação à forma e ao tamanho ótimo das parcelas, os pesquisadores, muitas vezes, resolvem o problema empiricamente usando tamanhos práticos, no sentido da condução do experimento, da área disponível ou de sua experiência.

A experiência e a capacidade de discernimento do pesquisador, em muitos casos, podem levar a uma decisão correta sobre este assunto. Não se pode negar, entretanto, que métodos objetivos baseados em regras claras e fundamentos teóricos aceitáveis permitem levar à minimização do erro experimental e à maximização da quantidade de informações obtidas num experimento.

O principal fator a ser minimizado é o erro experimental, para se obter precisão satisfatória nos testes estatísticos aplicados ao analisar os dados obtidos. O erro experimental não pode ser eliminado totalmente. Pode-se reduzir parte deste, utilizando-se técnicas experimentais, tais como: tamanho e forma da parcela adequados e número de repetições suficientes, entre outros.

O erro experimental é a medida da variação que existe entre observações nas unidades experimentais que receberam o mesmo tratamento. A variação pode vir do próprio material que origina os tratamentos ou resultar de alguma desuniformidade na condução do experimento (STELL & TORRIE, 1960). Segundo estes autores, o controle do erro experimental pode ser feito através do uso de observações concomitantes, delineamento experimental adequado e, a seleção do tamanho e forma da parcela.

O tamanho e forma das parcelas, não podem ser generalizados, pois variam com o solo e com a cultura. A determinação destes deve ser feita para cada cultura e cada local em que ocorram condições climáticas e de solo diferentes das que já tenham sido determinadas.

Dos fatores que influenciam o tamanho e forma das parcelas, o principal é a heterogeneidade do solo, que ocorre devido a diferenças nas características químico-físicas, drenagem, relevo, subsolo e tratos culturais em anos anteriores (HALLAUER, 1964).

Na maioria dos experimentos de pesquisa, os autores concluem que existe uma correlação negativa entre o tamanho da parcela e o número de repetições, ou seja, parcelas menores com um número maior de repetições são mais eficientes do que um número pequeno de repetições usando parcelas grandes (NONNECKE & SMILLIE, 1964; BOUDREAUX & JONES, 1978).

Os custos para determinação do tamanho e forma das parcelas são importantes, contudo, segundo STORCK (1979), quando se requer graus de precisão elevados, desconsideram-se os fatores econômicos e práticos, sendo ne-

cessário estimar o tamanho e forma das parcelas apenas estatisticamente.

GOMES (1984), desenvolveu um método que leva em consideração o uso da correlação intraclasses para experimentos com árvores, embora possa ser aplicado também para plantas pequenas, desde que se considerem, em vez de árvores, linhas ou subparcelas unitárias de modo geral. O método não exige ensaio em branco, podendo-se utilizar os resultados de um experimento em parcelas subdivididas, e leva a conclusões de grande generalidade, possibilitando recomendações e usos muito amplos.

O presente estudo teve o objetivo, de estimar o tamanho e a forma das parcelas para avaliação do rendimento de tubérculos na cultura da batata, nas condições da região de Santa Maria - RS, utilizando o método proposto por GOMES (1984).

MATERIAL E MÉTODOS

Instalaram-se dois ensaios em branco em duas épocas de semeadura que foram, 29 de agosto de 1991 (época normal) e 19 de março de 1992 (safrinha), em área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria - RS, em solo Podzólico Vermelho Amarelo, com textura franco arenosa.

Neste estudo foi utilizada a cultivar Baronesa, por ser de alta aceitação comercial, utilizada em 85% da área plantada no Estado.

Os dois ensaios em branco foram adubados com 250kg.P₂O₅.ha⁻¹, 200kg.K₂O.ha⁻¹, e 30kg.N.ha⁻¹ na semeadura e 70kg.N.ha⁻¹ em cobertura, aproximadamente 20 dias após a emergência.

As batatas sementes foram distribuídas a cada 0,33 metros na linha com um espaçamento de 0,80m entre linhas. A área da época normal foi de 28,8m x 32,0m totalizando 36 linhas com 96 plantas cada uma, já na safrinha foi de 32m x 32m com 40 linhas de 96 plantas.

A unidade experimental ou unidade básica foi composta de três plantas na linha resultando o ensaio, na época normal, em 36 linhas com 32 unidades básicas por linha. A área total foi composta de 1152 unidades básicas de 0,80m² cada. Para a safrinha o ensaio em branco teve 40 linhas com 32 unidades básicas, perfazendo um total de 1280 unidades básicas de 0,80m².

A identificação da unidade básica foi realizada pelo posicionamento no número da linha e o número de ordem da unidade dentro da linha. Através da junção das unidades básicas, simularam-se parcelas de diversos tamanhos e formas.

GOMES (1984), para o exemplo de um experimento com i cultivares, j blocos e k avaliações em cada parcela, propõe o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijk} = m + c_i + b_j + e_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

onde m indica o efeito da média, c_i o efeito da cultivar i, b_j o efeito do bloco j, e_{ij} o erro entre parcelas e e_{ijk} o erro entre unidades básicas dentro da parcela.

Da análise da variância resultante desse modelo (Tabela 1) obtém-se o estimador de ρ e de σ^2 .

$$\hat{\rho} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + (k - 1) V_2} \quad (2)$$

Para o tamanho ótimo de parcela no caso geral, onde se utiliza bordadura completa, o número total de unidades experimentais K (úteis e de bordadura) por parcela é dado por:

$$K = \left(1 + \frac{2}{n}\right) \cdot (2n + k) \quad (3)$$

O número total de unidades experimentais por tratamento é dado por:

$$N = r \cdot \left(1 + \frac{2}{n}\right) \cdot (2n + k) \quad (4)$$

E o número de repetições é dado por:

$$r = \frac{N}{K} \quad (5)$$

a solução é obtida através de:

$$n = \sqrt[3]{\frac{2(1 - \rho)}{\rho}} \quad (6)$$

com $0 < \rho < 1$

$$k = n^2 \quad (7)$$

onde:

k = número de unidades experimentais básicas úteis por parcela, e

n = número de linhas úteis por parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu aproximadamente dez dias após o plantio para a época normal e 12 dias para a safriinha.

A precipitação pluviométrica ocorrida nas duas épocas prejudicou o rendimento. Na época normal, houve baixa precipitação durante o período de desenvolvimento da cultura. Como a falta de água foi prejudicial para todas as unidades experimentais, foi considerada como fator homogê-

Tabela 1. Quadro de análise da variância resultante do modelo $y_{ijk} = m + b_j + c_i + e_{ij} + e_{ijk}$.

Fontes de variação	GL	QM	E(QM)
Blocos	b - 1		
Cultivares	c - 1		
Resíduo A	(b - 1)(c - 1)	V_1	$\delta^2[1 + (k - 1)\rho]$
Resíduo B	bc(k - 1)	V_2	$\delta^2(1 - \delta)$

neo para todo o ensaio. Na safriinha, houve um excesso de precipitação no período de desenvolvimento dos tubérculos. Como a área de instalação deste experimento era relativamente plana, acredita-se que se houvessem prejuízos, mas eles foram distribuídos por todo o experimento de maneira uniforme.

Optou-se pelo não ajustamento do número de plantas por parcela, para que o ensaio em branco refletisse de forma mais próxima da realidade a nível de campo, onde ocorrem falhas na emergência da batata, e os pesquisadores não costumam aplicar análise da covariância para corrigir o rendimento em função do número de plantas.

Os resultados alcançados na época normal, demonstram que em parcelas com bordadura completa são necessárias três linhas com um tamanho ótimo de nove unidades básicas de área útil (Tabela 2).

Analisando a Tabela 2, a função V(m) variou pouco para os valores próximos a parcela de três linhas e nove unidades básicas de área útil.

Procedendo-se conforme GOMES (1988), para comparação da economia de área e o número de repetições entre parcelas de três linhas com nove unidades básicas e

Tabela 2. Variância da média de tratamentos V (m) em função de diversos valores do número de linhas úteis (n) por parcela, e número de unidades experimentais úteis (k) por parcela, relativo à época normal e a matriz hessiana h. Santa Maria, 1991.

n	k	V (m) = $\delta^2/N \cdot h$
1	5	$(\delta^2/N) \cdot 5,63$
2	6	$(\delta^2/N) \cdot 4,75$ - Variância mínima para n = 2
2	8	$(\delta^2/N) \cdot 4,79$
3	9	$(\delta^2/N) \cdot 4,67$ - Variância mínima
4	8	$(\delta^2/N) \cdot 4,87$
4	12	$(\delta^2/N) \cdot 4,84$ - Variância mínima para n = 4

$$h = \{1 + (k-1)\rho + (2n)/k + [2n(k-1)\rho/k] + 2/n + [2(k-1)\rho]/n + 4/k + [4(k-1)/k]\}$$

parcelas de duas linhas com seis unidades básicas, observa-se que a área utilizada permaneceu praticamente a mesma, em compensação o número de repetições aumentou em 26%. Neste caso, é indiferente utilizar parcelas de seis unidades experimentais úteis em duas linhas, partindo-se do pressuposto que, as parcelas menores permitem um maior número de repetições para uma mesma área. Também ocorre um aumento dos graus de liberdade, compensando-se o aumento da $V(m)$, com a estimação mais precisa do erro experimental entre as parcelas.

Na safrinha, o tamanho e forma ótimos de parcelas foi de 16 unidades básicas de área útil em quatro linhas. Na Tabela 3, observa-se que, neste caso, utilizando parcelas de três linhas com 12 unidades experimentais de área útil ao invés de parcelas de quatro linhas com 16 unidades experimentais de área útil, a $V(m)$ variou pouco. Procedendo-se como na época normal, observa-se que a área utilizada para os dois tamanhos não variou mas o número de repetições aumentou em 21% para as parcelas menores. Podendo-se como na época anterior utilizar o tamanho de parcela menor com um maior número de repetições para uma mesma área, uma vez que o erro experimental será estimado com maior precisão.

Tabela 3. Variância da média de tratamentos $V(m)$ em função de diversos valores do número de linhas úteis (n) por parcela, e número de unidades experimentais úteis (k) por parcela, relativo à safrinha e a matriz hessiana h . Santa Maria, 1992.

n	k	$V(m) = \sigma^2/N \cdot (h)$
1	7	$(\sigma^2/N) \cdot 4,666$
2	10	$(\sigma^2/N) \cdot 3,680$
3	12	$(\sigma^2/N) \cdot 3,491$
4	16	$(\sigma^2/N) \cdot 3,438$ - Variância mínima
5	15	$(\sigma^2/N) \cdot 3,475$

$$h = \{1 + (k-1)\rho + (2n)/k + [2n(k-1)\rho/k] + 2/n + [2(k-1)\rho]/n + 4/k + [4(k-1)/k]\}$$

Observa-se que se pode utilizar o tamanho ótimo da parcela, para a época normal, de duas linhas com três unidades básicas de área útil cada. Considerando-se a bordadura de uma linha nas laterais e um metro nas extremidades das linhas, pode ser utilizado um tamanho de quatro linhas com cinco unidades básicas cada, perfazendo um total de 20 unidades básicas. Para a safrinha, pode-se utilizar o tamanho

ótimo de parcela de três linhas com quatro unidades básicas de área útil cada. Também considerando a mesma bordadura, teríamos cinco linhas de seis unidades básicas cada, num total de 30 unidades básicas.

Os resultados obtidos não diferem muito do alcançado para a cultura da batata por MOUNTIER (1964), com quatro linhas por três a seis metros, apesar de ter sido conduzido em condições e metodologia diferente.

CONCLUSÕES

A parcela ideal para a época normal é de quatro linhas de cinco metros (20 unidades básicas) considerando-se bordadura de uma linha nas laterais e um metro em cada extremidade.

A parcela ideal para a safrinha é de cinco linhas de seis metros (30 unidades básicas) considerando as mesmas bordaduras do caso anterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUDREAUX, J.E., JONES, L.G. Field-plot studies with sweet potato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. v. 103, n. 1, p. 87-89, 1978.
- GOMES, F.P. Novos aspectos do problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 59-62, 1988.
- GOMES, F.P. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1507-1512, 1984.
- HALLAUER, A.R. Estimation of soil variability and convenient plot size from corn trial. *Agronomy Journal*, Madison, v. 56, p. 493-499, 1964.
- MOUNTIER, N.S. Plot size and rows in potato experiments. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. v. 7, n. 2, p. 180-197, 1964.
- NONNECKE, I.L., SMILLIE, K.W. Precision of field experiments with vegetable crop as influenced by plot size and shape. III. Potatoes. *Canadian Journal Plant Science*. v. 44, n. 1, p. 57-65, 1964.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw-Hill, 1960. 481 p.
- STORCK, L. Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.). Porto Alegre-RS. 98 p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979.