

Tamanho de parcela para avaliação da produção em trigo irrigado, sob dois sistemas de plantio¹

Plot size for evaluation of the yield in irrigated wheat under two planting systems

Diolino Henriques Neto^{2*}, Tocio Sedyama³, Moacil Alves de Souza³, Luiz Fernando Carvalho Leite⁴ e Flávio Favaro Blanco⁴

Resumo - O objetivo do trabalho foi estimar o tamanho adequado da unidade experimental para avaliação da produção de grãos em trigo. Experimentos de uniformidade foram realizados, no período de maio a setembro de 2002, em área experimental da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra-MG. Os ensaios foram implantados em sistema de plantio direto e convencional e conduzidos sob condições de irrigação por aspersão. Os métodos da máxima curvatura, máxima curvatura modificado e da comparação de variâncias foram usados para determinar o tamanho da parcela. Parcelas menores foram estimadas quando se utilizou o método da máxima curvatura modificado, enquanto os maiores tamanhos foram obtidos pelo método da comparação de variâncias. Parcelas com 1,6 a 2,4 m² de área útil possibilitaram adequada avaliação da produção de grãos nas diferentes condições estudadas. Considerando área e forma, parcelas com 2,4 m² de área útil, formadas por seis fileiras de 2,0 m de comprimento, representam o tipo apropriado para estudo do rendimento de grãos em trigo irrigado.

Palavras-chave - *Triticum aestivum*. Índices de variabilidade. Forma de parcela.

Abstract - The objective of the work was to estimate the appropriate size of the experimental unit for evaluation of the grain yield in wheat. Uniformity trials were conducted, during the period of May to September of 2002, in the experimental area of the Universidade Federal de Viçosa, in the agricultural region of Coimbra-MG. The essays were implanted in no-tillage system and conventional tillage and carried under irrigated conditions by sprinkler. The methods of the maximum curvature, modified maximum curvature and comparison of variances were used to determine the plot size. Smaller plots were estimated with the method of the modified maximum curvature, while the largest sizes were obtained by the method of the comparison of variances. Plots with 1.6 to 2.4 m² of useful area showed appropriate for the evaluation of grains yield in the different studied conditions. Considering area and shape, plots with 2.4 m² of useful area, formed by six rows of 2.0 m of length, represent the appropriate type for study of grain yields in irrigated wheat.

Key words - *Triticum aestivum*. Variability indexes. Plot shape.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 22/10/2006, aprovado em 03/11/2008

Extraído do trabalho de Tese de Doutorado do primeiro autor.

²Engº. Agrônomo, D.Sc., Fiscal Federal Agropecuário, Rua Taumaturgo de Azevedo, 2315 –Centro Sul, CEP 64.001-340, Teresina-PI, diolino.henriques@agricultura.gov.br

³Engº. Agrônomo, D.Sc., Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV-MG, t.sedyama@ufv.br, moacil@ufv.br

⁴Engº. Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio Norte, luizf@cpamn.embrapa.br e flavio@cpamn.embrapa.br

Introdução

Nas pesquisas agronômicas os experimentos de campo representam ferramenta imprescindível para obtenção de novas informações. No planejamento e implantação desses experimentos um dos problemas básicos diz respeito à determinação do tamanho e forma adequada da parcela ou unidade padrão de coleta de dados.

Ao conduzir um experimento o pesquisador está interessado na obtenção de diferenças estatísticas entre os tratamentos, o que depende, essencialmente, da precisão com que os dados são obtidos. Dentre os vários fatores capazes de influenciar a precisão dos experimentos destaca-se o tamanho da unidade experimental adotada (PETERSEN, 1994; STEEL et al., 1997). Desse modo, a determinação adequada dessa característica da parcela é um dos aspectos relevantes que deve merecer atenção no planejamento de experimentos.

A recomendação mais freqüente em relação ao tamanho e forma de parcelas experimentais indica o uso de parcelas retangulares e pequenas, em detrimento das parcelas quadradas e grandes. Maior eficiência das parcelas pequenas, sobretudo quando associadas a maior número de repetições, tem sido constatada por diversos autores.

Investigações a respeito do melhor tamanho de parcela têm sido realizadas, no Brasil, em algumas culturas: milho (CHAVES, 1985; SILVA et al., 1987), feijão-comum (BERTOLUCCI et al. 1991), batata (OLIVEIRA; ESTEFANEL, 1995) e mandioca (VIANA et al., 2002). Entretanto, a despeito dos trabalhos pioneiros, em outros países, terem sido realizados com a cultura do trigo (WIEBE, 1935; SMITH, 1938), a literatura nacional é por demais escassa em informações a respeito desse assunto relativas a esta espécie.

No Brasil, os experimentos de competição de cultivares de trigo foram realizados, até o início da década de 90, utilizando-se, tradicionalmente, parcelas formadas por cinco fileiras de 5,0 m de comprimento, com área de 5,0 m² (FRANCO et al., 1990). A partir de então, parcelas com 3,6 m² de área, formadas por seis fileiras de 3,0 m de comprimento têm sido utilizadas com freqüência (CAMARGO et al., 1999; 2001; FELÍCIO et al., 1999; 2001; 2002).

Essa modificação no tamanho e forma das parcelas utilizadas nos experimentos com trigo parece ter sido motivada por aspectos de ordem prática, o que do ponto de vista estatístico pode não ser a melhor opção. No entanto, é interessante ressaltar que, a precisão experimental, indicada pelo coeficiente de variação, aparentemente não foi influenciada uma vez que os valores desse índice,

relatados pelos autores acima citados, de modo geral permaneceram dentro dos limites comumente observados. Isso sugere que os tamanhos de parcelas atualmente utilizados talvez ainda possam ser reduzidos sem comprometimento da qualidade das informações obtidas.

O objetivo deste trabalho foi estimar o tamanho adequado de parcelas experimentais para avaliação da produção de grãos em trigo irrigado, sob diferentes sistemas de sementeio.

Material e métodos

Quatro ensaios de uniformidade foram conduzidos no período de maio a setembro de 2002, na fazenda experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Coimbra-MG. A área é caracterizada pelas coordenadas geográficas 20° 50' 30" S e 42° 48' 30" W, com altitude média de 715 m. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Os experimentos foram implantados em sistema de semeadura convencional (PC) e em plantio direto (PD), utilizando-se as cultivares IAC 289 e BRS 207, em ambos os sistemas de semeadura, e conduzidos sob irrigação convencional por aspersão. A semeadura foi realizada mecanicamente no espaçamento de 20 cm entre fileiras e densidade de 380 sementes aptas por metro quadrado, efetuando-se adubação simultânea na dosagem de 350 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16.

Os experimentos tiveram a mesma estrutura, constando de uma área total de 180 m², formada por 30 fileiras de 30 m de comprimento. Em cada ensaio foram colhidos os 12 m centrais de cada uma das 24 fileiras centrais, resultando numa área útil de 57,6 m². Essa área foi colhida manualmente, em segmentos de 1,0 m de fileira (unidade básica = 0,2 m²), obtendo-se o total de 288 unidades básicas (**ub**) por ensaio. As espigas de cada parcela unitária foram trilhadas e o rendimento de grãos foi registrado em gramas.

Para obtenção dos diferentes tipos de parcelas, a produção de grãos de unidades básicas adjacentes foi agrupada no sentido do comprimento e da largura das fileiras, elegendo-se 41 tipos de parcelas que resultaram em 13 diferentes tamanhos (Tabela 1).

Na escolha dos tamanhos das parcelas consideraram-se apenas os agrupamentos de unidades básicas que originaram tamanhos capazes de utilizar cem por cento da área experimental. Os dados foram analisados de acordo com o critério de classificação hierárquica proposto por Hatheway e Williams (1958), simulando experimento em parcelas subsubsubdivididas (VALEJO; MENDOZA, 1992). As estimativas de tamanho de parcela, para a

Tabela 1 - Áreas dos diferentes tipos de parcelas formadas pelo agrupamento de unidades básicas (ub) adjacentes

Unidades básicas no sentido do comprimento	Unidades básicas no sentido da largura							
	1	2	3	4	6	8	12	24
	Área das parcelas (m ²)							
1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6	2,4	4,8
2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	4,8	9,6
3	0,6	1,2	--	2,4	3,6	4,8	7,2	14,4
4	0,8	1,6	2,4	3,2	4,8	--	9,6	--
6	1,2	2,4	3,6	4,8	7,2	9,6	14,4	--
12	2,4	4,8	7,2	9,6	14,4	--	--	--

característica rendimento de grãos, foram determinadas pelos seguintes métodos:

Método da máxima curvatura - Calculam-se, inicialmente, os coeficientes de variação (CV) para os vários tamanhos de parcelas pré-estabelecidos. Os valores dos CVs são plotados contra seus respectivos tamanhos de parcela num sistema de eixos coordenados, obtendo-se uma curva que representa a relação entre estas variáveis.

O traçado da curva e o ponto de máxima curvatura foram obtidos adotando-se o procedimento empregado por Ortiz (1995) e Viana et al. (2002). O tamanho adequado da unidade experimental foi considerado como sendo o valor da abscissa correspondente ao ponto sobre a curva onde ocorre a maior taxa de mudança do CV em resposta ao incremento de tamanho da parcela.

Método da máxima curvatura modificado – Este procedimento foi proposto por Lessman e Atkins (1963) e consta, apenas, de um aperfeiçoamento do método anterior que consiste em determinar algebricamente o ponto onde a curvatura é máxima na curva que relaciona coeficiente de variação com tamanho de parcela. Essa relação entre CV e tamanho de parcela, segundo Meier e Lessman (1971), pode ser estimada pela equação geral $Y = a/X^b$, onde Y representa o índice de variabilidade e X o correspondente tamanho da parcela em unidades básicas.

No presente trabalho utilizou-se a função $CV = aX^b$, para a qual o valor correspondente ao ponto de máxima curvatura (X_{MC}) foi estimado pela fórmula proposta por Meier e Lessman (1971), adotando-se o simétrico de “b” no procedimento de cálculo (CHAVES, 1985):

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

onde: X_{MC} : é o valor da abscissa correspondente ao ponto de máxima curvatura; a : é a constante da regressão e b : é o coeficiente de regressão.

Método da comparação de variâncias - Por este método os tamanhos de parcela avaliados dependem do critério de classificação adotado para análise dos dados. A classificação hierárquica utilizada neste trabalho possibilitou a obtenção de seis tamanhos de parcelas, formadas por 1; 3; 6; 12; 24 e 96 **ub**. Assim, obtidas as estimativas de variâncias originais para estes tamanhos de parcelas, estas foram corrigidas e reduzidas em relação à menor unidade de classificação (VALLEJO; MENDOZA, 1992), em ordem hierárquica.

Consecutivos testes de Bartlett foram aplicados às variâncias corrigidas e reduzidas, excluindo-se em cada etapa a menor parcela com variância estatisticamente diferente. Este procedimento foi repetido até obter-se um grupo de tamanhos de parcelas com variâncias similares, inferindo-se que o menor tamanho de parcela deste grupo representa o tamanho apropriado (VALLEJO; MENDOZA, 1992; ORTIZ, 1995).

Resultados e discussão

Método da máxima curvatura – Os coeficientes de variação (CV) para cada tamanho específico de parcela, incluindo todos os arranjos de unidades básicas que originaram aquele tamanho particular, são apresentados na Tabela 2. Foram obtidos valores relativamente baixos para o CV, os quais variaram de 0,93 a 14%.

Para um mesmo tamanho de parcela, os valores de CV apresentaram pequena variação entre os experimentos, não havendo tendência consistente de efeito diferenciado dos sistemas de plantio (PC e PD) sobre o comportamento desse índice de variabilidade. Em relação às cultivares, maiores coeficientes de variação, para um mesmo sistema de plantio, foram observados quando se utilizou a BRS 207. No entanto, apenas nos ensaios sob plantio direto a magnitude das diferenças entre os valores de CV assume importância significativa. Este resultado deve-se, em grande

Tabela 2 - Coeficientes de variação do rendimento de grãos em trigo irrigado, em função do tamanho da parcela expresso em unidades básicas (**ub**)

Tamanho da parcela em ub	Coeficientes de variação (%)			
	(IAC 289 - PC)	(BRS 207 - PC)	(IAC 289 - PD)	(BRS 207 - PD)
1	10,52	11,67	10,26	14,00
2	8,12	9,84	7,55	11,75
3	7,18	8,59	6,21	10,78
4	6,25	8,35	5,75	10,12
6	5,73	7,49	4,47	9,24
8	4,55	6,63	3,94	8,37
12	4,46	6,37	3,36	7,96
16	3,20	5,38	2,89	7,20
24	3,04	4,94	2,27	6,21
36	3,43	4,84	1,34	6,23
48	2,24	3,98	1,47	5,18
72	2,34	3,66	0,93	4,07

PC: Semeadura convencional; PD: Plantio direto

parte, à ocorrência de acamamento moderado na cultivar BRS 207 em plantio direto (PD). Este fato prejudicou a uniformidade do ensaio, resultando nos maiores valores observados para o coeficiente de variação.

A relação entre tamanho de parcela e seu coeficiente de variação é apresentada na Figura 1. Na elaboração dessa figura utilizaram-se apenas os resultados referentes

aos tamanhos de parcela compreendidos entre 1 e 24 **ub**, uma vez que a região de máxima curvatura situou-se bem abaixo do limite superior deste intervalo.

Os pontos de máxima curvatura foram identificados como estando localizados sobre a abscissa de valor correspondente a 8 **ub** (1,6 m²) em três dos experimentos. No experimento com a cultivar IAC 289, em plantio

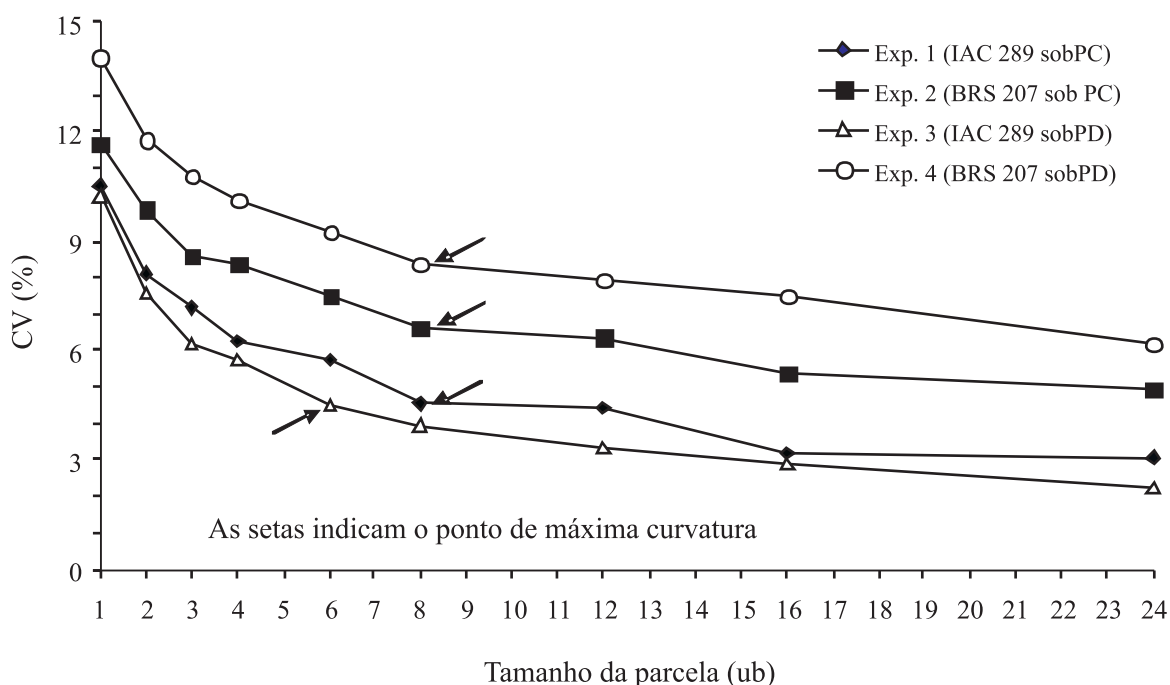


Figura 1 - Relação entre coeficiente de variação do rendimento de grãos em trigo irrigado e tamanho de parcela em unidades básicas (**ub**)

direto, a máxima curvatura localizou-se sobre o ponto de abscissa igual a 6 **ub** (1,2 m²). Aumentos no tamanho da parcela, além desses valores, não representaram redução significativa nos CVs (Figura 1). Esse comportamento também foi encontrado por Parodi e Nebreda (1997) e Henriques Neto et al. (2004) trabalhando com trigo, e tem sido relatado por outros autores (SILVA et al., 1987; VALLEJO; MENDOZA, 1992; ORTIZ,1995) em outras culturas. É oportuno ressaltar que os tamanhos de parcelas estimados por este método proporcionaram elevada precisão indicada pelos baixos coeficientes de variação (Tabela 2).

Método da máxima curvatura modificado – A determinação algébrica do ponto de máxima curvatura (X_{MC}) revelou que os tamanhos de parcelas estimados por este método correspondem a 2,37; 2,15; 3,11 e 2,49 **ub**, nos quatro experimentos (Figura 2). Os valores elevados e significativos do coeficiente de determinação (r^2) indicam bom ajuste das regressões e, conseqüentemente, elevada confiabilidade nas estimativas obtidas.

Os valores de coeficientes de variação referentes ao tamanho estimado da parcela, para cada experimento, utilizando-se a equação correspondente foi de 7,60; 9,64; 6,23 e 11,41% (Figura 2)

Ao estabelecer uma equação de regressão para explicar a relação entre tamanho de parcela e coeficiente de variação, o método da máxima curvatura modificado possibilita a obtenção de tamanhos de parcela diferentes daqueles pré-estabelecidos e, segundo Viana et al. (2002), fornece resultados mais precisos do que o método da máxima curvatura. Por outro lado, observando-se a Figura 2, constata-se que na região imediatamente superior ao ponto de máxima curvatura (X_{MC}) ainda ocorre considerável redução nos valores de CV com o aumento de tamanho da parcela. Dessa forma, conforme resalta Chaves (1985), o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura (X_{MC}) deve ser interpretado como o limite mínimo de tamanho da parcela e não como tamanho ótimo ou apropriado.

Método da comparação de variâncias – As variâncias da produção média de grãos por unidade básica, em todos os experimentos, decresceram continuamente com o aumento de tamanho da parcela (Tabela 3). Este resultado confirma a existência de relação inversa entre os tamanhos de parcelas e suas respectivas variâncias, conforme tem sido relatado por diversos autores (VALLEJO; MENDOZA, 1992; ZHANG et al., 1994; ORTIZ, 1995; PARODI; NEBRED, 1997).

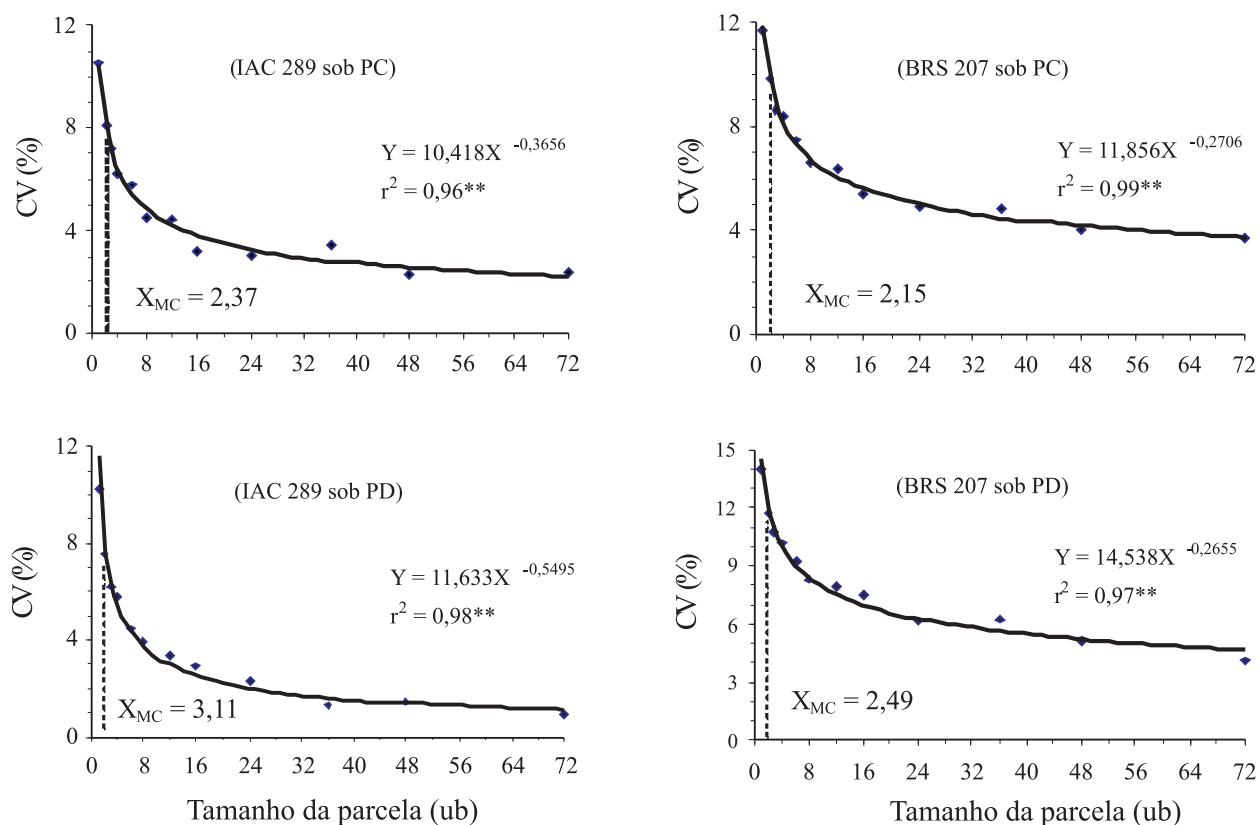


Figura 2 - Relação entre coeficiente de variação e tamanho de parcela e valor da abscissa no ponto de máxima curvatura (X_{MC}), para o rendimento médio de grãos em trigo irrigado.(PC: Semeadura convencional; PD: Plantio direto)

Tabela 3 - Estimativas das variâncias da produção média de grãos, em trigo irrigado, para diferentes tamanhos de parcela, expressos em unidades básicas (**ub**)

Tamanho da parcela em ub	Variâncias corrigidas e reduzidas*			
	(IAC 289 - PC)	(BRS 207 - PC)	(IAC 289 - PD)	(BRS 289 - PD)
1	56,0370 a	60,4104 a	53,3476 a	66,4326 a
3	22,8895 b	29,7050 b	16,1591 b	38,7051 b
6	9,8166 c	17,4022 c	8,9501 c	21,6313 c
12	3,1504 d	8,3166 d	3,8950 d	10,7223 d
24	2,0090 d	3,9216 d	2,2649 d	4,6181 e
96	1,8219 d	3,3878 d	0,3831 d	0,2011 e

* Valores seguidos de mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si (Bartlett a 5%). PC: Semeadura convencional; PD: Plantio direto

Tamanhos de parcelas formadas por 12; 24 e 96 **ub** apresentaram variâncias estatisticamente iguais em três experimentos (Tabela 3). Diante desse resultado, considerou-se a parcela formada por 12 unidades básicas (2,4 m²) como o tamanho adequado para avaliação da produção de grãos nesses ensaios, uma vez que as variâncias não foram reduzidas significativamente quando parcelas de maior tamanho foram utilizadas. No experimento com a cultivar BRS 207, em plantio direto, apenas as variâncias dos dois maiores tamanhos de parcelas (24 e 96 **ub**) não diferiram entre si (Tabela 3). Neste caso, adotando-se o mesmo procedimento, obteve-se a parcela formada por 24 **ub** (4,8 m²) como o melhor tamanho. Este valor duas vezes maior em relação aos demais experimentos deve-se ao acamamento ocorrido no ensaio e às limitações do próprio método em estudo. Em função da exigência de subdivisão hierárquica, o método da comparação de variâncias não permite aumento gradual no tamanho das parcelas nem amplo número de opções de tamanho. Desse modo, a ausência de tamanhos intermediários entre 12 e 24 **ub**, aliada ao problema do acamamento, superdimensionou o tamanho da parcela estimado.

Na Tabela 4 é apresentado um resumo das estimativas de tamanho de parcela obtidas pelos diferentes métodos, para todos os experimentos. O tamanho da

unidade experimental variou de 0,43 a 4,8 m²; existindo considerável discrepância entre os métodos utilizados quando se comparam os tamanhos de parcela estimados para uma mesma condição experimental. Por outro lado, considerando-se cada método isoladamente, constata-se pequena variação entre os tamanhos de parcela estimados para os diferentes experimentos; com exceção dos resultados obtidos pelo método da comparação de variâncias. Isso indica que as cultivares e os diferentes sistemas de plantio (PC e PD) não necessitam de tamanhos diferenciados de parcela para estudo do rendimento de grãos nessa cultura.

Os tamanhos de parcela estimados pelo método da máxima curvatura modificado foram pequenos (Tabela 4) e de pouca aplicabilidade prática, corroborando com os resultados encontrados por Henriques Neto et al. (2004). Esses tamanhos, no entanto, não devem ser considerados como adequados para avaliação da produção de grãos. Essa interpretação encontra apoio no próprio trabalho original de Lessman e Atkins (1963). Estes autores, ao proporem tal método, utilizaram a notação “X_{crítico}”, indicando que os valores obtidos por tal procedimento devem ser considerados como o limite mínimo de tamanho da parcela, conforme afirma Chaves (1985).

Tabela 4 - Estimativas de tamanho de parcela para avaliação da produção de grãos em trigo irrigado, obtidas pelos métodos da máxima curvatura (MMC), máxima curvatura modificado (MMCM) e comparação de variâncias (MCV)

Sistema de semeadura	Cultivares	Tamanho da parcela (m2)		
		MMC	MMCM	MCV
PC	IAC 289	1,60	0,47	2,40
	BRS 207	1,60	0,43	2,40
PD	IAC 289	1,20	0,62	2,40
	BRS 207	1,60	0,50	4,80

PC: Semeadura convencional; PD: Plantio direto

Com base nos resultados obtidos pelos métodos da máxima curvatura e da comparação de variâncias pode-se afirmar que, parcelas com 1,6 ou 2,4 m² de área útil podem ser usadas sem nenhuma restrição do ponto de vista estatístico. No entanto, considerando-se que o método da comparação de variâncias é mais confiável do que o da máxima curvatura (VALLEJO; MENDOZA, 1992; ORTIZ, 1995) e, levando-se em conta aspectos de ordem prática, acredita-se que uma parcela de 2,4 m² de área útil seja o tamanho adequado para avaliação do rendimento de grãos na cultura do trigo sob condições irrigadas.

Para o tamanho de 2,4 m² foram avaliadas seis formas de parcelas (Tabela 1). Dentre essas diferentes formas, a parcela formada por seis fileiras de 2,0 m de comprimento foi a mais eficiente no controle da variabilidade experimental, apresentando-se como o tipo apropriado para as diferentes condições estudadas.

O uso de parcelas de 2,4 m², comparado com o tamanho que vem sendo utilizado na maioria das pesquisas (3,6 m²), representa redução de um terço no tamanho da unidade experimental. Isso poderá representar considerável economia de área experimental e de recursos materiais, principalmente no caso de experimentos envolvendo um número elevado de tratamentos, como é comum nos ensaios de competição de cultivares.

Conclusões

1. As estimativas de tamanho adequado da unidade experimental, para avaliação da característica rendimento de grãos em trigo, variam em função do método empregado na sua determinação.
2. Os tamanhos das parcelas estimados pelo método da máxima curvatura modificado não representam o tamanho adequado da parcela para avaliação da produção de grãos em trigo irrigado.
3. A unidade experimental para avaliação do rendimento de grãos em trigo não necessita de tamanho diferenciado em função de cultivares e dos sistemas de plantio (PC e PD).
4. Parcelas com tamanho entre 1,6 e 2,4 m² de área útil asseguram adequada avaliação da produção de grãos em trigo irrigado por aspersão nos sistemas de plantio direto e convencional.
4. Parcelas com tamanho de 2,4 m² de área útil, formadas por seis fileiras de 2,0 m de comprimento, representam o tipo apropriado para avaliação do rendimento de grãos em trigo irrigado.

Referências

- BERTOLUCCI, F. L. G. et al. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v. 15, n.03, p. 295-305, 1991.
- CAMARGO, C. E. O. et al. Linhagens diplóides de trigo: Produção de grãos, características agronômicas e tolerância à toxicidade de alumínio. **Bragantia**, v. 58, n. 02, p. 235-246, 1999.
- CAMARGO, C. E. O. et al. Comportamento agrônomico de linhagens de trigo no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 60, n. 01, p. 35-44, 2001.
- CHAVES, L. J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (*Zea Mays* L.)**. 1985. 148f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- FELÍCIO, J. C. et al. Novos genótipos de *Triticum durum* L.: Rendimento, adaptabilidade e qualidade tecnológica. **Bragantia**, v. 58, n. 01, p. 83-94, 1999.
- FELÍCIO, J. C. et al. Influência do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p. 111-120, 2001.
- FELÍCIO, J. C. et al. Rendimento e processo germinativo do grão na espiga de genótipos de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 03, p. 289-294, 2002.
- FRANCO, F. A.; BASSOI, M. C.; GOMIDE, F. B. Análise do rendimento de grãos de cultivares de trigo em diferentes condições de ambientes. **Agronomia Sulriograndense**, v. 26, n. 01, p. 107-122, 1990.
- HATHEWAY, W. H.; WILLIAMS, E. J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. **Biometrics**, v. 14, n. 02, p. 207-222, 1958.
- HENRIQUES NETO, D. et al. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 06, p. 517-524, 2004.
- LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, v. 3, n. 05, 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, n. 03, p. 648-650, 1971.
- OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação do rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, v. 25, n. 02, p. 205-208, 1995.
- ORTIZ, R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of crop management. **Agronomy Journal**, v. 87, n. 01, p. 63-69, 1995.

PARODI, P. P. C.; NEBREDÁ. M. I. M. Efecto del número de repeticiones y el tipo de parcelas sobre la eficiencia experimental en la determinación Del comportamiento agronómico de trigo candeal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 24, n. 01, p. 46-58, 1997.

PETERSEN, R. G. **Agricultural field experiments: design and analysis**. New York: Marcel Dekker, Inc, 1994. 409p.

SILVA, P. S. L.; MACHADO, A. A.; MOURA, M. M. Tamanho e forma de parcela para experimentação com milho irrigado. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 12, p. 1178-1181, 1987.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, v. 28, tomo único, p. 1-23, 1938.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: A biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book, 1997. 666p.

VALLEJO, R. L.; MENDOZA, H. A. Plot technique studies on sweetpotato yield trials. **Journal of the Americal Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 03, p. 508-511, 1992.

VIANA, A. E. S. et al. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 01, p. 58-63, 2002.

WIEBE, G. A. Variation and correlation in grain yield among 1.500 wheat nursery plots. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.50, n. 04, p. 331-357, 1935.

ZHANG, R.; WARRICK, A. W.; MYERS, D. E. Heterogeneity, plot shape effect and optimum plot size. **Geoderma**, v. 62, n. 1/3, p. 183-197, 1994.