



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p21-26>

Tamanho ótimo de parcela para avaliação do rendimento de grãos do girassol

Roberto P. de Sousa¹, Paulo S. L. e Silva², Janilson P. de Assis³, Jaeveson da Silva⁴,
Vianney R. de Oliveira⁵ & Andler M. de P. Oliveira⁶

Palavras-chave:

Helianthus annuus
método da máxima curvatura
modelo platô

RESUMO

Propôs-se, neste trabalho, determinar o tamanho adequado de parcela para avaliação do rendimento de grãos do girassol, razão pela qual foi realizado, no período de maio a julho de 2011, um experimento no delineamento em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol e 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras com seis metros de comprimento espaçadas de 0,7 m e entre plantas de 0,3 m. A área útil da parcela, composta das duas fileiras centrais, foi dividida em 12 unidades básicas (UBs) cada uma de três plantas na fileira, medindo-se o rendimento de grãos do girassol por unidade básica. O rendimento de grãos das UBs adjacentes foi agrupado de modo a formar sete tipos de parcelas de cinco tamanhos diferentes pré-estabelecidos. O tamanho ótimo da parcela experimental foi estimado por meio do método da máxima curvatura modificado (3,74 m²) e do modelo linear segmentado com platô (2,48 m²) cujo tamanho de 3,74 m² de área útil foi considerado adequado para avaliação do rendimento de grãos do girassol e menor que o tamanho geralmente usado nas pesquisas com o girassol.

Key words:

Helianthus annuus
maximum curvature method
plateau model

Optimum plot size for evaluation of grain yield of sunflower

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the appropriate size of plot for evaluation of grain yield of sunflower. An experiment in randomized complete block design with 14 cultivars of sunflower and 10 replications was conducted in the period of May to July 2011. The plots consisted of four rows of 6 m in length, spaced 0.7 m and 0.3 m between plants. The useful area of the plot, consisting of the two central rows was divided into 12 basic units (UBs), each consisting of three plants in the row, the yield of sunflower per basic unit was determined. Grain yield of adjacent UBs were grouped to form 7 types of plots of five different pre-established sizes. The optimum plot size was estimated by the methods of modified maximum curvature (3.74 m²) and the segmented linear model with plateau (2.48 m²), with the size of 3.74 m² of floor area considered suitable for assessment of grain yield of sunflower and less than the size generally used in research with sunflower.

Protocolo 375.13 – 25/11/2013 • Aprovado em 22/08/2014 • Publicado em 01/01/2015

¹ DCV/UFERSA. Av. Mossoró, RN. E-mail: rpequeno@ufersa.edu.br (Autor correspondente)

² DCV/UFERSA. Av. Mossoró, RN. E-mail: paulosergio@ufersa.edu.br

³ DCV/UFERSA. Av. Mossoró, RN. E-mail: janilson@ufersa.edu.br

⁴ Centro Nacional de Mandioca e Fruticultura/Embrapa. Cruz das Almas, BA. E-mail: jaeveson.silva@embrapa.br

⁵ DCV/UFERSA. Av. Mossoró, RN. E-mail: vianney.reinaldo@hotmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem. E-mail: andler.caverninha@gmail.com

INTRODUÇÃO

A produção nacional de girassol (*Helianthus annuus* L.) não consegue suprir a demanda de óleo comestível. Neste sentido, falta o produto para a produção de biodiesel promissora em boa parte do território brasileiro (EMBRAPA, 2010).

A demanda por cultivares de girassol de melhor adaptação tem direcionado o programa de melhoramento da Embrapa Tabuleiros Costeiros o qual tem procurado avaliar e indicar cultivares adaptadas às diferentes áreas do Nordeste brasileiro. (Oliveira et al., 2010).

Visando ao sucesso de um programa de melhoramento é imprescindível que os experimentos sejam capazes de detectar variações cada vez menores visto que a tendência se resume no fato de que as diferenças entre as novas cultivares diminuem; por este motivo o desafio dos melhoristas está em aumentar a precisão dos experimentos, o que possibilitará avanços genéticos e, por conseguinte, materiais mais produtivos e de melhor qualidade. No entanto, para a realização de experimentos com alta precisão é necessário um planejamento eficiente e, dentro deste contexto, uma das questões básicas sempre presentes nos experimentos diz respeito ao tamanho adequado da parcela ou unidade experimental (Silva, 2009).

Os tamanhos de parcela tendem a aumentar com o progresso do programa de melhoramento, ou seja, quanto mais avançada for a população maior será o tamanho de parcelas requerido para o experimento haja vista que ocorre, com o avanço de gerações, redução da variação entre os materiais selecionados necessitando de um número maior de plantas para que se possa detectar tal variação e efetuar a seleção. A partir do ponto em que o aumento do tamanho da parcela não resulta em maior precisão, acréscimos 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 da forma da parcela; dentre eles 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).

A literatura sobre tamanho de parcela envolve muitas culturas e situações distintas, porém foram encontrados, para o girassol, poucos trabalhos referentes ao tamanho de parcela experimental (Campos, 1972; Lorentz et al., 2010).

Neste trabalho objetivou-se determinar o tamanho de parcela para avaliação do rendimento de grãos de girassol utilizando o método da máxima curvatura modificado e o modelo linear segmentado com platô.

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) distante 20 km da sede do município de Mossoró, RN (5° 11' de latitude Sul, 37° 20' Oeste de Greenwich (WGr) de longitude e 18 m de altitude).

Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol e 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 6 m de

comprimento cada qual, com área de 16,8 m² (2,8 x 6,0 m). O espaçamento entre fileiras foi de 0,7 m e entre plantas 0,3 m. A área útil da parcela foi composta das duas fileiras centrais eliminando-se, das extremidades, uma planta, tendo uma área de 7,56 m² (1,4 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 de três plantas na fileira, com área de 0,63 m².

Seguindo os procedimentos adotados por Storck et al. (2006b) utilizando as 12 unidades básicas (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 X₁ unidades básicas de largura (linhas) e X₂ unidades básicas de comprimento (colunas) formados pelo agrupamento de unidades básicas contíguas, de modo que o produto X₁X₂ correspondeu a X (tamanho da parcela em UBs).

Na escolha dos diferentes tipos de parcelas avaliadas consideraram-se somente os agrupamentos de UBs que originavam tamanho de parcela capaz de utilizar cem por cento da área útil da parcela. Dessa maneira, o número de repetições de cada tamanho de parcela ficou limitado pela área útil da parcela, sendo as UBs agrupadas de sete modos diferentes (X₁X₂): 1 x 1, 1 x 2, 1 x 3, 1 x 6, 2 x 1, 2 x 2 e 2 x 3. Como se levou em consideração o tamanho da parcela e não a forma, calculou-se a média aritmética dos coeficientes de variação das parcelas de variadas formas porém com o mesmo tamanho, obtendo-se, então, cinco diferentes tamanhos de parcela (X): 1, 2, 3, 4 e 6 UBs, que correspondem, respectivamente, às áreas de 0,63, 1,26, 1,89, 2,52 e 3,78 m².

Para cada tamanho de parcela (X) foram calculadas as seguintes estatísticas:

$$N = \frac{12}{X} \quad (1)$$

número de parcelas com X UBs de tamanho

$$s_x^2 = \frac{\sum_i [x_i - M(X)]^2}{N-1} \quad (2)$$

variância entre parcelas de X UBs de tamanho, em que x_i é a produção de grãos da i-ésima parcela e

$$M(X) = \frac{\sum_i x_i}{N} \quad (3)$$

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

$$CV(X) = \frac{\sqrt{s_x^2}}{M(X)} \times 100 \quad (4)$$

coeficiente de variação entre as parcelas de X UBs de tamanho. Após a obtenção dessas estatísticas, foram estimados os parâmetros A e B, para a produção de grãos em cada uma das 140 parcelas, usando-se a função:

$$CV(X) = \frac{A}{X^B} \quad (5)$$

que relaciona o coeficiente de variação e o tamanho da parcela. Após a linearização da Eq. 5 os valores de A e B foram estimados pelo uso do método dos mínimos quadrados, ponderados pelos números de graus de liberdade associados aos cinco tamanhos de parcelas, planejados.

Com as estimativas dos parâmetros A e B obteve-se a estimativa do tamanho ótimo da parcela em cada uma das 140 parcelas, pelo método da máxima curvatura modificado, através da fórmula obtida por Meier & Lessman (1971):

$$X_{MC} = \left[\frac{\hat{A}^2 \hat{B}^2 (2\hat{B} + 1)}{\hat{B} + 2} \right]^{\frac{1}{2\hat{B} + 2}} \quad (6)$$

em que:

X_{MC} - valor da abscissa correspondente ao ponto de máxima curvatura em UBs (tamanho ótimo da parcela)

A e B - estimativas dos parâmetros A e B do modelo (5)

Também foi utilizada, na determinação do tamanho ótimo da parcela, a teoria dos modelos lineares segmentados com platô (Paranaíba et al. 2009a; 2009b) caso em que foi adotado o seguinte modelo:

$$CV(X) = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_x & \text{se } X \leq X_0 \\ CVP + \varepsilon_x & \text{se } X > X_0 \end{cases} \quad (7)$$

em que:

$CV(X)$ - coeficiente de variação de cada tamanho da parcela X planejado

X - tamanho da parcela em número de UBs obtidos em cada uma das 140 parcelas (14 cultivares e 10 repetições) utilizando-se as 12 UBs da área útil da parcela, conforme já descrito no método da máxima curvatura modificado

X_0 - tamanho ótimo de parcelas para o qual o modelo linear se transforma em um platô em relação à abscissa

CVP - coeficiente de variação no ponto correspondente ao platô

β_0 e β_1 - intercepto e coeficiente angular, respectivamente, do segmento linear

ε_x - erro associado ao $CV(X)$ supostamente independente e com distribuição normal de média zero e variância σ_ε^2 constante

Para a continuidade os dois segmentos, linear e platô, devem ser igualados no ponto X_0 . Assim, para $\beta_0 + \beta_1 X_0 = CVP$, o tamanho ótimo da parcela foi estimado pela expressão:

$$X_0 = \frac{(CVP - \hat{\beta}_0)}{\hat{\beta}_1} \quad (8)$$

em que:

CVP, β_0 e β_1 - estimativas dos parâmetros CVP, β_0 e β_1

Para o ajuste deste modelo foi utilizado o método dos quadrados mínimos para modelos não lineares.

As estimativas dos parâmetros das funções dos métodos utilizados na determinação do tamanho ótimo da parcela e

obtidos para cada cultivar, correspondem à média aritmética dos dez blocos (repetição).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional R (R Development Core Team, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 se encontram os coeficientes de variação (CV) dos cinco diferentes tamanhos de parcela em UBs (X) considerando-se todas as cultivares; verificou-se que o maior valor do CV foi obtido no menor tamanho de parcela, ou seja, naquela constituída de uma unidade básica (UB) e onde ocorreu uma redução contínua não linear deste CV com o aumento do tamanho da parcela. Esta redução do CV, ou seja, o ganho de precisão pela adição de mais área é significativa quando o tamanho da parcela é pequeno mas depois que esta atinge o tamanho adequado, ganha-se pouco em precisão pelo aumento do tamanho da parcela com o incremento de mais área nesta parcela. Vários pesquisadores (Henrique Neto et al., 2004; Donato et al., 2008; Oliveira et al., 2011) relataram, avaliando diferentes tamanhos de parcelas, que o CV diminui com o aumento do tamanho da parcela mas ao se atingir o tamanho ótimo, o ganho em precisão reduz rapidamente com o acréscimo de mais área à parcela.

As estimativas dos parâmetros da função utilizada no método da máxima curvatura modificado (A e B), dos tamanhos ótimos de parcelas (X_{MC}), dos CVs no ponto de máxima curvatura (CV_{MC}) e dos coeficientes de determinação (R^2), para o rendimento de grãos de 14 cultivares de girassol e se considerando todas as cultivares, estão apresentadas na Tabela 2.

Verificou-se que as cultivares apresentaram baixa variabilidade entre os tamanhos estimados de parcelas, que variaram de 4,97 UBs (3,13 m²) a 6,66 UBs (4,20 m²), para as cultivares M 734 e Olisun 03, respectivamente, com médias de tamanho de parcela, coeficiente de variação e de determinação, correspondentes a, respectivamente, 5,93 UBs (3,74 m²) 11,81 e 80,34% (Tabela 2). A magnitude do valor do coeficiente de determinação revelou uma confiabilidade elevada nas estimativas do tamanho da parcela. Campos (1972) encontrou tamanho ótimo de parcela para o girassol, de 3,6 m², bem próximo ao obtido neste trabalho (3,74 m²). É provável que as diferenças entre os tamanhos estimados de parcelas para as diferentes cultivares tenham sido devidas às diferenças

Tabela 1. Tamanho de parcela e coeficiente de variação entre as parcelas considerando-se todas as cultivares de girassol, para estimar os parâmetros da função do método da máxima curvatura modificado e do modelo linear segmentado com platô

Tamanho da parcela (UB)	Número de parcelas	GL	CV (%)*
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

UB -Unidade básica; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação

*Média aritmética dos CVs das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho, originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 x 0,9 m

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da função $CV(X) = A/X^B$, tamanho da parcela em UBs, do coeficiente de variação no ponto de máxima curvatura e coeficiente de determinação para 14 cultivares de girassol, considerando-se todas as cultivares

Cultivares	A	B	X_{MC} (UBs)	CV_{MC}	R^2
				(%)	
Aguará 03	31,84	0,4531	5,75	14,41	88,22
Aguará 04	24,98	0,5138	5,03	10,90	74,65
Aguará 05	36,73	0,4309	6,28	16,65	76,16
Aguará 06	27,48	0,5985	5,47	9,94	76,25
BRS 324	36,34	0,5522	6,49	12,94	82,51
Charrua	27,86	0,5873	5,51	10,23	73,33
Embrapa 122	32,79	0,6993	6,10	9,26	81,30
M 734	27,84	0,3831	4,97	15,06	75,49
Neon	28,61	0,5655	5,58	10,82	84,80
Olisun 03	39,40	0,4517	6,66	16,73	76,11
Paraíso 55	28,96	0,5977	5,65	10,29	86,44
Paraíso 65	35,06	0,5354	6,32	13,06	83,01
Paraíso 103 CL	36,15	0,6640	6,49	10,45	77,51
Zenit	27,92	0,7015	5,55	8,39	88,92
Todas as cultivares ¹	31,57	0,5524	5,93	11,81	80,34

¹Média das 14 cultivares e dez blocos (repetições); UB = 0,7 x 0,9 m

genéticas entre elas, isto é, existem cultivares que podem ser mais ou menos influenciadas por fatores ambientais, ou seja, ter menor ou maior repetibilidade de resposta, respectivamente. Esses resultados são corroborados por Martin et al. (2005) e Storck et al. (2006b) que encontraram, realizando experimentos com diferentes genótipos de milho, diferentes tamanhos de parcela utilizando o método modificado da máxima curvatura e constataram que referidas diferenças foram devidas às características genéticas.

A magnitude do valor do parâmetro A, que corresponde ao coeficiente de variação por parcela constituída de uma unidade básica (A), parece que exerce maior influência no tamanho estimado da parcela (X_{MC}) que o parâmetro B, o qual corresponde ao valor coeficiente de heterogeneidade do solo dividido por dois. Este comportamento foi verificado neste trabalho, por meio do coeficiente de correlação ($r(X_{MC}, A) = 0,9547$; $p < 0,01$ e $r(X_{MC}, B) = 0,1000$; $p > 0,05$), isto é, com relação a A, indicando haver correlação positiva e significativa, com alto grau de associação entre as variáveis e, no caso de B,

a falta de dependência. Este aspecto também foi evidenciado por Oliveira et al. (2006) com batata, por Lorentz et al. (2010) para a cultura do girassol e por Lorentz et al. (2012) com pimentão. Portanto, nessas condições e de acordo com Oliveira et al. (2006) pressupõe-se que se o pesquisador aplicar uma adubação mais forte na cultura do girassol, aumentará a média e, com isto, o valor de A ficará reduzido e, por decorrência, a estimativa do tamanho ótimo de parcela fica reduzida considerando-se que a variância entre as parcelas permaneça inalterada ou até mesmo diminua.

O tamanho de parcela estimado neste trabalho pelo método da máxima curvatura modificado para a cultura do girassol, pode ser considerado adequado embora se verifique, de acordo com Brito et al. (2012) que na região imediatamente superior ao ponto de máxima curvatura (X_{MC}) ainda ocorra redução considerável nos valores do coeficiente de variação com o aumento do tamanho da parcela. Lopes et al. (2005) e Donato et al. (2008) indicaram, utilizando vários métodos na determinação de tamanho de parcelas, como o mais adequado, o método da máxima curvatura modificado.

Na Tabela 3 estão expostas as estimativas dos parâmetros do modelo linear segmentado com platô (β_0 , β_1 e CVP) dos coeficientes de variação de parcela constituída de uma unidade básica (CV_1), dos tamanhos ótimos de parcelas e dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos para cada cultivar e se considerando todas as cultivares.

Ainda se verificou, por meio da metodologia do modelo linear segmentado com platô, baixa variabilidade entre os tamanhos de parcelas determinados para as diferentes cultivares com variação entre 3,41 UBs (2,15 m²) e 4,76 UBs (3,00 m²), para, respectivamente, as cultivares Aguará 03 e Aguará 04, com médias de tamanho de parcela, coeficiente de variação e de determinação, correspondentes a, respectivamente, 3,93 UBs (2,48 m²), 12,46 e 78,85%. A magnitude do valor do coeficiente de determinação também sinalizou confiabilidade elevada nas estimativas do tamanho da parcela. Resultados semelhantes de tamanhos de parcelas, foram obtidos por Campos (1972) e Lorentz et al. (2010) para a cultura do girassol (2,7 e 2,4 m², respectivamente). A variabilidade entre os tamanhos de

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros do modelo linear segmentado com platô, coeficiente de variação de parcela constituída de uma unidade básica, valor da abscissa ou tamanho da parcela no ponto de platô e o coeficiente de determinação para cada cultivar de girassol, considerando-se todas as cultivares

Cultivares	Estimativa dos parâmetros			CV_1 (%)	Tamanho da parcela (UBS)	R^2 (%)
	β_0	β_1	CVP (%)			
Aguará 03	37,41	-6,49	15,27	30,92	3,41	82,05
Aguará 04	26,91	-3,49	10,31	23,42	4,76	81,60
Aguará 05	41,36	-6,03	15,66	35,33	4,26	77,76
Aguará 06	33,15	-6,35	10,82	26,80	3,51	71,37
BRS 324	42,67	-7,64	16,03	35,03	3,49	77,29
Charrua	32,95	-6,32	11,24	26,63	3,44	67,94
Embrapa 122	38,12	-7,28	8,58	30,84	4,06	83,06
M 734	30,43	-3,81	13,34	26,62	4,48	74,49
Neon	32,81	-5,73	9,88	27,08	4,00	83,07
Olisun 03	43,87	-6,08	19,41	37,79	4,02	74,03
Paraíso 55	32,40	-5,17	11,78	27,23	3,99	81,01
Paraíso 65	40,84	-7,07	14,68	33,77	3,70	82,40
Paraíso 103 CL	40,50	-7,22	10,40	33,28	4,17	82,72
Zenit	30,58	-5,12	7,05	25,46	4,60	86,22
Todas as cultivares ¹	36,00	-5,99	12,46	30,01	3,93	78,85

¹Média das 14 cultivares e dez blocos (repetições); UB = 0,7 x 0,9 m

parcelas estimados para as diferentes cultivares foi devida, possivelmente, às características genéticas, fato já discutido. A magnitude do valor de β_1 deste modelo, que corresponde à declividade do primeiro segmento, sugere exercer maior influência no tamanho estimado da parcela que mesmo os valores de β_0 (intercepto ou origem da função), do CVP (coeficiente de variação no ponto de junção do segmento linear e platô) e de CV_1 (coeficiente de variação de parcela constituída de uma unidade básica). Este comportamento foi constatado através do cálculo do coeficiente de correlação ($r(XP; \beta_1) = 0,7009$; $p < 0,01$, $r(XP; \beta_0) = -0,4243$; $p > 0,05$, $r(XP; CVP) = -0,3464$; $p > 0,05$ e $r(XP; CV_1) = 0,3143$; $p > 0,05$) ou seja com relação a β_1 , indicou existir correlação positiva e significativa, com bom grau de associação entre as variáveis; e nos casos de β_0 , CVP e CV_1 falta de dependência. Este aspecto é passível de ser observado em vários trabalhos científicos (Silva, 2009; Oliveira et al., 2011; Peixoto et al., 2011). Por outro lado, notou-se que este comportamento foi diferente do observado no método da máxima curvatura modificado, no qual o tamanho da parcela determinado foi bastante influenciado pela magnitude do valor do coeficiente de variação por unidade básica (A).

O tamanho de parcela estimado neste trabalho pelo modelo linear segmentado com platô, para a cultura do girassol (2,48 m²) também pode ser considerado adequado embora menor que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado (3,74 m²) de vez que apresentou boa precisão (CVP = 12,46%) e bom ajuste dos dados ao modelo ($R^2 = 78,85\%$). Outrossim, verificou-se, em vários artigos científicos (Paranaíba et al., 2009b; Silva, 2009; Oliveira et al., 2011; Brito et al., 2012) que o tamanho de parcela obtido pelo modelo linear segmentado com platô tem sido maior que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado justificado, segundo Brito et al. (2012) pelo fato do valor da abscissa do ponto da máxima curvatura tender a ocorrer na região de tamanhos de parcelas menores.

Neste estudo o fato do modelo linear segmentado com platô ter apresentado tamanho menor de parcela (2,48 m²) que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado (3,74 m²) tenha sido devido, provavelmente, à ocorrência de “falso” platô que, de acordo com Peixoto et al. (2011), um possível “falso” platô pode ser obtido ao se utilizar de modelos segmentados visto que nem sempre existe amplitude suficiente nos tamanhos simulados de parcelas para se alcançar uma resposta platô, ou seja, quando o domínio (diferentes tamanhos de parcelas simulados) é limitado ou pequeno, como ocorreu neste trabalho. Resultado semelhante também foi obtido por Cargnelutti Filho et al. (2011) com milho, que utilizaram um número pequeno de diferentes tamanhos de parcelas simulados (seis) nas quais o tamanho ótimo de parcela estimado pelo modelo linear segmentado com platô foi menor que o tamanho ótimo estimado pelo método da máxima curvatura modificado.

De acordo com Bakke (1988) o método da máxima curvatura modificado é um dos mais utilizados para determinar o tamanho da parcela e pode e deve ser utilizado para comparar um ou mais métodos de determinação de unidades experimentais. Observando o valor do coeficiente de correlação obtido ($r = -0,3218$; $p > 0,05$) entre os tamanhos ótimos de parcela estimados pelos métodos modificados da máxima curvatura e o modelo linear segmentado com platô,

verificou-se que referidos métodos forneceram estimativas discordantes em relação ao tamanho ótimo de parcela e, do ponto de vista prático, não foi interessante, já que o maior interesse era na concordância entre as estimativas obtidas. Comportamento semelhante também foi observado por Cargnelutti Filho et al. (2011) trabalhando com a cultura do milho.

Em seu experimento, Oliveira et al. (2010) utilizaram, visando à avaliação do rendimento de cultivares de girassol, parcelas com área útil de 8,64 m²; entretanto e conforme os resultados obtidos neste estudo, o tamanho da parcela poderia ser reduzido significativamente sem comprometimento das informações a serem obtidas de vez que tamanhos de parcela entre 2,48 e 3,74 m² de área útil demonstraram ser satisfatoriamente adequados para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol.

De maneira geral e de conformidade com os resultados obtidos, tornou-se evidente que a utilização de mais de um método de dimensionamento do tamanho da parcela foi importante pois cada método apresentou uma peculiaridade, como também relatado por vários autores (Silva, 2009; Lorentz et al., 2012; Lúcio et al., 2012; Moraes, 2013). Adotou-se, para todas as situações, a lei do mínimo (Moraes, 2013) na qual todas as condições são aceitas e o tamanho ótimo de parcelas para avaliação do rendimento de grãos de girassol seria de 5,93 unidades básicas de área útil (3,74 m²).

CONCLUSÕES

1. O método da máxima curvatura modificado e o modelo linear segmentado com platô estimam tamanhos ótimos de parcela de 3,74 e 2,48 m² de área útil, respectivamente.
2. O método modificado da máxima curvatura apresentou estimativa do tamanho ótimo da parcela mais adequada para a avaliação do rendimento de grãos de girassol.

LITERATURA CITADA

- Bakke, O. A. Tamanho e forma ótimos de parcelas em delineamentos experimentais. Piracicaba: USP/ESALQ, 1988. 142p. Dissertação Mestrado
- Brito, M. C. M.; Faria, G. A.; Moraes, A. R.; Souza, E. M.; Dantas, J. L. L. Estimação do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. Revista Brasileira de Biometria, v.30, p.353-366, 2012.
- Campos, G. M. Determinação do tamanho e forma das parcelas para uso em experimentos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Piracicaba: USP/ESALQ, 133p. 1972. Dissertação Mestrado
- Cargnelutti Filho, A.; Marchesan, E.; Silva, L. S.; Toebe, M. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipo de arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.47, p.336-343, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000300004>
- Cargnelutti Filho, A.; Toebe, M.; Burin, C.; Casaroto, G.; Lúcio, A. D. Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. Ciência Rural, v.41, p.1509-1511, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000900004>

- Donato, S. L. R.; Siqueira, D. L.; Silva, S. de O.; Cecon, P. R.; Silva, J. A.; Salomão, L. C. C. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.957-969, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800003>
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa ajuda Alto Sertão a produzir girassol com alta produtividade. 2010. < <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=5828> > 17 Jan 2012.
- Henriques Neto, D.; Sedyiyama, T.; Souza, M. A.; Cecon, P. R.; Yamanaka, C. H.; Sedyiyama, M. A. N.; Viana, A. E. S. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.517-524, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000600001>
- Lopes, S. J.; Storck, L.; Lúcio, A. D.; Lorentz, L. H.; Lovato, C.; Dias, V. O. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.525-530, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600001>
- Lorentz, L. H.; Boligon, A. A.; Storck, L.; Lúcio, A. D. Plot size and experimental precision for sunflower production. *Scientia Agrícola*, v.67, p.408-413, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000400005>
- Lorentz, L. H.; Erichsen, R.; Lúcio, A. D. Proposta de método para estimação de tamanho de parcela para culturas agrícolas. *Revista Ceres*, v.59, p.772-780, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000600006>
- Lúcio, A. D.; Haesbaert, F. M.; Santos, D.; Schwertner, D. V.; Brunes, R. R. Tamanhos de amostras e de parcelas para variáveis de crescimento e produtivas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.660-668, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000400016>
- Martin, T. N.; Storck, L.; Lúcio, A. D.; Carvalho, M. P.; Santos, P. M. Bases genéticas de milho e alterações no plano experimental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.35-40, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000100005>
- 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, p.648-650, 1971. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100050013x>
- Moraes, B. F. X. Tamanho de parcela e de amostra na avaliação da produtividade de grãos de café arábica. Lavras: UFLA. 2013. 97p. Dissertação Mestrado
- Oliveira, G. M. V.; Mello, J. M.; Lima, R. R.; Scolforo, J. R. S.; Oliveira, A. D. Tamanho e forma de parcelas experimentais para *Eremanthus erythropappus*. *Revista Cerne*, v.17, p.327-338, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602011000300006>
- Oliveira, I. R. de; Carvalho, H. W. L. de; Carvalho, C. G. P. de; Lira, M. A.; Ferreira, F. M. de B.; Tabosa, J. N.; Carvalho, J. J. G. de; Feitosa, L. F.; Rodrigues, C. S.; Melo, K. E. de O.; Menezes, A. F.; Santos, M. L. dos. 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. 6p. Comunicado Técnico, 105
- Oliveira, S. J. R.; Storck, L.; Lúcio, A. D.; Lopes, S. J.; Martini, L. F. D. Índice de heterogeneidade, coeficiente de variação e tamanho ótimo de parcela em batata. *Ciência Rural*, v.36, p.1710-1716, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000600007>
- Paranaíba, P. F.; Ferreira, D. F.; Morais, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: Proposição de métodos de estimação. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, p.255-268, 2009a.
- Paranaíba, P. F.; Morais, A. R.; Ferreira, D. F. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: Comparação de métodos em experimentos de trigo e mandioca. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, p.81-90, 2009b.
- Peixoto, A. P. B.; Faria, G. A.; Morais, A. R. Modelos de regressão com platô na estimativa do tamanho de parcelas em experimento de conservação in vitro maracujazeiro. *Ciência Rural*, v.41, p.1907-1913, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011001100010>
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2012. < <http://www.R-project.org> > 9 Jul 2012.
- Silva, J. R. da. Tamanho de parcela e efeito de bordadura em experimentos com meloeiro. Mossoró: UFRSA. 2009. 142p. Tese Doutorado
- Storck, L.; Garcia, D. C.; Lopes, S. J.; Estefanel, V. Experimentação vegetal. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2006a. 198p.
- Storck, L.; Martin, T. N.; Lúcio, A. D.; Lopes, S. J.; Santos, P. M. dos S.; Carvalho, M. P. de. Tamanho ótimo de parcela em experimentos com milho relacionado a metodologias. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, p.48-57, 2006b.