

Tamanho e forma de parcelas para experimentos com girassol¹

Size and shape of plots for experiments with the sunflower

Roberto Pequeno de Sousa^{2*}, Paulo Sérgio Lima e Silva² e Janilson Pinheiro de Assis²

RESUMO - Na experimentação agrícola, a utilização do tamanho e da forma adequada de parcela são técnicas experimentais importantes para aumentar a precisão do experimento. Assim, objetivou-se nesse trabalho determinar o tamanho e forma adequada de parcela para experimentação em campo com girassol. Para isso, o experimento foi conduzido em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol em 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,7 m e 0,3 m entre plantas. A área útil da parcela (7,56 m²), composta das duas fileiras centrais, foi dividida em 12 unidades básicas, cada uma constituída por três plantas na fileira (0,63 m²), obtendo-se o rendimento de grãos de girassol. O tamanho conveniente da parcela experimental foi estimado pelo método de Hatheway e a sua forma adequada foi determinada pelo método da informação relativa. O método de Hatheway permitiu estimar diversos tamanhos convenientes de parcelas, muitos de tamanhos aplicáveis para experimentos de avaliação de cultivares de girassol. Parcela no formato retangular 1 x 6 (fileira com dezoito plantas e 3,78 m² de área útil), foi considerada a forma adequada para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol e, também, foi menor que o tamanho geralmente indicado nas pesquisas com a cultura do girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L.. Método de Hatheway. Método da informação relativa.

ABSTRACT - In agricultural experimentation, the use of the appropriate size and shape for the plot is an important experimental technique for increasing the accuracy of the experiment. The aim of this work therefore was to determine a suitable plot size and shape for field experimentation on the sunflower. To do this, the experiment was carried out in a randomised design of complete blocks, with 14 sunflower cultivars in 10 replications. The plots consisted of four rows, each of six metres in length, at a spacing of 0.7 m, with 0.3 m between plants. The working area of the plot (7.56 m²) comprising the two central rows, was divided into 12 basic units, each consisting of three plants per row (0.63 m²), to obtain seed yield in the sunflower. A suitable plot size was estimated using Hatheway's method, with an appropriate shape being determined by the method of relative information. Hatheway's method made it possible to estimate several convenient plot sizes, many of them suitable for experiments to evaluate sunflower cultivars. A 1 x 6 rectangular plot (a row with 18 plants and a working area of 3.78 m²) was considered the appropriate shape for evaluating grain yield in sunflower cultivars, and was also smaller than the size usually found in research into the sunflower crop.

Key words: *Helianthus annuus* L.. Hatheway's method. Method of relative information.

*Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160082

¹Recebido para publicação em 25/08/2015; aprovado em 20/02/2016

Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, projeto financiado pela Petrobras

²Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Av. Francisco Mota, s/n, Km 47 da BR 110, Mossoró-RN, Brasil, 59.500-900, rpequeno@ufersa.edu.br, paulosergio@ufersa.edu.br, janilson@ufersa.edu.br

INTRODUÇÃO

Embora o girassol (*Helianthus annuus* L.) seja, dentre as oleaginosas, a cultura de maior expansão no mundo, sua produção nacional não consegue suprir a demanda de óleo comestível. Conseqüentemente, não surpreende a grande carência do produto para a produção de biodiesel, mesmo sendo o seu cultivo promissor em boa parte do território brasileiro (EMBRAPA, 2010). Entretanto, a demanda por cultivares de girassol de melhor adaptação tem direcionado o programa de melhoramento da Embrapa Tabuleiros Costeiros na busca por cultivares adaptadas às diferentes áreas do Nordeste brasileiro (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O sucesso de um programa de melhoramento demanda experimentos cada vez mais precisos, pois as diferenças entre genótipos, principalmente daquelas espécies bastante melhoradas, tendem a ser cada vez menores. Portanto, a manutenção dos ganhos genéticos com seleção depende, dentre outros aspectos, do aumento na precisão experimental. No entanto, para a realização de ensaios com alta precisão é necessário planejamento. E, dentro desse contexto, uma das questões básicas que está sempre presente nos experimentos, diz respeito ao tamanho adequado da parcela ou unidade experimental. (SILVA, 2009).

Quanto menor a diferença entre os materiais avaliados, maior deverá ser o tamanho das parcelas para que tais diferenças superem significativamente aquelas determinadas pelo erro. Portanto, nos ciclos mais avançados de seleção é natural que haja maior demanda por parcelas de maior tamanho (MORAES, 2013). Contudo, o aumento na precisão experimental em decorrência do aumento do tamanho da parcela é assintótico e, portanto, quanto maior o tamanho da parcela menor é a eficácia do aumento de seu tamanho na precisão experimental. A implicação dessa assertiva é que a partir de determinado tamanho de uma parcela, aumentos posteriores não resultam em aumento compensador da precisão. A partir deste ponto, aumentos adicionais em precisão serão obtidos com o uso de maior número de repetições (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2012).

Vários fatores estão envolvidos na determinação do tamanho e na forma da parcela. Dentre esses, a heterogeneidade do solo é o fator mais importante, sendo imprescindíveis informações a respeito da área em que os experimentos serão conduzidos (STORCK *et al.*, 2006a). Já Oliveira e Estefanel (1995) mencionaram que o tamanho e forma da parcela não devem ser generalizados, pois variam com o solo, as condições climáticas e a cultura em estudo.

Na literatura há vários trabalhos que relatam o tamanho ótimo de parcela para distintas situações e

diferentes culturas, tais como para tomate (LÚCIO *et al.*, 2010; LÚCIO *et al.*, 2012), alface (LÚCIO *et al.*, 2011), candeia (OLIVEIRA *et al.*, 2011), feijão (SANTOS *et al.*, 2012), arroz (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2012) e café (MORAIS, 2013). Entretanto para o girassol foram encontradas poucas informações sobre tamanho e forma de parcela experimental.

Em razão do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho e forma adequada de parcela para experimentação em campo com a cultura do girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de maio a julho de 2011, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN (5°11' Sul, 37°20' Oeste e 18 m de altitude).

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol em 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de seis metros de comprimento cada, com área de 16,8 m² (2,8 m x 6,0 m) sendo o espaçamento entre fileiras de 0,7 m e entre plantas de 0,3 m. A área útil da parcela foi composta das duas fileiras centrais, eliminando-se das extremidades uma planta, tendo área de 7,56 m² (1,4 m x 5,4 m). Para a coleta dos dados da produção de grãos do girassol, a área útil da parcela foi dividida em 12 unidades básicas (UBs), cada uma constituída por três plantas na fileira (0,63 m²).

Seguindo os procedimentos adotados por Storck *et al.* (2006b), utilizando-se as 12 UBs, obtidas da área útil de cada parcela, foram planejados diferentes tamanhos de parcela em cada uma das 140 parcelas (14 cultivares e 10 repetições). Cada tamanho de parcela planejado foi constituído por X_1 unidades básicas de largura (linhas) e X_2 unidades básicas de comprimento (colunas), formados pelo agrupamento de unidades básicas contíguas, de modo que o produto $X_1 X_2$ correspondeu a X (tamanho da parcela em UBs).

Na escolha dos diferentes tipos de parcelas avaliadas considerou-se somente os agrupamentos de UBs que originavam tamanhos de parcelas capazes de utilizarem cem por cento de suas áreas úteis. Dessa maneira, o número de repetições de cada tamanho de parcela ficou limitado por sua área útil, sendo as UBs agrupadas de sete modos diferentes ($X_1 X_2$): 1x1, 1x2, 1x3, 1x6, 2x1, 2x2, e 2x3, obtendo-se assim, cinco diferentes tamanhos de parcelas (X): 1; 2; 3; 4 e 6 UBs, que corresponderam, respectivamente, as áreas de 0,63, 1,26, 1,89, 2,52 e 3,78 m².

Na determinação do tamanho conveniente da parcela, que segundo Donato *et al.* (2008), tem esta denominação pelo fato de estimar diferentes tamanhos de parcelas adequados às condições da pesquisa e não apenas um tamanho ótimo, utilizou-se a fórmula 1, proposta por Hatheway (1961) dada por:

$$X = b \sqrt{\frac{2(t_1 + t_2)^2 CV^2}{rd^2}} \quad (1)$$

em que: X é o tamanho conveniente da parcela em UBs; b é o coeficiente de heterogeneidade do solo de Smith (1938), t_1 é o valor crítico da distribuição de t de Student, ao nível de significância α_1 de probabilidade de erro, encontrado na tabela de t para testes de significância bilateral; t_2 é o valor crítico bilateral da distribuição t de Student, ao nível $\alpha_2 = 2(1-P)$ de probabilidade, sendo P a probabilidade de se obter resultado significativo, CV é o coeficiente de variação (%) de parcelas constituídas de uma unidade básica (UB) de tamanho; r é o número de repetições necessárias para detectar diferença verdadeira de unidades entre dois tratamentos e d é a diferença verdadeira entre dois tratamentos medida em porcentagem da média.

O coeficiente de heterogeneidade do solo (b), que mede o grau de associação entre UBs adjacentes, foi estimado após a linearização da equação de Smith (1938):

$$V_x = \frac{V_1}{X^b} \quad (2)$$

em que X_x é a variância por unidade de área de parcelas constituídas de X UBs de tamanho, V_1 é a variância das parcelas constituídas de uma UB e X é o número de UBs que compõem a parcela (tamanho da parcela), usando a estimação ponderada pelos graus de liberdade associado a cada tamanho da parcela X_i planejado, ou seja,

$$\hat{b} = \frac{\sum W_i (\log V_{xi}) (\log X_i) - \frac{(\sum W_i \log V_{xi}) (\sum W_i \log X_i)}{\sum W_i}}{\sum W_i (\log X_i)^2 - \frac{(\sum W_i \log X_i)^2}{\sum W_i}} \quad (3)$$

em que W_i é o número de graus de liberdade associado com a variância, ou seja, é o tamanho de parcelas combinadas do tamanho X_i menos 1 (um). A variância por unidade de área (V_{xi}) foi calculada pela fórmula:

$$V_{xi} = \frac{S_{xi}^2}{X_i^2} \quad (4)$$

em que S_{xi}^2 é a variância entre parcelas de X_i UBs de tamanho. O valor de V_1 foi obtido da seguinte forma:

$$\log V_1 = V \Rightarrow V_1 = 10^V \quad (5)$$

em que:

$$\hat{V} = \frac{\sum W_i \log V_{xi}}{\sum W_i} + \hat{b} \frac{\sum W_i \log X_i}{\sum W_i} \quad (6)$$

O valor de b e do CV foram estimados em cada uma das 140 parcelas (14 cultivares e 10 repetições), utilizando-se as 12 UBs da área útil da parcela.

Para o cálculo do tamanho conveniente da parcela pela fórmula de Hatheway (1961), foi adotado o nível de significância de 5% ($\alpha_2 = 0,05$) e probabilidade de se obter diferenças significativas entre médias de 80% ($P = 0,80$), para diversas combinações de números de cultivares (4; 8; 12 e 16), números de repetições (3; 5 e 7), coeficientes de variação (6; 12; 18; 24 e 30% mais o CV de parcelas constituídas de uma UB de tamanho) e diferenças entre médias de duas cultivares que se espera detectar (10; 15 e 20%) considerando o delineamento em blocos completos casualizados.

A avaliação da influência da forma da parcela experimental, que diz respeito à relação entre o comprimento e sua largura, sobre a precisão experimental foi estudada através do método da informação relativa proposta por Keller (1949) e pela observação do comportamento dos coeficientes de variação das diferentes formas das parcelas de um mesmo tamanho.

Inicialmente, calculou-se a variância da produção de grãos entre parcelas de X UBs de tamanho para cada tipo de parcela estabelecido:

$$S_x^2 = \frac{\sum_i (X_i - M(X))^2}{N-1} \quad (7)$$

em que x_i é a produção de grãos da i -ésima parcela,

$$M(X) = \frac{\sum_i X_i}{N} \quad (8)$$

a média da produção de grãos das parcelas com X UBs de tamanho e;

$$N = \frac{12}{X} \quad (9)$$

é o número de parcelas com X UBs de tamanho. Posteriormente, esta variância foi dividida pelo seu correspondente número de unidades básicas, que se refere à variância por UB, obtendo-se assim, segundo Keller (1949), uma variância comparável (V_c) com a variância da parcela constituída de uma UB (V_1), ou seja, a informação relativa (I.R. (%)) foi calculada por:

$$IR(\%) = \frac{V_1}{V_c} X 100 \quad (10)$$

Considerando que, de acordo com Keller (1949), a variância da parcela de uma UB fornece 100% de informação relativa, dividindo-se esta variância pela variância comparável de cada forma de parcela, obteve-se a porcentagem de informação relativa correspondente a cada forma de parcela, onde a partir desta informação relativa foi determinada a melhor

forma de parcela para avaliação da produção de grãos de cultivares de girassol.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão expostos os coeficientes de variação (CV) para as parcelas de diferentes tamanhos. Verificou-se que o maior valor do CV foi obtido no menor tamanho de parcela (uma UB) e que ocorreu uma redução contínua do CV com o aumento do tamanho da parcela, porém com taxas diferenciadas de decréscimo, isto é, não linear. Esta redução do CV (ganho de precisão), pela adição de mais área, é significativa quando o tamanho da parcela é pequeno. No entanto, depois que esta atinge tamanho adequado, se ganha muito pouco em precisão pelo incremento de mais área a essa parcela. Os autores Donato *et al.* (2008), Oliveira *et al.* (2011) e Sousa *et al.* (2015), avaliaram diferentes tamanhos de parcelas e relataram redução do CV com o aumento do tamanho da parcela, mas ao se atingir o tamanho ótimo, o ganho em precisão reduziu rapidamente com o acréscimo de mais área à parcela.

Considerando todas as cultivares, o valor do coeficiente de heterogeneidade ou variabilidade do solo (*b*) obtido nesse estudo (1,0585) indicou um solo de alta heterogeneidade, ou seja, denotando ausência de correlação entre as UBs adjacentes.

Na literatura é comum a obtenção de estimativas do valor de *b* superiores à unidade (BRUM *et al.*, 2008; LOPES *et al.*, 2005; LORENTZ *et al.*, 2007; LORENTZ *et al.*, 2010; LÚCIO *et al.*, 2011; LÚCIO *et al.*, 2012; MARTIN *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2012; STORCK *et al.*, 2006b; STORCK; BISOGNIN; OLIVEIRA, 2006). Os valores de *b* superiores à unidade são interpretados por Thomas (1974) como a existência de correlação negativa entre as parcelas adjacentes, o que indica a ocorrência de competição entre as plantas das UBs. Por outro lado,

conforme Lopes *et al.* (2005) quando a UB é composta por mais de uma planta, como utilizada neste trabalho, essa afirmação fica difícil de ser compreendida, pois na área do ensaio em branco deveria haver competição entre grupos de plantas de unidades vizinhas. Ainda de acordo com esses mesmos autores, caso fosse a UB constituída de uma única planta poderia admitir que ao lado de cada planta mais competitiva haveria, possivelmente, uma planta menos competitiva.

Através do método de Hatheway (1961), que determina o denominado tamanho conveniente de parcela, estimaram-se vários tamanhos de parcela dentre os quais o pesquisador poderá escolher aquele que melhor lhe convier, a partir de condições experimentais pré-definidas.

Na Tabela 2 são apresentados os diferentes tamanhos convenientes de parcelas para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol, adotando-se um nível de significância de 5% de probabilidade. Utilizou-se diferentes combinações de números de cultivares (*I*) de 4; 8; 12 e 16, números de repetições (*r*) iguais a 3; 5 e 7, coeficientes de variação (CV) de 6; 12; 18; 24 e 30% mais o CV de parcelas constituídas de uma UB de tamanho e diferenças entre médias de dois cultivares que se espera detectar (*d*) iguais a 10; 15 e 20%. Considerou-se um experimento no delineamento em blocos completos casualizados e o coeficiente *b* estimado para todo experimento.

Admite-se que parcelas com até 12 unidades básicas (7,56 m²), utilizadas nesse estudo para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol, podem ser usadas como parcelas de tamanho prático e, portanto utilizadas para efeito de discussão. Ao analisar os resultados obtidos, verificou-se que para se detectar diferença de 10% entre médias de cultivares, a obtenção de parcelas de tamanho prático, é possível para CV até 18%, com exceção para 4; 8; 12 e 16 cultivares combinadas com três repetições, para o CV de 24%, utilizando-se 8; 12 e 16 tratamentos com sete repetições

Tabela 1 - Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade e coeficiente de variação entre as parcelas considerando-se todas as cultivares de girassol¹

Tamanho da parcela (Número de UBs)	Número de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)
1	12	11	31,08
2	6	5	22,91*
3	4	3	19,03
4	3	2	16,55
6	2	1	11,89*

¹UB = 0,63 m² (0,7 m x 0,9 m); *Média aritmética dos coeficientes de variação das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho

Tabela 2 - Tamanho conveniente da parcela em UBs para avaliação do rendimento de grãos de girassol, estimado em diferentes combinações de números de cultivares (I) e de repetições (r), coeficientes de variação (CV) e diferenças entre médias de duas cultivares, em % da média (d)¹

d (%)	CV (%)	I = 4			I = 8			I = 12			I = 16		
		r = 3	r = 5	r = 7	r = 3	r = 5	r = 7	r = 3	r = 5	r = 7	r = 3	r = 5	r = 7
10	6	2,55	1,32	0,92	2,09	1,20	0,86	1,98	1,17	0,84	1,94	1,16	0,84
	12	9,46	4,89	3,41	7,73	4,45	3,17	7,34	4,34	3,12	7,17	4,29	3,10
	18	20,36	10,52	7,34	16,63	9,57	6,82	15,80	9,34	6,71	15,44	9,23	6,67
	24	35,06	18,12	12,64	28,65	16,48	11,74	27,21	16,09	11,55	26,58	15,90	11,48
	30	53,45	27,62	19,27	43,67	25,12	17,89	41,48	24,52	17,61	40,52	24,23	17,51
	31,57	58,86	30,41	21,22	48,09	27,67	19,70	45,68	27,00	19,39	44,62	26,68	19,28
15	6	1,19	0,61	0,43	0,97	0,56	0,40	0,92	0,54	0,39	0,90	0,54	0,39
	12	4,40	2,27	1,59	3,59	2,07	1,47	3,41	2,02	1,45	3,33	1,99	1,44
	18	9,46	4,89	3,41	7,73	4,45	3,17	7,34	4,34	3,12	7,17	4,29	3,10
	24	16,30	8,42	5,88	13,32	7,66	5,46	12,65	7,48	5,37	12,36	7,39	5,34
	30	24,84	12,84	8,96	20,30	11,68	8,32	19,28	11,40	8,19	18,84	11,26	8,14
	31,57	27,36	14,14	9,86	22,35	12,86	9,16	21,23	12,55	9,01	20,74	12,40	8,96
20	6	0,69	0,36	0,25	0,56	0,32	0,23	0,54	0,32	0,23	0,52	0,31	0,23
	12	2,55	1,32	0,92	2,09	1,20	0,86	1,98	1,17	0,84	1,94	1,16	0,84
	18	5,50	2,84	1,98	4,49	2,58	1,84	4,26	2,52	1,81	4,17	2,49	1,80
	24	9,46	4,89	3,41	7,73	4,45	3,17	7,34	4,34	3,12	7,17	4,29	3,10
	30	14,43	7,45	5,20	11,79	6,78	4,83	11,20	6,62	4,75	10,94	6,54	4,72
	31,57	15,89	8,21	5,73	12,98	7,47	5,32	12,33	7,29	5,23	12,04	7,20	5,20

¹UB = 0,63 m² (0,7 m x 0,9 m); b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,0585; CV de parcelas constituídas de uma UB de tamanho = 31,57%

e para os CVs de 30 e 31,57% (coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho) nenhuma das combinações estudadas devem ser recomendadas. Já o tamanho prático da parcela para detectar uma diferença de 15%, é possível para CV até 24%, exceto para 4; 8; 12 e 16 cultivares com três repetições, para o CV de 30%, utilizando-se quatro cultivares com sete repetições e 8, 12 e 16 cultivares com cinco e sete repetições e para o CV de 31,57%, usando-se 4; 8; 12 e 16 cultivares com sete repetições. Por fim, para se detectar uma diferença de 20%, com exceção apenas do CV de 30%, com quatro cultivares e três repetições, e do CV de 31,57%, com 4; 8; 12 e 16 tratamentos com três repetições, quaisquer valores de CVs, números de repetições e de cultivares considerados permitem obter parcelas de tamanho prático.

De um modo geral, uma avaliação mais criteriosa dos valores obtidos de tamanhos convenientes de parcelas com a metodologia proposta por Hatheway (1961), indica que alguns tamanhos não são viáveis do

ponto de vista prático. Isto por serem valores muito pequenos ou muito grandes, especialmente quando a relação $(CV/d)^2$ é muito pequena ou muito grande, respectivamente.

Os resultados obtidos (Tabela 2) mostraram em maior ou menor grau, a influência do coeficiente de variação, do número de repetições, da precisão experimental desejada e do número de cultivares sobre o tamanho conveniente da parcela, o que comprova a importância de se considerar esses fatores no planejamento experimental.

Verificou-se que o CV foi o fator que mais influenciou o tamanho conveniente da parcela, pois, foram observados grandes aumentos no tamanho conveniente da parcela estimado com o aumento do CV, em qualquer combinação de d , I e r . Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Muniz *et al.* (2009), Oliveira *et al.* (2011) e Silva (2009) com eucalipto, candeia e melão, respectivamente.

O número de repetições influenciou também, de modo marcante, o tamanho conveniente da parcela. Observaram-se reduções significativas nos tamanhos convenientes de parcelas com o aumento do número de repetições, mantidos fixos d , I e CV. Isto confirma o efeito do aumento do número de repetições na melhoria da precisão experimental (SILVA, 2009; STORCK *et al.*, 2007), o que propicia maior eficiência do uso de parcelas pequenas associadas a um maior número de repetições, para detectar menores diferenças percentuais entre cultivares do que o uso de parcelas maiores com um menor número de repetições (SILVA, 2009).

Os tamanhos convenientes das parcelas diminuíram consideravelmente quando foram aumentados os valores de d (menor precisão experimental), mantendo-se constantes os valores de CV, I e r (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SILVA, 2009). Por outro lado, constatou-se que os tamanhos da parcela alteraram-se pouco com a variação do número de cultivares, mantendo-se fixos os valores de d , CV e r , o que indica menor influência deste fator sobre o tamanho da parcela (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SILVA, 2009).

De maneira geral, combinando os valores do CV, d , I e r , foram estimados 216 diferentes tamanhos convenientes de parcelas, dentre os quais, a maioria de tamanho prático, o que pode ser bastante útil no planejamento experimental de avaliação de cultivares de girassol.

Os resultados relativos à influência da forma da parcela sobre a variabilidade dos dados do rendimento de grãos de cultivares de girassol, avaliados através da variância comparável (V_c), informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV_{LxC}), estão expostos na Tabela 3. Verificou-se que a informação relativa decresceu e a

variância comparável aumentou com o incremento no tamanho da parcela, fato também observado por Keller (1949) e Lúcio *et al.* (2010).

O método da informação relativa é baseado no princípio de que a variância comparável e a informação relativa apresentam a mesma interpretação quanto a melhor forma da parcela (KELLER, 1949). Dessa maneira, a escolha da forma mais adequada da parcela pode ser feita considerando-se apenas a informação relativa.

Fazendo-se uma comparação dos índices de variabilidade determinados neste estudo (V_c , IR e CV_{LxC}) entre parcelas do mesmo tamanho, verificou-se a influência da forma da parcela sobre a precisão experimental (Tabela 3). Constatou-se que a parcela constituída de seis unidades básicas (3,78 m² de área útil), no formato 1 x 6 (uma fileira com dezoito plantas), cujo CV foi de 11,25%, com maior precisão que o formato 2 x 3 (duas fileiras com nove plantas cada uma), cujo CV foi maior (12,54%), foi o melhor tipo de parcela, sendo mais eficiente no controle da variabilidade para avaliar o rendimento de grãos de cultivares de girassol. Também, verificou-se para o formato 1 x 6 maior valor da informação relativa quando comparado com o formato 2 x 3. É relevante salientar que a forma da parcela experimental indicada neste trabalho (retangular), é concordante com os resultados encontrados por Cocco *et al.* (2009).

O rendimento de cultivares de girassol foi avaliado por Oliveira *et al.* (2010) em parcelas com área útil de 8,64 m². Entretanto, conforme os resultados obtidos nesse estudo, esse tamanho de parcela poderia ser reduzido significativamente sem comprometimento das informações a serem obtidas, uma vez que o tamanho de parcela de 3,78 m² de área útil demonstrou ser satisfatoriamente adequado para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol.

Tabela 3 - Variância comparável (V_c), informação relativa (IR) e coeficiente de variação (CV) do rendimento de grãos de girassol, para diferentes formas e tamanhos de parcela¹

Dimensão da parcela (L x C)	Número de UBs	Número de parcelas	Área (m ²)	GL	V_c	IR (%)	CV_{LxC} (%)
1 x 1	1	12	0,63	11	2713,96	100,00	31,08
1 x 2	2	6	1,26	5	3051,24	88,95	22,68
2 x 1	2	6	1,26	5	3141,33	86,40	23,13
1 x 3	3	4	1,89	3	3449,13	78,69	19,03
2 x 2	4	3	2,52	2	3504,59	77,44	16,55
1 x 6	6	2	3,78	1	3414,26	79,49	11,25
2 x 3	6	2	3,78	1	3605,39	75,28	12,54

¹UB = 0,63 m² (0,7 m x 0,9 m)

CONCLUSÕES

1. O método de Hatheway permite estimar diversos tamanhos convenientes de parcelas adequados com as condições, características e limitações do experimento;
2. Parcela no formato retangular 1 x 6 (uma fileira com dezoito plantas e 3,78 m² de área útil) é considerada a forma mais adequada para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol.

REFERÊNCIAS

- BRUM, B. *et al.* Tamanho ótimo de parcela para ensaios com sorgo granífero em duas épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 315-320, 2008.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipo de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 3, p. 336-343, 2012.
- COCCO, C. *et al.* Tamanho e forma de parcela em experimentos com morangueiro cultivado em solo ou em hidroponia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 7, p. 681-686, 2009.
- DONATO, S. L. R. *et al.* Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 957-969, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa ajuda Alto Sertão a produzir girassol com alta produtividade**. 2010. Disponível em: < <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=5828> > Acesso em: 17 jan. 2012.
- HATHEWAY, E. H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, v. 53, n. 4, p. 279-280, 1961.
- KELLER, K. R. Uniformity trials on hops (*Humulus lupulus* L.) for increasing the precision of field experiments. **Agronomy Journal**, v. 41, n. 8, p. 389-392, 1949.
- LOPES, S. J. *et al.* Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 525-530, 2005.
- LORENTZ, L. H. *et al.* Plot size and experimental precision for sunflower production. **Scientia Agrícola**, v. 67, n. 4, p. 408-413, 2010.
- LORENTZ, L. H. *et al.* Tamanho de parcela e precisão experimental em ensaios com trigo em plantio direto. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 129-135, 2007.
- LÚCIO, A. D. *et al.* Agrupamento de colheitas de tomate e estimativas do tamanho de parcela em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 190-196, 2010.
- LÚCIO, A. D. *et al.* Estimativa do tamanho de parcela para experimento com alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 510-515, 2011.
- LÚCIO, A. D. *et al.* Tamanhos de amostras e de parcelas para variáveis de crescimento e produtivas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 660-668, 2012.
- MARTIN, T. N. *et al.* Metodologia experimental para rendimentos de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 521-526, 2007.
- MORAES, B. F. X. **Tamanho de parcela e de amostra na avaliação da produtividade de grãos de café arábica**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- MUNIZ, J. A. *et al.* Estudo do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill, usando parcelas lineares. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1002-1010, 2009.
- OLIVEIRA, G. M. V. *et al.* Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 2011.
- OLIVEIRA, I. R. *et al.* **Avaliação de cultivares de girassol em municípios dos Estados da Bahia, Alagoas, Sergipe e Rio Grande do Norte: ensaios realizados no ano agrícola de 2008**. Aracaju: Embrapa CPATC, 2010. 6 p. (Comunicado Técnico, 105).
- OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação de rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, v. 25, n. 2, p. 205-208, 1995.
- OLIVEIRA, S. J. R. *et al.* Índice de heterogeneidade, coeficiente de variação e tamanho ótimo de parcela em batata. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p. 1710-1716, 2006.
- SANTOS, D. *et al.* Tamanho ótimo de parcela para a cultura do feijão-vagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 119-128, 2012.
- SILVA, J. R. **Tamanho de parcela e efeito de bordadura em experimentos com meloeiro**. 2009. 142 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.
- SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, v. 28, n. 1, p. 1-23, 1938.
- SOUSA, R. P. *et al.* Tamanho ótimo de parcela para avaliação do rendimento de grãos de girassol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 21-26, 2015.
- STORCK, L. *et al.* **Experimentação vegetal**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2006a. 198 p.
- STORCK, L. *et al.* Persistência do plano experimental em ensaios de avaliação de germoplasma elite de feijão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1549-1553, 2007.
- STORCK, L. *et al.* Tamanho ótimo de parcela em experimentos com milho relacionado a metodologias. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 48-57, 2006b.

STORCK, L.; BISOGNIN, D. A.; OLIVEIRA, S. J. R. Dimensões dos ensaios e estimativas do tamanho ótimo de parcela em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 903-909, 2006.

THOMAS, E. J. Relationship between plot size and plot variance. **Agricultural Research Journal of Kerala**, v. 12, n. 2, p. 178-189, 1974.