

ROBERTO PEQUENO DE SOUSA

**TAMANHO DE PARCELA PARA EXPERIMENTAÇÃO COM
GIRASSOL**

MOSSORÓ-RN

2013

ROBERTO PEQUENO DE SOUSA

TAMANHO DE PARCELA PARA EXPERIMENTAÇÃO COM GIRASSOL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:
Prof. D. Sc. PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA

MOSSORÓ-RN

2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca Central Orlando Teixeira / UFERSA**

S725t Sousa, Roberto Pequeno de.

Tamanho de parcela para experimentação com girassol. /
Roberto Pequeno de Sousa. -- Mossoró, 2013.
181f.: il.

Orientador: Profº. D.Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva.

Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração:
Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-
Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1.*Helianthus annuus*. 2.Planejamento experimental.
3.Correlação intraclasse. 4.Máxima curvatura. 5.Modelo platô.
6.Método de Hatheway. I.Título.

CDD: 635.9

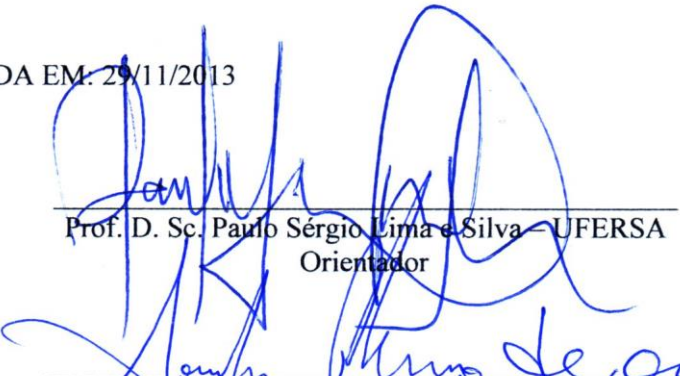
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB15 120

ROBERTO PEQUENO DE SOUSA

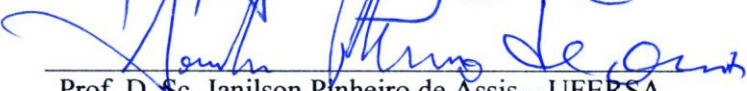
TAMANHO DE PARCELA PARA EXPERIMENTAÇÃO COM GIRASSOL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 29/11/2013



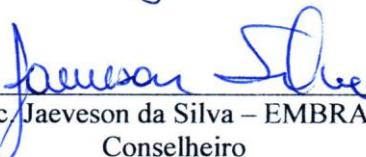
Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva – UFERSA
Orientador



Prof. D. Sc. Janilson Pinheiro de Assis – UFERSA.
Conselheiro



D. Sc. Paulo Igor Barbosa e Silva
Conselheiro



D. Sc. Jaeverson da Silva – EMBRAPA
Conselheiro



Prof. D. Sc. Julio César do Vale Silva – UFC
Conselheiro

Aos meus pais, Miguel Arcanjo de Sousa e Francisca Alves Pequeno Sousa, que não mediram esforços para a formação intelectual e moral de seus filhos; e aos meus irmãos Robson Pequeno de Sousa e família, Ronaldo Pequeno de Sousa e família, e Ronildo Pequeno de Sousa e família.

Dedico

À minha querida esposa Rita de Cássia e às minhas adoráveis filhas Vanessa de Farias e Thalita Gabrielle, pelo amor, apoio, compreensão, paciência, cumplicidade e carinho.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, pelo conforto moral e amparo espiritual em todos os momentos.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade da qualificação profissional.

Ao orientador Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lima e Silva, pelas prestimosas orientações, apoio, confiança e dedicação para a realização deste trabalho, minha sincera gratidão.

Aos membros da banca examinadora, Prof. D. Sc. Janilson Pinheiro de Assis, D. Sc. Paulo Igor Barbosa e Silva, D. Sc. Jaeveson da Silva e Prof. D. Sc. Júlio César do Vale Silva, pelas correções e criteriosas sugestões, para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelos valiosos ensinamentos.

Aos amigos D. Sc. José Robson da Silva, da EMPARN, Profs. M. Sc. Bruno Rodrigo Simão e D. Sc. Walter Martins Rodrigues, da UFERSA, Dr. José Wellington dos Santos, da EMBRAPA, Wesley de Oliveira, Andlêr Milton, Django Jesus, Jean de Oliveira, Mauro da Silva, Maria Francisca, Vianey Reinaldo, Patrícia Liany, Leonardo Tavella, Thalita Dantas, José Sousa, Francisco Valentin, Francisco Emanuel e Ítalo Nunes, pela ajuda em várias atividades empreendidas no decorrer deste trabalho, as quais foram imprescindíveis para a sua conclusão.

Finalmente, a todos os que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

SOUSA, Roberto Pequeno de. **Tamanho de parcela para experimentação com girassol**. 2013. 185f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

O objetivo desse trabalho foi determinar o tamanho adequado de parcela para experimentação de campo com girassol. Foi realizado um experimento no delineamento em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol e 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de seis metros de comprimento, espaçadas de 0,7 m e entre plantas de 0,3 m, com área total de 16,8 m². A área útil da parcela (7,56 m²), composta das duas fileiras centrais, foi dividida em 12 unidades básicas, cada uma constituída de três plantas na fileira (0,63 m²). A produção de grãos do girassol obtida nas unidades básicas foi agrupada de modo a formar sete tipos de parcelas de cinco tamanhos diferentes pré-estabelecidos. O tamanho adequado da parcela experimental foi estimado por meio dos seguintes métodos: a) Coeficiente de correlação intraclasse; b) Máxima curvatura modificado; c) Modelo linear segmentado com platô e d) Hatheway (1961). Estimaram-se também o coeficiente de heterogeneidade do solo (b) e a diferença detectável entre tratamentos (d). Ocorreu redução do coeficiente de variação com o aumento do tamanho da parcela. O solo do experimento apresentou alta heterogeneidade ($\hat{b} = 1,0585$). Foram estimados pelos métodos do coeficiente de correlação intraclasse, máxima curvatura modificado e modelo linear segmentado com platô, respectivamente, os tamanhos ótimos de parcela correspondentes a 2,52, 3,74 e 2,48 m². O método da máxima curvatura modificado apresentou estimativa do tamanho ótimo da parcela mais adequado, aliado à diferença detectável entre médias de cultivares para avaliar com precisão o rendimento de grãos do girassol. Parcela 3,74 m² de área útil foi considerada adequada para avaliação do rendimento de grãos do girassol e foi menor que o tamanho geralmente usado nas pesquisas com o girassol. Pelo método de Hatheway (1961) estimaram-se diversos tamanhos de parcelas, muitos aplicáveis. Considerando todas as cultivares, para uma mesma diferença a ser detectada entre médias de cultivares, a utilização de parcela de menor tamanho com maior número de repetições requereu menos área experimental do que parcelas maiores com menor número de repetições.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*. Planejamento experimental. Correlação intraclasse. Máxima curvatura. Modelo platô. Método de Hatheway.

ABSTRACT

SOUSA, Roberto Pequeno de. **Size of the ground plot for experimentation with sunflower.** 2013. 185f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

This study aims to determine the appropriate size of field plots for field experimentation with sunflower. An experiment was conducted in randomized complete blocks design with 14 cultivars of sunflower and 10 replications. The field plots consisted of four rows of six-meter long rows, spaced 0.7 m and 0.3 m between plants, with a total area of 16.8 m². The useful area of the plot (7.56 m²), consisting of the two central rows, was divided into 12 basic units, each one consisting of three plants in the row (0.63 m²). The production of sunflower grains obtained in basic units was grouped in order to form portions of seven kinds of five different predefined sizes. The appropriate size of the experimental plot was estimated by the following methods: a) Intraclass correlation coefficient b) Maximum modified curvature c) Segmented linear model with plateau and d) Hatheway (1961). Were also estimated the soil heterogeneity coefficient (b) and the detectable difference among treatments (d). There was a reduction in the coefficient of variation with increasing the size of the plot. The soil of the experiment showed high heterogeneity ($\hat{b} = 1.0585$). They were estimated by the methods of the intraclass correlation coefficient, maximum modified curvature and segmented linear model with plateau, respectively, the optimal plot sizes corresponding to 2.52, 3.74 and 2.48 m². The maximum modified curvature method presented estimate of the optimum plot size more appropriate, together with the detectable difference between means of cultivars to accurately assess the yield of sunflower grain. The plot of 3.74 m² of useful area was considered appropriate to assess the yield of sunflower grains and it was smaller than the size generally used in researches with sunflower. Though the Hatheway method (1961), they were estimated several very applicable plot sizes. Considering all the cultivars for the same difference to be detected among means of cultivars, the use of a portion of smaller size with the largest number of replicates required less experimental area than the larger plots with a fewer number of replications.

Keywords: *Helianthus annuus*. Experimental design. Intraclass correlation. Maximum curvature. Plateau model. Hatheway method.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Precipitação pluvial total, médias da umidade relativa do ar, temperaturas do ar máximas e mínimas e radiação global, durante o período de maio a julho de 2011. Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹	53
Tabela 2 - Esquema da análise de variância com K unidades básicas por parcela e esperanças matemáticas dos quadrados médios. Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹ ...	57
Tabela 3 - Resumo da análise de variância do rendimento de grãos de cultivares de girassol. Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹	67
Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros da equação de Smith (1938) e o coeficiente de determinação, para o rendimento de grãos de cultivares de girassol, consideradas isoladamente e em conjunto. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	68
Tabela 5 - Tamanho ótimo da parcela em unidades básicas para o rendimento de grãos de girassol, estimado pelo método do coeficiente de correlação intraclass. Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹	79
Tabela 6 – Estimativas dos parâmetros do método da máxima curvatura modificado (A e B), valor da abscissa ou tamanho da parcela (X_{MC}) em unidades básicas (UBs) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura e coeficiente de determinação (R^2), para o rendimento de grãos de cultivares de girassol e considerando todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	81
Tabela 7 - 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 (R^2), para o rendimento de grãos de girassol, considerando-se cada cultivar individualmente e todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	94
Tabela 8 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 03 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹	106
Tabela 9 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 04 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013 ¹	107

Tabela 10 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 05 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 108

Tabela 11 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 06 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 109

Tabela 12 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar BRS 324 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 110

Tabela 13 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Charrua de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 111

Tabela 14 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Embrapa 122 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 112

Tabela 15 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar M 734 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 113

Tabela 16 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Neon de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 114

Tabela 17 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Olisun 03 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 115

Tabela 18 – Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 55 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 116

Tabela 19 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 65 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 117

Tabela 20 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 103 CL de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 118

Tabela 21 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Zenit de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 119

Tabela 22 – Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos de girassol considerando todas as cultivares, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹. 120

Tabela 23 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 03, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 124

Tabela 24 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 04, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 125

Tabela 25 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 05, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 125

Tabela 26 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 06, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹ 126

Tabela 27 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol,

BRS 324, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 126

Tabela 28 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Charrua, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 127

Tabela 29 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Embrapa 122, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 127

Tabela 30 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, M 734, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 128

Tabela 31 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Neon, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 128

Tabela 32 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Olisun, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 129

Tabela 33 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 55, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 129

Tabela 34 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 65, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 130

Tabela 35 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 103 CL, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 130

Tabela 36 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Zenit, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 131

Tabela 37 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos de girassol, considerando todas as cultivares, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 131

Tabela 38 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol considerando-se as cultivares individualmente e em conjunto, estimado por três métodos. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹..... 144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe da parcela do experimento, área útil e unidade básica. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	55
Figura 2 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 03 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	69
Figura 3 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 04 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	69
Figura 4 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 05 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	70
Figura 5 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 06 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	70
Figura 6 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol BRS 324 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	71
Figura 7 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Charrua (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	71
Figura 8 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Embrapa 122 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	72
Figura 9 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol M 734 (Vx) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	72

Figura 10 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Neon (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 73

Figura 11 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Olisun 03 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 73

Figura 12 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 55 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 74

Figura 13 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 65 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 74

Figura 14 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 103 CL (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 75

Figura 15 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Zenit (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 75

Figura 16 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos considerando todas as cultivares de girassol (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 76

Figura 17 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 82

Figura 18 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 82

Figura 19 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 83

Figura 20 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 83

Figura 21 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 84

Figura 22 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 84

Figura 23 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 85

Figura 24 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 85

Figura 25 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 86

Figura 26 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do

coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 86

Figura 27 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 87

Figura 28 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 87

Figura 29 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. .. 88

Figura 30 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 88

Figura 31 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol considerando todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 89

Figura 32 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 95

Figura 33 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 95

Figura 34 – Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 96

Figura 35 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 96

Figura 36 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 97

Figura 37 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 97

Figura 38 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 98

Figura 39 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 98

Figura 40 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 99

Figura 41 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de

variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 99

Figura 42 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 100

Figura 43 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 100

Figura 44 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 101

Figura 45 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 101

Figura 46 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos considerando todas as cultivares de girassol . Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 102

Figura 47 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 134

Figura 48 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o

rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 134

Figura 49 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 135

Figura 50 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 135

Figura 51 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 136

Figura 52 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 136

Figura 53 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 137

Figura 54 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 137

Figura 55 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 138

Figura 56 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 138

Figura 57 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 139

Figura 58 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013... 139

Figura 59 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 140

Figura 60 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013. 140

Figura 61 – Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de

variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol considerando-se todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.	141
---	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 O GIRASSOL	25
2.2 TAMANHO DA PARCELA OU UNIDADE EXPERIMENTAL.....	25
2.3 FORMA DA PARCELA OU UNIDADE EXPERIMENTAL	29
2.4 MÉTODOS PARA ESTIMAR O TAMANHO E FORMA DA PARCELA	30
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS CUSTOS DA EXPERIMENTAÇÃO ENVOLVIDOS NA ESTIMATIVA DO TAMANHO DA PARCELA	48
2.6 TAMANHO E FORMA DA PARCELA EM EXPERIMENTOS COM GIRASSOL	50
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.1 ÉPOCA DO EXPERIMENTO, LOCAL, SOLO E CLIMA	52
3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	53
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	54
3.4 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO ÓTIMO DA PARCELA EXPERIMENTAL	56
3.4.1 Método do coeficiente de correlação intraclasse	56
3.4.2 Método da máxima curvatura modificado	58
3.4.3 Modelo linear segmentado com platô	60
3.4.4 Método de hatheway	62
3.5 COMPARAÇÃO DE COEFICIENTES DE VARIAÇÃO.....	64
3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	65
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAL	66
4.2 COEFICIENTE DE HETEROGENEIDADE DO SOLO	67

4.3 TAMANHO DE PARCELA PELO MÉTODO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE.....	79
4.4 TAMANHO DA PARCELA PELO MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA MODIFICADO	80
4.5 TAMANHO DA PARCELA PELO MODELO LINEAR SEGMENTADO COM PLATÔ	93
4.6 TAMANHO DA PARCELA E DIFERENÇA DETECTÁVEL ENTRE MÉDIAS DE TRATAMENTOS PELO MÉTODO DE HATHEWAY	105
4.7 COMPARAÇÃO ENTRE OS TAMANHOS DE PARCELAS DETERMINADOS POR DIFERENTES MÉTODOS	143
5 CONCLUSÕES	148
REFERÊNCIAS	149
APÊNDICE	166

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.) ultrapassa 20 milhões de toneladas anuais (AGROBYTE, 2012). Os grãos têm sido utilizado no Brasil na produção de biodiesel (SMIDERLE, 2008; BIODIESELBR, 2008). Já suas folhas podem inibir o crescimento de plantas daninhas pela alelopatia (EMBRAPA, 2007).

A viabilidade do biodiesel do girassol tem sido detectado em diversas pesquisas acadêmicas em motores de caminhões. Esse novo uso do girassol promove a geração de empregos na agricultura, tanto familiar como empresarial. Isso porque a demanda por fontes que produzem energia limpa de forma a preservar o meio ambiente, está cada vez maior. (AMABILE, 2012).

A obtenção de informações por meio de pesquisa tem sido decisiva para dar suporte tecnológico ao desenvolvimento da cultura do girassol no Nordeste brasileiro e garantir melhores produtividades e retornos econômicos competitivos. Entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção dessa cultura está, a seleção de cultivares de melhor adaptação e portadoras de atributos agronômicos desejáveis, pois constitui um dos principais componentes do sistema de produção. (CARVALHO et al., 2010). Isso só é possível por meio da experimentação agrícola com técnicas consistentes, que permitam o controle do erro experimental mantendo a precisão e a confiabilidade das inferências em um nível adequado. Dessa forma a pesquisa experimental é de fundamental importância para que sejam utilizadas técnicas no intuito de melhorar a qualidade dos experimentos. (LORENTZ, 2008).

Entre as técnicas reconhecidas para a redução do erro experimental está o uso do tamanho ótimo da parcela experimental, que está muito relacionado com o número de repetições e de tratamentos que podem ser alocados na área experimental (LORENTZ, 2008). Contudo, vários fatores estão envolvidos na determinação do tamanho e da 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). Outro fator de grande importância é a espécie cultivada. Isto porque as diferentes culturas possuem necessidades fisiológicas próprias e, por isso, respondem diferentemente às variações ambientais (BERTOLUCCI, 1990). 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.

Existem na literatura vários trabalhos que relatam o tamanho ótimo de parcela para diferentes culturas e distintas situações. Entretanto para a cultura do girassol foram encontrados poucas informações sobre tamanho de parcela experimental (CAMPOS, 1972; LORENTZ et al., 2010). Em razão disto, objetivou-se determinar o tamanho adequado de parcela para experimentação de campo com girassol.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O GIRASSOL

Dentre as oleaginosas, o girassol (*Helianthus annuus* L.) é a cultura de maior índice de crescimento no mundo (SMIDERLE, 2010). No entanto a sua produção nacional não consegue suprir a demanda de óleo comestível. Neste sentido, falta produto para produção de biodiesel que é 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, a obter e recomendar cultivares adaptadas as diferentes áreas do Nordeste brasileiro. (OLIVEIRA, 2010).

2.2 TAMANHO DA PARCELA OU UNIDADE EXPERIMENTAL

Para o sucesso de um programa de melhoramento é necessário que os experimentos sejam capazes de detectar variações cada vez menores, pois as diferenças entre genótipos, principalmente daquelas espécies bastante melhoradas, tendem a ser cada vez menores. Por esta razão, o desafio dos melhoristas está em aumentar a precisão dos experimentos, o que possibilitará avanços genéticos e, por conseguinte, cultivares mais produtivos e de melhor qualidade (SILVA, 2009).

No entanto, para a realização de experimentos 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).

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, pois com o avanço de gerações há uma 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 (MORAES, 2013). A partir do ponto que o aumento do tamanho da parcela não resulta em maior precisão, aumentos adicionais em precisão serão obtidos com o uso de maior número de repetições (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012).

Existem duas fontes principais de variação em experimentos de campo. A primeira e mais importante é aquela devida à heterogeneidade do solo e a segunda é aquela devida à variabilidade genética do material experimental. (LE CLERG, 1967). Storck e Uitdewilligen (1980) afirmam, em relação à heterogeneidade do solo, serem necessárias parcelas maiores em áreas experimentais heterogêneas, enquanto que áreas homogêneas permitem o uso de parcelas de menor tamanho.

Quando as unidades experimentais são áreas de campo (parcelas), a heterogeneidade deve-se a uma soma de fatores, por exemplo, variação na fertilidade do solo, drenagem, nivelamento, decomposição de restos de culturas de anos anteriores, plantas daninhas, textura e estrutura do solo, além de variações introduzidas durante o preparo ou manejo do solo. Para amenizar essas variações, o pesquisador precisa conhecer a variabilidade entre as unidades experimentais da área experimental, usando resultados de anos anteriores ou executando um experimento em branco (ensaio de uniformidade, sem tratamentos). O principal método de controlar a heterogeneidade é o de adequar a área experimental escolhida ao delineamento experimental, tamanho e forma de parcela, número de repetições e número de tratamentos com a precisão requerida para o experimento. (STORCK et al., 2006a).

No planejamento experimental, um problema que surge reside na determinação da unidade padrão de coleta de dados, sendo necessária a sua caracterização no que se refere ao tamanho, e muitas vezes à sua forma (BAKKE, 1988). Storck e Uitdewilligen (1980) afirmam que um dos problemas básicos para o pesquisador é determinar qual o tamanho, a forma e o número de repetições das parcelas experimentais, visando aumentar a eficiência do experimento mediante a redução do erro experimental. Também Hallauer (1964) destaca que a determinação do tamanho da parcela é um problema que confronta pesquisadores em todas as fases da experimentação de campo. Para ele, o problema é devido a variabilidade da área experimental ser desconhecida e, neste caso, a precisão experimental desejada para detectar diferenças entre tratamentos pode não ser atingida por causa do tamanho insuficiente da parcela. .

A existência de uma relação inversa entre o tamanho da parcela e o erro experimental tem sido mostrada por diversos autores (SMITH, 1938; HATHEWAY, 1961; LE CLERG; LEONARD; CLARK, 1962; STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997), o que corresponde a uma redução na variação não controlada com o aumento do tamanho da parcela (SASMAL; KATIAL, 1980; ROSSETTI; PIMENTEL GOMES, 1983; ZHANG; WARRICK; MYERS, 1994; FERREIRA, 2000; BANZATTO; KRONKA, 2006). Já a taxa de decréscimo na variação não controlada ou o ganho de precisão com o aumento do tamanho da parcela decresce quando a parcela torna-se muito grande (GOMEZ; GOMEZ, 1984; ZHANG; WARRICK; MYERS, 1994) e uma vez atingido o tamanho ideal, o aumento da precisão diminui rapidamente com tamanhos maiores (CHAVES, 1985; PARODI; NEBRED, 1997; BANZATTO; KRONKA, 2006).

É clássica a afirmativa de que o aumento do número de repetições eleva a precisão experimental, entretanto esse recurso pode ser impraticável quando se adota parcelas grandes (HENRIQUES NETO, 2003). Ainda de acordo com esse autor, o tamanho da parcela e o número de repetições são fatores importantes que precisam ser conciliados no planejamento de experimentos.

Durner (1989) verificou que parcelas pequenas permitem maior número de repetições numa dada área, mas parcelas grandes frequentemente têm menor variância e são estatisticamente mais desejáveis. Já Le Clerg (1967) afirma que, para uma dada área de solo maior precisão experimental é obtida usando-se mais repetições de parcelas de pequeno tamanho do que menos repetições de parcelas grandes. Lin e Binns (1984) comentam que quando a magnitude das diferenças a serem detectadas é pequena, ou o erro experimental é grande, o número de repetições requerido pode ser muito elevado para os recursos disponíveis, tornando-se necessário buscar outras formas de aumentar a precisão como, por exemplo, a mudança no tamanho da parcela.

Bueno e Pimentel Gomes (1983) citam que outros aspectos, além da precisão estatística, são importantes para determinar o tamanho ideal da parcela, tais como, presença ou ausência da bordadura, tipo de cultura, número de tratamentos, nível de tecnologia a ser empregada e disponibilidade de área e recursos. Para Gomez e Gomez (1984), duas considerações principais estão envolvidas na escolha do tamanho da parcela, ou seja, considerações práticas e a natureza e tamanho da variabilidade, sendo que a primeira diz respeito à facilidade de manejo no campo, enquanto que a segunda está, geralmente, relacionada à heterogeneidade do solo. De acordo com Ribeiro, Silva e Freire Filho (1984), o tamanho ótimo de parcela, para experimentação de campo depende da cultura, da variabilidade do solo e do custo dos diferentes processos experimentais que é definido pela natureza dos tratamentos que se pretende estudar. Do ponto de vista estatístico, o melhor tamanho da parcela será aquele que proporcione uma menor variação acidental, desde que não afete a precisão do experimento (FERREIRA, 2000).

A determinação do tamanho e da forma das parcelas deve ser feita para cada cultura e cada local em que ocorram condições climáticas e de solo diferentes das que já tenham sido determinadas (OLIVEIRA; ESTEFANEL, 1995). De acordo com Nagai et al. (1978), uma vez conseguida a redução do erro

experimental, por meio da utilização de parcelas de tamanho mais conveniente para determinada cultura, não se pode generalizar para outras culturas em função das diferenças de comportamento das espécies em relação ao manejo experimental e aos fatores edafoclimáticos. Segundo Henriques Neto (2003), fica evidente a inexistência de um tamanho e forma ideal de parcela capaz de atender adequadamente a todas as situações que se verificam nos experimentos de campo. Neste sentido, é perfeitamente aceitável a grande amplitude de variação observada por vários pesquisadores, mesmo para uma dada espécie, no tamanho e na forma das parcelas utilizadas pelos pesquisadores.

2.3 FORMA DA PARCELA OU UNIDADE EXPERIMENTAL

Com relação à forma das parcelas (razão entre o comprimento e a largura), experimentos realizados com diferentes culturas em diversos países, mostraram que, para se obter maior precisão as parcelas devem ser relativamente compridas e estreitas. Provavelmente, com esta forma, um maior número de parcelas devem-se localizar em qualquer mancha de alta ou baixa fertilidade do solo que por possa haver. Por outro lado uma parcela quadrada pode coincidir com a mancha toda e, assim apresentar, produções exageradamente altas ou baixas. (BANZATTO; KRONKA, 2006). Petersen (1994) estudou diferentes formas e também indicou parcelas longas e estreitas como preferidas. Por outro lado, Weber e Horner (1957) e Bertolucci, Ramalho e Duarte (1991), relataram melhor desempenho de parcelas que tenderam para uma forma mais quadrada, no que diz respeito à precisão experimental. Para Ferreira (2000), a melhor forma da parcela será aquela que melhor controle as variações acidentais e a que se adapte à natureza dos tratamentos que se deseja estudar.

Muitos autores concordam que as parcelas retangulares são mais eficientes na superação da heterogeneidade do solo quando seu eixo maior está na mesma direção da maior variação do solo (KELLER, 1949; PARODI; NEBREDA, 1997; BANZATTO; KRONKA, 2006). Convém ressaltar que, Segundo Federer (1977) e Banzatto e Kronka (2006), para parcelas de tamanho pequeno, o efeito da forma é muito pequeno, quase nula, porém, em parcelas maiores ele pode ser considerável. Henriques Neto (2003) trabalhou com trigo e verificou que a forma da parcela teve pouca ou nenhuma influência sobre o erro experimental, ou seja, sobre a variância da produção de grãos, no caso de parcelas pequenas, enquanto que em parcelas grandes teve influência marcante.

2.4 MÉTODOS PARA ESTIMAR O TAMANHO E FORMA DA PARCELA

Para a obtenção do tamanho e da forma ótimos da parcela experimental, podem-se utilizar ensaios de uniformidade (em branco) e ensaios experimentais (por exemplo, experimento de avaliação de cultivares) (SILVA; SOUSA, 1991). Dados de parcelas experimentais de pequenos ensaios podem ser utilizados para estimar o tamanho ótimo da parcela como procedido por Lopes et al. (2005), Martin et al. (2005a), Martin et al. (2005b) e Storck et al. (2006b). Neste caso não é necessário a instalação de ensaios específicos para a estimativa do tamanho da parcela, podendo-se usar os dados de experimentos. No entanto é necessário que a colheita tenha sido realizada em parcelas pequenas (covas) ou em algumas áreas menores e representativas dentro da área maior (parcela), a qual será usada para o experimento (CARVALHO, 2008).

Existem vários métodos apresentados na literatura para obtenção do tamanho e da forma ótimos da parcela. Dentre estes, um dos mais antigos, o da máxima curvatura, descrito por Federer (1977), mas já mencionado em Smith

(1938). Neste método é preciso a instalação e condução de um experimento em branco com um único material genético, submetendo todo o campo a práticas culturais idênticas. Posteriormente a área experimental é dividida em porções menores, denominadas de unidades básicas (UBs), das quais são coletados os dados de forma independente. Para isso, geralmente se coleta informações de produção, identificando a posição relativa da planta na área experimental. Após a coleta dos dados, são simuladas parcelas de diferentes tamanhos e formas Por meio da soma da produção de parcelas contíguas. Para cada tamanho simulado (x) calcula-se um índice qualquer de variabilidade que pode ser o coeficiente de variação (CV), mais usado, a variância ou erro padrão. Posteriormente deve-se plotá-lo em um gráfico em relação ao tamanho da respectiva parcela e traçar à mão livre uma curva que represente a relação entre o índice de variabilidade e o x . O resultado esperado é que o índice de variabilidade decresça, à medida que se aumenta o tamanho da parcela (x). Então, por inspeção visual é localizado o ponto da máxima curvatura da relação.

É no ponto da máxima curvatura, onde a taxa de mudança para o índice de variabilidade por incremento do tamanho da parcela é a maior (LE CLERG, 1967) ou onde o raio da curvatura é menor (ROSSETTI, 1979) ou onde ocorre a maior distância perpendicular, em relação a uma reta, unindo as extremidades da curva (BAKKE, 1988), que é obtido o tamanho ótimo da parcela.

Esse método apresenta restrições como o fato de não considerar os custos relativos de vários tamanhos de parcela e que o tamanho adotado para a unidade básica do ensaio em branco e a escala do gráfico influenciam no ponto de máxima curvatura, o que podem alterar a escolha do tamanho da parcela (SMITH ,1938; LANA; HOMEYER; HABER,1953; FEDERER,1977).

Existem diversos métodos que se baseiam em equações algébricas para determinação do ponto de máxima curvatura, como os propostos por Lessman e Atkins (1963), Meier e Lessman (1971), Thomas (1974) e Barros e Tavares (1995). Contudo o primeiro método para se determinar o tamanho ótimo de parcela com

subsídios matemáticos foi proposto por Smith (1938). Esse método baseia-se no pressuposto que a heterogeneidade do solo pode ser medida pela da performance das plantas. Esse autor propõe o uso do coeficiente de regressão (b) como índice da heterogeneidade do solo obtido a partir da equação $V_x = \frac{V_1}{X^b}$, em que V_x é a variância por unidade de área de parcelas constituídas de X unidades básicas (UBs) de tamanho, V_1 é a variância das parcelas constituídas de uma única unidade básica (UB), X é o número de UBs que compõem a parcela (tamanho da parcela) e b é o coeficiente de heterogeneidade do solo que mede o grau de associação entre parcelas adjacentes. A variância por unidade de área (V_x) é calculada pela fórmula $V_x = \frac{S_x^2}{X^2}$, em que S_x^2 é a variância entre parcelas de X UBs de tamanho.

Aplicando-se logaritmos à equação $V_x = \frac{V_1}{X^b}$, obtém-se $\log V_x = \log V_1 - b \log X$ e o valor de b é estimado como um coeficiente de regressão linear. Esse autor recomenda que ao ajustar a regressão cada ponto seja ponderado pelo número de graus de liberdade associado ao mesmo, visto que as V_x têm diferentes graus de liberdade.

Federer (1955) apresentou uma fórmula de estimação de b, obtida pelo uso do método dos mínimos quadrados ponderado pelo número de graus de liberdade (W_i) associado a cada ponto, após a linearização da equação de Smith (1938), ou seja,

$$\hat{b} = - \frac{\sum W_i (\log V_{xi}) (\log X_i) - \frac{(\sum W_i \log V_{xi})(\sum W_i \log X_i)}{\sum W_i}}{\sum W_i (\log X_i)^2 - \frac{(\sum W_i \log X_i)^2}{\sum W_i}}, \text{ em que } V_{xi} \text{ é a}$$

variância por unidade de área entre as parcelas de X_i UBs de tamanho, X_i o

número de unidades básicas nos diferentes tamanhos de parcelas e W_i o número de graus de liberdade associado com a variância, ou seja, é o tamanho de parcelas combinadas do tamanho X_i menos um.

Smith (1938), cita que é impossível dissociar o efeito do solo da variabilidade da produção da cultura avaliada, o que é uma característica positiva, pois verifica a variabilidade do material experimental e do solo conjuntamente, auxiliando no planejamento experimental.

O coeficiente b mede a variabilidade do solo e pode assumir valores de zero a um. Quando b tende a zero, indica que unidades formando uma parcela estão perfeitamente correlacionadas e, por conseguinte, o solo é homogêneo. Contudo quando o valor de b tende a um, significa que não há correlação entre as unidades, sendo o solo muito heterogêneo. (SMITH, 1938). De acordo com Brim e Mason (1959) valores de b igual a um refletem um padrão de fertilidade do solo da área totalmente aleatório (manchas de fertilidade) ou de extrema heterogeneidade (acentuado gradiente de fertilidade). Por outro lado quando b igual a 0,5 é indiferente tomar valores maiores ou menores que o melhor tamanho da parcela calculado. Para valores de b menores que 0,5 a perda de precisão é maior quando são usadas parcelas menores que as calculadas. Se o valor de b é maior que 0,5, a perda de precisão é menor quando são usadas parcelas maiores que o tamanho ótimo. (SMITH, 1938).

Koch e Rigney (1951) modificaram o método de Smith (1938) para a estimativa do b utilizando dados de experimentos com tratamentos. O método proposto por Koch e Rigney (1951) consiste na reconstrução da análise de variância de um determinado experimento, de modo que simule dados de um ensaio de uniformidade. Este método é aplicável para experimentos planejados em esquema aninhado com pelo menos três subdivisões hierárquicas (por exemplo bloco, parcelas principais e subparcelas ou em reticulado quadrado).

De acordo com Koch e Rigney (1951) a estimativa do coeficiente b é obtida pelo método dos mínimos quadrados não ponderado, o que descarta a ponderação

proposta por Smith (1938), devido à falta de independência das estimativas das variâncias para os diferentes tamanhos de parcelas. Zuhlke e Gritton (1969) mencionam que como as parcelas são correlacionadas, apenas a ponderação pelos graus de liberdade não gera resultados acurados da estimativa de b e recomendam a ponderação que utiliza elementos inversamente proporcionais às variâncias dos tamanhos. Por outro lado, Smith (1938) lembra que os métodos estatísticos de ajustamento de curvas se baseiam na hipótese da independência entre as observações. Porém, esta condição não é satisfeita nos ensaios em branco, pois as variâncias são estimadas a partir de um mesmo conjunto de dados, o que leva à dependência das mesmas. Contudo, o mesmo autor explica, que tudo o que se quer é uma medida de uma relação empírica, e testes de significância são de importância secundária, descartando a necessidade de um ajuste no método de estimação do coeficiente b pela não independência das observações.

Gomez e Gomez (1984) citam as vantagens e desvantagens na utilização de experimentos com tratamentos para calcular o valor de b . As principais vantagens são a economia, pois não é necessário conduzir experimentos em branco, e o aproveitamento de áreas experimentais, não apenas daquelas destinadas a ensaios de uniformidade, geralmente limitadas. As desvantagens são a obtenção de variâncias estimadas a partir de número pequeno de parcelas de diferentes tamanhos e grande porção da variabilidade do solo permanecer entre os blocos. Assim a variância entre parcelas do tamanho de um bloco são geralmente superestimadas, de forma a introduzir uma tendenciosidade na estimativa de b .

Hatheway e Williams (1958) aperfeiçoaram o método de Koch e Rigney (1951) para a estimativa do coeficiente b com dados de ensaios de uniformidade. Sua metodologia considera a correlação e a desigualdade entre as estimativas das variâncias das parcelas de tamanhos diferentes para obtenção dos valores de b . Ela utiliza a inversa da matriz de covariância entre as variâncias dos tamanhos, que ponderam as estimativas dos coeficientes de regressão e as estimativas das

variâncias dos diferentes tamanhos, utilizando o método dos mínimos quadrados generalizados.

Hatheway (1961) propôs um método de determinação do tamanho conveniente de parcelas experimentais, baseado no número de repetições do experimento e da diferença observada entre médias de tratamentos, através da

junção da fórmula de Smith (1938), $V_x = \frac{V_1}{X^b}$ com a de Cochran e Cox (1957),

$$r = \frac{2C^2(t_1 + t_2)^2}{d^2}, \text{ em que } r \text{ é o número de repetições necessário para detectar}$$

uma diferença verdadeira de d unidades entre dois tratamentos, d a diferença verdadeira entre dois tratamentos (medida em porcentagem da média), C o verdadeiro erro padrão por parcela (medido em porcentagem da média e usualmente estimado pelo coeficiente de variação), t_1 o valor crítico da distribuição de t de *Student*, ao nível α_1 de probabilidade, de acordo com as hipóteses experimentais, encontrado na tabela de t para testes de significância bilateral e t_2 o valor crítico bilateral da distribuição t de *Student*, ao nível $\alpha_2 = 2(1 - P)$ de probabilidade, onde P é a probabilidade de se obter resultado significativo.

Como resultado destas duas fórmulas, Hatheway (1961), obteve a fórmula

$$\text{dada por } X^b = \frac{2(t_1 + t_2)^2 CV_1^2}{rd^2}, \text{ onde } X \text{ é o tamanho conveniente de parcela em}$$

termos de múltiplos do tamanho básico (associado ao CV_1), CV_1 o coeficiente de variação de parcelas de uma unidade básica de tamanho, o qual pode, segundo Bakke (1988), na prática, ser tomado como o tamanho correntemente em uso, ou de acordo com Silva (2009), selecionado a partir de experimentos anteriores ou arbitrários e b o coeficiente de heterogeneidade do solo. Ao utilizar a fórmula de Hatheway (1961), o pesquisador deverá especificar apenas o número de repetições (r) que deseja usar, o valor de b e a precisão requerida, combinando os valores de (α, d, P) . Por meio da referida fórmula, pode-se estimar X , r e $d\%$, desde que

fixadas duas dessas informações, o que permite infinitas simulações a partir de dados experimentais. O pesquisador deverá decidir qual a combinação mais conveniente em função de aspectos práticos, tais como, tamanho de amostra, graus de liberdade, área disponível e número de tratamentos, recursos financeiros, humanos e materiais disponíveis, além da viabilidade econômica envolvida na implantação e condução do experimento (OLIVEIRA, 2005).

Bakke (1988) esclareceu que a denominação tamanho conveniente de parcela, utilizada no método de Hatheway (1961), atende às condições especificamente convenientes à determinada pesquisa, o que seria diferente da expressão tamanho ótimo, que transmitiria um sentido mais amplo.

Outra possibilidade da aplicação da equação de Hatheway (1961) é o seu uso para estimar a diferença detectável entre médias de tratamentos feito pela

seguinte fórmula, $d = \sqrt{\frac{2(t_1 + t_2)^2 CV^2}{rX^b}}$. A estimativa da verdadeira diferença

detectável entre médias de tratamentos (d) utiliza o coeficiente de variação e o coeficiente de heterogeneidade de Smith (1938), determinados no experimento, e adota os mesmos níveis de precisão utilizados na estimativa do tamanho de parcela pelo método de Hatheway (1961).

Lessman e Atkins (1963), com o intuito de livrar a determinação do ponto de máxima curvatura da dependência da escala dos eixos coordenados, utilizaram o princípio do método da máxima curvatura que estima o ponto de forma visual. Para isso buscaram o ponto de máxima curvatura (X_c) em fórmulas algébricas, baseadas no maior ângulo entre duas tangentes consecutivas da relação entre o tamanho da parcela e o coeficiente de variação. Nesse sentido, propuseram a equação

$X_c = 2B + 2\sqrt{\frac{A^2 B^3}{B + 1}}$, em que A indica a estimativa do coeficiente de variação

para uma unidade básica e B equivale a $\frac{b}{2}$, encontrados pela da equação

$CV(x) = \frac{A}{X^B}$. Essa expressão explica a relação entre o tamanho da parcela e o coeficiente de variação, análoga ao método de Smith (1938), onde A e B são estimados pelo método dos mínimos quadrados ponderados pelos graus de liberdade associados.

A respeito desse método, Meier e Lessman (1971) escreveram que ao se determinar a região de máxima curvatura através de cálculos sequenciais, com incrementos fixos na variável X, estar-se-ia cometendo um erro, pois, incrementos fixos e sucessivos de X correspondem a comprimentos variáveis da curva. Assim, Lessman e Atkins (1963) não consideraram que a curvatura também é função do comprimento do arco considerado. Entretanto Meier e Lessman (1971) aconselham tomar incrementos iguais ao longo da curva, e a curvatura em qualquer ponto da

linha é, então, determinada por $K = \frac{Y''}{(1 + Y'^2)^{3/2}}$, em K é a curvatura da linha, Y' e

Y'' são a primeira e segunda derivadas da função que define a linha, ou seja

$CV(x) = \frac{A}{X^B}$. A curvatura é máxima onde a derivada primeira de K em relação a

X for igual a zero, e neste caso o ponto de máxima curvatura é

$$X_c = \left[\frac{A^2 B^2 (2B+1)}{B+2} \right]^{\frac{1}{2B+2}}.$$

Segundo Oliveira et al. (2006), uma das vantagens do método da máxima curvatura modificado, proposto por Meier e Lessman (1971) é a independência da unidade de medida das determinações, visto que considera informação relativa à média dos tamanhos de parcela, nesse caso, o coeficiente de variação. Barros e Tavares (1995) também propuseram um método para determinar o ponto da máxima curvatura algebricamente, porém sem impacto científico, uma vez que não foram encontrados trabalhos que utilizaram o seu método.

Sanchez (1978) sugeriu uma modificação do método da máxima curvatura a qual, diferentemente daquela proposta por Lessman e Atkins (1963), utiliza dados experimentais. O autor ressalta o fato de que o ponto de máxima curvatura é determinado, em geral, por inspeção visual, mas que é possível obter uma curva teórica do parâmetro em questão que seja função do tamanho da parcela. Assim, o tamanho ótimo corresponderá à abscissa na qual a derivada de tal função seja igual a -1, isto é, depois deste ponto o aumento de uma nova unidade da variável independente (a unidade mínima de tamanho da parcela ou o número mínimo de plantas) produzirá uma redução da variável dependente (CV = coeficiente de variação, por exemplo) menor que a unidade, pelo que seria inviável efetuar aumentos adicionais. Esse autor definiu, erro entre parcelas = $\sigma_w^2 + n\sigma_e^2$, erro dentro da parcela = σ_w^2 , erro experimental = $\sigma^2 = \frac{\sigma_w^2}{n} + \sigma_e^2$, $V = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_e^2}$, n =

número de plantas e $CV = \frac{\sqrt{V\sigma_e^2 + n\sigma_e^2}}{\sqrt{n} \bar{X}}$. Ao derivar CV em relação a n,

Sanchez (1978) encontrou $\frac{d(CV)}{dn} = \frac{-V\sqrt{\sigma_e^2}}{2\bar{X}} \cdot \frac{1}{\sqrt{Vn^3 + n^4}}$ que, igualada a -1,

permite obter o tamanho ótimo de n. Para considerar o número de repetições (r),

Sanchez (1978) utilizou o desvio padrão $S_{\bar{X}} = \frac{\sqrt{V\sigma_e^2 + n\sigma_e^2}}{\sqrt{nr}}$ cuja expressão,

após a derivação, resultou em $\frac{d(S_{\bar{X}})}{dn} = \frac{-V}{2} \sqrt{\frac{\sigma_e^2}{r}} \cdot \frac{1}{\sqrt{Vn^3 + n^4}}$.

Quinze modelos teóricos foram desenvolvidos por Thomas (1974) para a estimação do tamanho ótimo de parcela (X_0). Esses modelos descrevem o comportamento da variância e do coeficiente de variação relacionando a correlação entre parcelas adjacentes, incluindo no estudo a lei da variância de Smith (1938). O

autor, procedeu um estudo, para cada método teórico, para estimar o tamanho ótimo da parcela, levando em consideração a maximização da informação por unidade básica, a minimização do custo por unidade de informação, feito por Smith (1938), a maximização da curvatura da função da variância por UB calculada com parcelas de X UB de tamanho - V_x em relação a X, e maximização da curvatura da função coeficiente de variação entre as parcelas de X UB de tamanho - $CV_{(x)}$ em relação a X . Também pré-estabeleceu o valor de um coeficiente de variação satisfatório e então calculou o tamanho ótimo de parcela.

Dentre os modelos desenvolvidos por Thomas (1974) destacam-se o método da máxima curvatura da função $V_x = \frac{V_1}{X^b}$ e o método da máxima curvatura da função $CV_{(x)} = \frac{V_1}{M_1 \sqrt{X^b}}$, que correspondem as equações

$$X_0 = \left[\frac{bV_1^2(2b+1)}{b+2} \right]^{\frac{1}{2b+2}} \text{ e } X_0 = \left[\frac{b^2V_1(b+1)}{2(b+4)M_1^2} \right]^{\frac{1}{b+2}}, \text{ respectivamente, onde } V_1$$

é a variância das parcelas constituídas de uma unidade básica, M_1 é a média entre as parcelas de uma unidade básica e b é o coeficiente de heterogeneidade do solo estimado pelo método dos mínimos quadrados ponderados pelos graus de liberdade.

Thomas (1984) cita que as considerações envolvidas nos seus métodos levam a resultados invariavelmente inferiores à unidade, portanto, sem aplicação prática. Os resultados dos trabalhos de Storck, Saccol e Schineider (1982), Zanon e Storck (2000), Lopes et al. (2005), Oliveira et al. (2006) e Storck et al. (2006b) confirmaram essa afirmação e não recomendam o uso desses métodos por subestimarem o tamanho ótimo da parcela.

Paranaíba (2007) propôs o método da curvatura máxima do coeficiente de variação que consiste em considerar o coeficiente de variação entre os totais de parcelas de tamanho X, que é função do número de unidades básicas agrupadas. A

autora explica que obtida a expressão do $CV(X)$ entre totais, aplica-se o método da curvatura máxima para determinar o tamanho ótimo da parcela, uma vez que $CV(X)$ é uma função de X , considerando as demais quantidades constantes e conhecidas. Ainda de acordo com a autora por esse método não é necessário agrupar as unidades básicas, que é uma grande vantagem.

Cargnelluti Filho et al. (2011a) realizaram experimento com milho e evidenciaram que o método da curvatura máxima do coeficiente de variação subestimou o tamanho da parcela, quando comparado ao método da máxima curvatura modificado. Parnaíba (2007) e Moraes (2013), trabalharam com arroz e café, respectivamente, e obtiveram os menores tamanhos de parcela com o referido método em comparação ao modelo linear segmentado com platô.

A teoria dos modelos lineares segmentados com platô foi aplicada no contexto de dimensionamento de tamanhos ótimos de parcela em vários estudos (PARANAÍBA, 2007; PARANAÍBA; FERREIRA; MORAIS, 2009; PARANAÍBA; MORAIS; FERREIRA, 2009; SILVA, 2009; PEIXOTO; FARIA; MORAIS, 2011; HUMADA-GONZÁLEZ et al., 2013). Em todos eles, adotaram-se o modelo (FERREIRA, 2007):

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

em que $CV(X)$ é o coeficiente de variação entre totais de parcela de tamanho X ; X é o número de unidades básicas agrupadas; $X_0 = \frac{(CVP - \beta_0)}{\beta_1}$ sendo X_0 é o tamanho ótimo de parcelas para o qual o modelo linear se transforma em um platô, em relação a abscissa; CVP é o coeficiente de variação no ponto correspondente ao platô (junção do segmento linear e platô); β_0 e β_1 são intercepto e coeficiente

angular, respectivamente, do segmento linear e ε_x é o erro associado ao $CV(X)$ supostamente normal e independente distribuído com média zero e variância σ_ε^2 constante, condição essa, segundo Paranaíba, Moraes e Ferreira (2009), que pode ser relaxada, uma vez que não é realizada inferência. Para o ajuste desse modelo, utilizou-se o método dos quadrados mínimos para modelos não lineares de Gauss-Newton (GALLANT, 1942). O valor de X_0 é considerado como tamanho ótimo da parcela, quando estabiliza o $CV(X)$ em um nível mínimo CVP.

Brito et al. (2012), trabalharam com a cultura do mamoeiro e usaram os métodos da máxima curvatura modificado e do modelo linear de resposta platô. Esses autores propuseram a estimação do tamanho ótimo da parcela via regressão antitônica a qual utiliza o princípio de que dentre todas funções não crescentes possíveis, busca-se uma que torna a soma de quadrados dos erros a menor possível. Esses pesquisadores constataram que a transformação dos dados via análise de regressão antitônica possibilitou aumento da qualidade no ajuste dos métodos, mas não promoveu diferenças expressivas nas estimativas do tamanho ótimo de parcela para ambos os métodos, com ou sem a utilização da técnica de regressão antitônica.

Outro método utilizado para determinação do tamanho de parcelas é o método da comparação de variâncias (VALLEJO; MENDOZA, 1992), que utiliza dados de ensaio de uniformidade. Este método baseia-se inicialmente em adotar uma classificação hierárquica para definição dos diferentes tamanhos de parcelas. Em seguida, estimam-se as variâncias para os respectivos tamanhos de parcelas e por meio da análise de variância corrige e reduz essas variâncias em relação à unidade de menor nível hierárquico dentro da classificação hierárquica adotada (HATHEWAY; WILLIAMS, 1958; VALLEJO; MENDOZA, 1992). Após estes procedimentos, aplicam-se consecutivos testes de Bartlett para testar a homogeneidade das variâncias (NUNES, 1998) excluindo-se em cada teste a menor parcela com variância significativamente diferente. Quando um grupo de parcelas de diferentes tamanhos com variâncias estatisticamente iguais for obtido,

considera-se que o menor tamanho de parcela do grupo testado corresponde ao tamanho ótimo da unidade experimental.

Henriques Neto (2003) e Donato (2008) trabalharam com trigo e bananeira, respectivamente, e verificaram que o método da comparação de variâncias apresentou grande discrepância entre os tamanhos de parcelas estimados como também elevados valores destes tamanhos estimados. Esses autores explicam que grande parte deste comportamento se deve ao fato deste método não permitir a obtenção de valores intermediários entre as unidades básicas e ser muito limitado em termos de opções de tamanhos de parcela a serem avaliados, em função do modelo hierárquico utilizado.

Pimentel Gomes (1984 e 1988) introduziu o método do coeficiente de correlação intraclasse na determinação do tamanho ótimo de parcela para plantas arbóreas, sendo que a teoria se aplica também a plantas anuais, desde que se considerem, em vez de árvores, linhas ou subparcelas unitárias de maneira geral (BUENO; PIMENTEL GOMES, 1983). Esse método é relativamente simples, não exige ensaio em branco, leva a conclusões de grandes generalidades, possível de recomendações de uso amplo e utiliza o coeficiente de correlação intraclasse ρ relativo as unidades básicas (subparcelas) dentro das parcelas para a estimação do tamanho ótimo de parcelas experimentais. Por esse método o tamanho ótimo é igual ao número de subparcelas (k) dentro da parcela, que dá a variância mínima da média de um tratamento, quando se fixa a área total relativa a esse tratamento. De acordo com Batista (2006), o $\hat{\rho}$ mede a correlação entre subparcelas dentro de parcelas e pode ser interpretado como uma medida de homogeneidade dentro das parcelas, cujos limites são, superior $\hat{\rho} = 1$ (indica subparcelas positivamente correlacionadas, máxima homogeneidade das parcelas) e inferior $\hat{\rho} = -\frac{1}{(k-1)}$ (indica subparcelas negativamente correlacionadas, máxima heterogeneidade das

parcelas). Ainda conforme o mesmo autor, quando $\hat{\rho} = 0$ as subparcelas não são correlacionadas.

Ainda de acordo com Pimentel Gomes (1984), ao admitir um ensaio no delineamento em blocos completos casualizados com k amostras (subparcelas) por

parcela, o valor $\hat{\rho}$ é dado pela fórmula $\hat{\rho} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + (k-1)V_2}$, onde V_1 é o quadrado

médio do resíduo referente a parcela, V_2 quadrado médio do resíduo relativo a subparcelas dentro de parcelas e k o número de subparcelas (unidades básicas úteis) em cada parcela. Para este mesmo autor, os números recomendados “k” de subparcelas úteis por parcela são os seguintes: A) parcelas sem bordadura A₁) $\hat{\rho} \geq 0$, recomenda-se k=1 A₂) $\hat{\rho} < 0$, k deve ser o maior possível, devendo haver um número razoável de repetições $r \geq 2$, que permita obter um número razoável de graus de liberdade para o resíduo (em geral, pelo menos 10 g.l.); B) parcelas com meia bordadura B₁) linha simples de plantas úteis a) $\hat{\rho} \geq 0,50$, recomenda-se k=1

b) $0 < \hat{\rho} < 0,50$, solução dada pela expressão $k = \sqrt{\frac{1-\hat{\rho}}{\hat{\rho}}}$ ou por um dos valores

de k número natural mais próximos do valor da raiz c) $\hat{\rho} \leq 0$, k deve ter o maior valor possível compatível com um número razoável de graus de liberdade para o resíduo; B₂) linha dupla de plantas úteis a) $\hat{\rho} \geq 0,50$, recomenda-se k=2 b)

$0 < \hat{\rho} < 0,50$, solução dada pela expressão $k = \sqrt{\frac{2(1-\hat{\rho})}{\hat{\rho}}}$, com k número natural

par, ou por um dos valores de k números naturais pares mais próximos do valor da raiz c) $\hat{\rho} \leq 0$, k deve ser o maior número natural par possível, compatível com um número razoável de graus de liberdade para o resíduo; C) parcelas com bordadura

completa C₁) linha simples de plantas úteis a) $\hat{\rho} \geq \frac{2}{3}$, recomenda-se k=1 b)

$0 < \hat{\rho} < \frac{2}{3}$, solução dada pela expressão $k = \sqrt{\frac{2(1-\hat{\rho})}{\hat{\rho}}}$, com k número natural,

ou por um dos valores de k números naturais mais próximos do valor da raiz c) $\hat{\rho} \leq 0$, k deve ser o maior número natural possível, compatível com um número

razoável de graus de liberdade para o resíduo C₂) linha dupla de plantas úteis a)

$\hat{\rho} \geq 0,50$, recomenda-se k=2 b) $0 < \hat{\rho} < 0,50$, solução dada pela expressão

$k = 2\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}}{\hat{\rho}}}$ ou por um dos valores de k números naturais pares mais próximos do

valor da raiz c) $\hat{\rho} \leq 0$, k deve ser o maior número natural par possível, compatível com um número razoável de graus de liberdade para o resíduo.

Métodos multivariados, que consideram conjuntos de variáveis, também são utilizados para a determinação do tamanho da parcela. Párraga J. e Chacín L. (2000b) utilizaram esses métodos para determinar o tamanho de parcela milho. Esses autores verificaram que os métodos multivariados requerem tamanhos de parcelas muito menores em relação aos métodos univariados. Isto ocorre porque a matriz de dispersão relativa é usada como medida de variação nos casos multivariados e a mesma não depende da unidade de medida e nem da magnitude das observações. Assim, se considera as correlações entre as variáveis. Sheela e Unnithan (1989) trabalharam com cacau e também constataram que os métodos multivariados requereram menores tamanhos de parcelas quando comparados aos métodos univariados. Ao observar estes resultados verifica-se que os métodos multivariados subestimam o tamanho da parcela em relação aos métodos univariados.

Recentemente Lorentz, Erichsen e Lúcio (2012) realizaram experimentos com plantas de pimentão e propuseram o método da máxima distância para a determinação do tamanho ótimo de parcela. Segundo esses autores o referido método, que une os conceitos da lei da variância, proposto por Smith (1938) e o método da máxima curvatura, proposto por Federer (1955), propõe-se a encontrar o

ponto da máxima distância entre a curva formada pelos valores estimados com base na relação de Smith (1938), cujo domínio compreende o intervalo entre o menor e o maior tamanho de parcela simulado. Neste sentido uma reta é gerada e liga os pares ordenados de menor e maior tamanho de parcela e respectivas variâncias por unidade de área, podendo ser substituída pelo coeficiente de variação. De acordo com os resultados obtidos pelo método proposto, verificou-se que os tamanhos ótimos de parcelas foram fracamente associados e menores que os resultados obtidos pelos métodos da máxima curvatura modificado e o modelo segmentado com resposta platô.

Para estudar o tamanho e a forma da parcela Fleming, Rogers e Bancroft (1957) utilizaram o método da eficiência relativa usando a expressão

$$E.R.(%) = \frac{CV_1(\%)}{KCV_k(\%)} \cdot 100, \text{ em que } E.R. \text{ é a eficiência relativa, } CV_1 \text{ o coeficiente}$$

de variação para parcelas unitárias, e CV_k o coeficiente de variação para parcelas formadas por k parcelas unitárias.

Amaral (1951) utilizou a equação $\log V_x = \log V_1 - b \log X$, ao fazer $X = X_1 X_2$, e desdobrou o tamanho da parcela X em suas dimensões X_1 (comprimento) e X_2 (largura), e obteve a equação $\log V_x = \log V_1 - b_1 \log X_1 - b_2 \log X_2$. Neste caso a equação de regressão linear simples passou a ser uma equação de regressão linear múltipla. Por outro lado Silva (1974), objetivou estudar a independência entre comprimento e largura da parcela quanto à influência exercida sobre V_x . Para isso, esse autor incluiu na equação de ajustamento supracitada, um coeficiente b_3 referente à interação $X_1 X_2$ e obteve a equação: $\log V_x = \log V_1 - b_1 \log X_1 - b_2 \log X_2 - b_3 \log X_1 \log X_2$.

Pablos Hach e Castillo Morales (1976) foram os primeiros a estudar o método do modelo quadrático, para determinar não só o tamanho ótimo da parcela, mas também a sua melhor forma. Este método consiste na relação do coeficiente de variação (CV) com as dimensões, comprimento e largura da parcela através em um

modelo quadrático do tipo

$E(CV) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2$, em que X_1 é o comprimento e X_2 a largura da parcela medida em números de unidades básicas. Por meio de procedimentos matemáticos procura-se encontrar o ponto de máxima curvatura e eliminar assim o problema da subjetividade causada pelo método da máxima curvatura tradicional. O método consiste em uma extensão deste último e usa derivadas parciais para encontrar o ponto de máxima curvatura.

Párraga J. e Chacín L. (2000a) compararam vários métodos de determinação de tamanhos de parcelas para o milho e observaram que o uso do método do modelo quadrático de regressão múltipla não foi adequado. Isto porque apresentou problemas de inconsistência das estimativas dos tamanhos de parcelas, com tamanhos muito superiores aos encontrados pelos outros métodos (Máxima Curvatura, Smith e Hatheway). Ainda de acordo com esses autores, este comportamento deveu-se ao erro do método do modelo quadrático, que considera como o ponto de máxima curvatura aquele onde as derivadas parciais são iguais a -1 .

Keller (1949) propôs o uso do método da informação relativa para a estimação da melhor forma e tamanho da parcela. Esse método assume que 100% da informação relativa (IR) é atribuída a variância entre parcelas de uma unidade básica (V_1), de um experimento em branco. Para os demais tamanhos de parcela, as IR devem ser obtidas a partir da divisão da variância da unidade básica (V_1) pelas variâncias comparáveis $VC(x) = \frac{V(x)}{X}$, em que $V(x)$ é a variância de um dado tamanho de parcela e X o número de unidades básicas do respectivo tamanho, usado para tornar as variâncias comparáveis. Assim, $IR(x) = \frac{V_1}{VC(x)}$. O autor constatou que a IR da parcela tende a decrescer com o aumento da variância comparável, que ocorre quando se aumenta o tamanho da parcela. O tamanho ideal para determinado experimento é aquele a partir do qual há uma estabilidade nos

decréscimos. Segundo Storck e Uitdewilligen (1980), a melhor forma e tamanho ótimo de parcela são aqueles que apresentam a máxima informação relativa. Contudo, observa-se que o método da informação relativa geralmente recomenda uso de parcelas de uma unidade básica e esse tamanho é o que implica em maior coeficiente de variação, portanto não é recomendado seu uso (LORENTZ, 2008).

A obtenção da otimização do tamanho e forma de parcela experimental, mediante o uso de modelos de superfície de resposta, foi estudada com detalhes por Franco (1977). Esse autor indicou alguns inconvenientes na sua utilização, tais como o de não considerar o número de tratamentos e repetições, nem a magnitude das diferenças a serem detectadas entre médias e o tipo de bloco. Outra deficiência do método está na pouca influência exercida pela variabilidade dos dados, ao estimar tamanhos ótimos iguais para ensaios com coeficientes de variação muito diferentes. Por outro lado, apresentou como vantagem a possibilidade de estimar diretamente tanto o tamanho como a forma ótimos.

Na literatura existem outros métodos poucos contemplados para a determinação do tamanho de parcelas, tais como o método de Rodriguez, apud Oliveira (1976), que se baseia no aumento da potência do teste de hipótese de nulidade dos efeitos dos tratamentos, sujeitos um aumento substancial na quantidade de informação dada pelo experimento e a uma diminuição do risco assumido na tomada de decisões. Entretanto, para obter estas condições, o custo não deve ser muito elevado. Os conceitos de informação e risco usados neste método são devidos a Rodriguez. Tem-se também o método de Eberhart, desenvolvido em 1970 e 1972, apud Resende e Souza Junior (1997), que tem por base a diminuição da variância fenotípica entre médias de progênies e consequente aumento no progresso esperado com a seleção.

Os diversos métodos aqui mencionados para a determinação do tamanho ótimo de parcela podem fornecer resultados diferentes, mesmo quando se utiliza um mesmo material experimental (BAKKE, 1988). Segundo Silva (2009), esses resultados diferentes são em função das propriedades estatísticas de cada método

empregado. Essas diferenças ocorrem mesmo entre métodos que se baseiam em princípios semelhantes, pelo fato de considerarem os parâmetros de maneira distinta (LORENTZ; ERICHSEN; LÚCIO, 2012). Por este motivo, Storck (1979) e Bakke (1988), recomendam que, sempre que possível, deve-se utilizar mais de um método na determinação do tamanho ótimo da parcela experimental, a fim de que o tamanho realmente adotado atenda, na medida do possível, aos diversos requisitos presentes nos métodos empregados.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS CUSTOS DA EXPERIMENTAÇÃO ENVOLVIDOS NA ESTIMATIVA DO TAMANHO DA PARCELA

Para as situações em que os custos da experimentação são disponíveis, Smith (1938) sugeriu para o cálculo do tamanho de parcelas sem bordaduras a

expressão, $X = \frac{bk_1}{(1-b)k_2}$, em que X é o número de UBs por parcela, b é o índice

de heterogeneidade do solo, k_1 custo associado com o número de parcelas e k_2 custo associado com a área unitária. Para parcelas com bordaduras, considerou-se a

seguinte expressão, $X = \frac{b(k_1 + k_g A)}{(1-b)(k_2 + k_g B)}$, em que k_g é o custo por unidade de

área de parcelas para manusear as fileiras-bordadura, A área das fileiras – bordadura e $B = \frac{(W - w)}{w}$, em que W a largura da parcela e w a largura da área

útil. Ainda segundo Smith (1938), estas fórmulas estimam o tamanho da parcela mais eficiente em termos de custos por unidade de informação, para qualquer experimento. Além disso, o tamanho não é afetado pelo número de repetições, pois as supracitadas fórmulas maximizam a quantidade de informação por unidade básica, minimizando o custo por unidade de informação.

Lessman e Attkins (1963), utilizaram o ponto de máxima curvatura (X_c) e determinaram o número ótimo de unidades básicas (X_0) por meio da fórmula, $X_0 = X_c \cdot \frac{k_1}{k_2}$, em que k_1 e k_2 são os fatores de custos do método de Smith (1938).

Já Meier e Lessman (1971), após obterem X_c , propuseram uma fórmula para determinar o número ótimo de unidades básicas dado por $X_0 = \sqrt{\frac{X_c}{A} \cdot \frac{k_1}{k_2}}$, em que

k_1 e k_2 são os fatores de custos propostos por Smith (1938, e A é a área da unidade básica. Porém, de acordo com Bakke (1988), a argumentação apresentada para justificar esta fórmula de X_0 foi aparentemente insuficiente para sustentá-la. Araújo et al. (2009) argumentam que os valores obtidos para X_c não devem ser ponderados por fatores de custo, uma vez que eles podem ser considerados irrelevantes quando se deseja obter a máxima precisão experimental.

Barros e Tavares (1995) comentam que os métodos de Smith (1938), Kock e Rigney (1951) e Hatheway e Williams (1958) consideram os custos na estimativa do tamanho ótimo de parcela. Entretanto, argumentam que maximizar a informação por unidade de área não implica necessariamente em respostas que minimizem o erro experimental.

Devido a dificuldade de se quantificar exatamente os custos envolvidos na condução do experimento, há a alternativa de utilizá-lo com diferentes proporções de $\frac{k_1}{k_2}$, como em Nagai (1978), Ribeiro, Silva e Freire Filho (1984) e Silva,

Machado e Moura (1987), que simularam proporções de 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 e 90:10 para determinar o tamanho ótimo da parcela.

Apesar de Hatheway (1961) e Storck et al. (2006a) argumentarem que o interesse básico do experimentador deve ser a precisão experimental e que fatores de custo não devem ser considerados na escolha do tamanho da parcela Silva (2009) afirma que deve se refletir muito sobre fatores econômicos, uma vez que chegar a resultados seguros e precisos, com economia de recursos de toda sorte,

deve ser encarado como um desafio para o pesquisador. Para Hatheway (1961), os pesquisadores não estão muito preocupados com os custos experimentais, mas frequentemente desejam saber o número de repetições e o tamanho da parcela requeridos para se determinar uma dada diferença independentemente dos custos.

2.6 TAMANHO E FORMA DA PARCELA EM EXPERIMENTOS COM GIRASSOL

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura sobre tamanho e forma da parcela experimental com girassol, mas alguns pesquisadores apresentaram contribuições relevantes.

Campos (1972) trabalhou com a cultivar holambra de girassol no espaçamento de 1,0 metro entre linhas de plantio e 5 plantas por metro linear de sulco e usou ensaio de uniformidade com unidade básica de 1,0 metro linear de sulco contendo 5 plantas/m². Posteriormente calculou o tamanho ótimo da parcela, para a produção de grãos, por meios dos métodos da máxima curvatura, informação relativa (ambos sem considerar os custos na execução do experimento), método de Smith (1938) e o método de Amaral (1951), chamado também de método da regressão linear múltipla. Para estes últimos, o autor considerou os custos, com $k_1 = 77,5\%$ e $k_2 = 22,5\%$) e obteve os tamanhos 5,5; 2,7; 5,0 e 3,6 m² de área, respectivamente. Esse mesmo autor também verificou que a forma da parcela teve pouca ou nenhuma influência sobre o erro experimental, ou seja, sobre a variância da produção de grãos, no caso de parcelas pequenas, enquanto que em parcelas grandes esta característica teve influência marcante.

Lorentz et al. (2010) realizaram também experimento com girassol com espaçamento de 0,4 metros entre fileiras e 3 plantas por metro linear. Os autores determinaram o tamanho ótimo da parcela para a produção de grãos por meio de

ensaio em branco, com unidade básica de 0,4 m x 1 m (0,4 m²). Posteriormente, usaram o método da máxima curvatura modificado de Meier e Lessman (1971) e encontraram o tamanho ótimo de duas fileira de 3 metros de comprimento (2,4 m²).

De maneira geral é importante ressaltar que os diferentes tamanhos de parcelas obtidos para o girassol nos trabalhos citados anteriormente, referem-se a determinadas condições de clima, tipo de solo, cultivares e diferentes métodos de determinação do tamanho da parcela. Neste aspecto pode não ser a melhor opção para as nossas condições. Ressalta-se ainda que a aplicação de diversos métodos para determinar o tamanho da parcela para a cultura do girassol objetiva definir o tamanho adequado de parcela, informação bastante útil aos pesquisadores que desenvolvem trabalhos com essa cultura nesta região.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÉPOCA DO EXPERIMENTO, LOCAL, SOLO E CLIMA

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' de longitude Oeste 18 m de altitude). O solo do local é classificado como Argissolo-Vermelho-Amarelo Eutrófico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e como Ferric Lixisol segundo o Soil Map of the World (FAO, 1988).

Segundo a classificação bioclimática de Gaussen, o clima da região de Mossoró é do tipo 4ath, termoxeroquimênico acentuado, o que significa tropical quente de seca acentuada, com estação longa de sete a oito meses e índice xerotérmico entre 150 e 200. De acordo com a classificação de Köppen, o bioclima da região é BSw^h, isto é, do tipo quente, com maiores precipitações atrasando-se para o outono. A região possui temperatura do ar média máxima entre 32,1 e 34,5 °C e média mínima entre 21,3 e 23,7 °C, sendo junho e julho os meses mais frios, e a precipitação média anual está em torno de 825 mm (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989). A umidade relativa do ar máxima atinge 78% no mês de abril e a mínima 60% no mês de setembro e a insolação cresce de março a outubro, com média de 241,7 h (CHAGAS, 1997). Os dados climatológicos obtidos durante o período de realização do experimento estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Precipitação pluvial total, médias da umidade relativa do ar, temperaturas do ar máximas e mínimas e radiação global, durante o período de maio a julho de 2011. Mossoró-RN, UFRSA, 2013¹.

Mês	Precipitação pluvial (mm)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura máxima do ar (°C)	Temperatura mínima do ar (°C)	Radiação global (MJ m ⁻² dia ⁻¹)
Maio	219,4	81,7	31,12	22,48	14,18
Junho	18,5	74,5	31,60	21,40	14,04
Julho	115,1	71,9	31,33	20,64	14,54

¹Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFRSA distante 20 km do local do experimento.

3.2 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foi avaliada a produção de grãos em gramas, corrigida para um teor de umidade de 11%, das seguintes cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.): Aguará 03, Aguará 04, Aguará 05, Aguará 06, BRS 324, Charrua, Embrapa 122, M 734, Neon, Olisun 03, Paraíso 55, Paraíso 65, Paraíso 103 CL e Zenit. O espaçamento entre fileiras foi 0,7 m e entre plantas 0,3 m, com uma densidade populacional de 47619 plantas ha⁻¹.

O preparo do solo constou de duas gradagens cruzadas, seguidas de sulcamento em linhas, com profundidade de 10 cm. Posteriormente, coletou-se uma amostra composta de solo, originada de cinco amostras simples da área experimental, a uma profundidade de 0 a 20 cm, que foi submetida à análise no Laboratório de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas da UFRSA. A análise forneceu os seguintes resultados: pH = 6,46 em água; Mat. Org. = 8,15 g kg⁻¹; N = 0,49 g/kg; P = 6,4 mg dm⁻³; K⁺ = 85,3 mg dm⁻³; Na⁺ = 66,3; Ca²⁺ = 1,69 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,00 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,00; H⁺ + Al³⁺ = 0,74 cmol_c dm⁻³; SB = 3,20 cmol_c dm⁻³; CTC = 3,94 cmol_c dm⁻³; V = 81%; m = 0 % e PST = 7%.

A cultura foi adubada, onde um terço do nitrogênio ($20 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na forma de sulfato de amônio), todo o fósforo ($100 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ na forma de superfosfato simples) e todo o potássio ($20 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ na forma de cloreto de potássio) foram aplicados na semeadura, nos sulcos de plantio, distribuídos ao lado e abaixo das linhas de semeadura. O restante do nitrogênio ($40 \text{ kg de N ha}^{-1}$ na forma de sulfato de amônio) foi aplicado em cobertura, em quantidades iguais, aos 20 e 40 dias após a semeadura. A semeadura foi feita com quatro sementes por cova em 04/05/2011 e o desbaste foi executado aos 20 dias após a semeadura, deixando-se uma planta por cova.

O controle de ervas daninhas foi feito, aos 23 dias após a semeadura, com enxada. Não houve necessidade de controle de pragas e de doenças.

O experimento foi realizado sob condições de sequeiro, mas recebeu irrigação por aspersão quando necessário, com as parcelas dispostas paralelamente às linhas dos aspersores. A lâmina líquida requerida pelo girassol (5,3 mm) foi calculada considerando 0,40 m a profundidade efetiva do sistema radicular. O momento de irrigar teve por base a água retida no solo à tensão de 0,40 Mpa. O turno de rega foi de dois dias com três aplicações semanais. As irrigações foram iniciadas logo após a semeadura e suspensas cinco dias antes da colheita dos capítulos.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no delineamento em blocos completos casualizados com 14 cultivares de girassol e 10 repetições. As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de seis metros de comprimento cada, com uma área de $16,8 \text{ m}^2$ ($2,8 \text{ m} \times 6,0 \text{ m}$) (Figura 1). A área útil da parcela foi composta pelas

duas fileiras centrais, eliminando-se das extremidades uma planta, tendo uma área de 7,56 m² (1,4 m x 5,4 m).

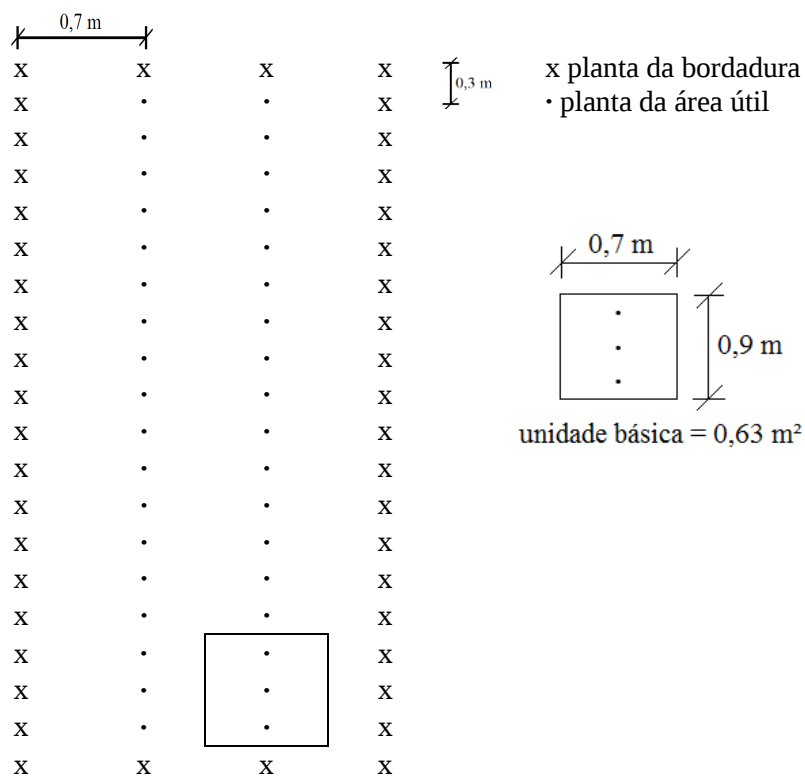


Figura 1 - Detalhe da parcela do experimento, área útil e unidade básica. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

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 uma área de 0,63 m².

3.4 DETERMINAÇÃO DO TAMANHO ÓTIMO DA PARCELA EXPERIMENTAL

3.4.1 Método do coeficiente de correlação intraclasse

Com base em Pimentel Gomes (1984), foi adotado o modelo estatístico $Y_{ijk} = m + c_i + b_j + e_{ij} + e_{ijk}$, referente ao delineamento em blocos casualizados com k amostras (unidades básicas) por parcela, em que:

Y_{ijk} = produção de grãos obtida na unidade básica k, da cultivar i, no bloco j

m = média geral

c_i = efeito da cultivar i (i = 1, 2, ..., I cultivares)

b_j = efeito do bloco j (j = 1, 2, ..., J blocos)

e_{ij} = erro experimental entre parcelas

e_{ijk} = erro experimental entre unidades básicas dentro da parcela (k = 1, 2, ..., K unidades básicas por parcela)

A partir do modelo estatístico adotado, foi realizada a análise de variância, considerando o erro experimental entre parcelas como o resíduo (a) e entre UBs dentro da parcela resíduo (b) (Tabela 2).

Tabela 2 - Esquema da análise de variância com K unidades básicas por parcela e esperanças matemáticas dos quadrados médios. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios (QM)	Esperanças (QM)
Blocos	J-1		
Cultivares	I-1		
Resíduo (a)	(J-1)(I-1)	V ₁	$\sigma^2[1 + (K-1)\rho]$
Resíduo (b)	JI(K-1)	V ₂	$\sigma^2(1-\rho)$

¹ V₁ = quadrado médio do resíduo entre parcelas; V₂ = quadrado médio do resíduo dentro da parcela; σ^2 = variância relativa ao erro experimental entre as unidades básicas dentro da parcela; ρ = coeficiente de correlação intraclasse devido às unidades básicas dentro da parcela.

Da análise de variância (Tabela 2) e ainda de acordo com Pimentel Gomes (1984), foi obtida a estimativa do coeficiente de correlação intraclasse igualando-se as estimativas dos quadrados médios do resíduo (a) e do resíduo (b) com as respectivas esperanças matemáticas em que se consideram que exista correlação entre as unidades básicas dentro da parcela e neste caso tem-se,

$$\hat{\rho} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + (K-1)V_2}, \text{ em que } \hat{\rho} = \text{estimativa do coeficiente de correlação}$$

intraclasse; V₁ = quadrado médio do resíduo entre parcelas; V₂ = quadrado médio do resíduo entre unidades básicas dentro da parcela; e K = número de unidades básicas da parcela (12 unidades básicas).

De acordo com os procedimentos propostos por Pimentel Gomes (1984) ao considerar a parcela com K unidades básicas, com bordadura completa e plantas da mesma cultivar, linha dupla de plantas úteis e a estimativa do coeficiente de correlação intraclasse, o número recomendado “k” de unidades básicas úteis, estimado, por parcela, que dá a variância mínima da média de um tratamento, quando se fixa a área total relativa a esse tratamento será: a) se $\hat{\rho} \geq 0,50$, r k = 2;

b) se $0 < \hat{\rho} < 0,50$, solução dada pela expressão $k = 2\sqrt{\frac{(1-\hat{\rho})}{\hat{\rho}}}$, com k número natural, ou por um dos valores de k números naturais pares mais próximos do valor da raiz, c) $\hat{\rho} \leq 0$, k deverá ser o maior número natural possível, compatível com um número razoável de graus de liberdade para o resíduo (em geral pelo menos 10 g. l.).

3.4.2 Método da máxima curvatura modificado

Seguindo os procedimentos adotados por Storck et al. 2006b, com as 12 (UBs), obtidas da área útil de cada parcela, planejaram-se 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 UBs de largura (linhas) e X_2 UBs de comprimento (colunas), formados pelo agrupamento de UBs contíguas, de modo que o produto $X_1.X_2$ correspondeu a X (tamanho da parcela em número de UBs). Na escolha dos diferentes tipos de parcelas avaliadas consideraram-se somente os agrupamentos de UBs que originavam tamanho de parcela capaz de utilizar 100% 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 ($X_1.X_2$): 1x1, 1x2, 1x3, 1x6, 2x1, 2x2, e 2x3. Como levou-se em consideração o tamanho da parcela e não a forma, calculou-se a média aritmética dos coeficientes de variação das parcelas de diferentes formas mas com o mesmo tamanho, conforme procedimento adotado por Bakke (1988). Assim obtiveram-se cinco diferentes tamanhos de parcela (X), ou seja, 1 (uma), 2 (duas), 3 (três), 4 (quatro) e 6 (seis) UBs, que corresponderam, respectivamente, a uma área de 0,63, 1,26, 1,89, 2,52 e 3,78 m².

Posteriormente calcularam-se as seguintes estatísticas: $N = \frac{12}{X}$ (número de parcelas com X UBs de tamanho); $S_x^2 = \frac{\sum_i (x_i - M(X))^2}{N - 1}$ (variância entre parcelas de X UBs de tamanho, em que, x_i é a produção de grãos da i-ésima parcela e $M(X) = \frac{\sum_i x_i}{N}$ a média da produção de grãos das parcelas com X UBs de tamanho) e $CV(X) = \frac{\sqrt{S_x^2}}{M(X)} \times 100$ (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, pela função $CV(X) = \frac{A}{X^B}$ de Lessman e Atkins (1963), que relaciona o coeficiente de

variação e o tamanho da parcela. Após a linearização da equação $CV(X) = \frac{A}{X^B}$ ($\log_{10} CV(X_i) = \log_{10} A - B \log_{10} X_i \Leftrightarrow Y_i' = A_1 + B_1 X_i'$), 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 (STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997), ou seja,

$$\hat{B} = -\hat{B}_1 = - \frac{\sum W_i X_i' Y_i' - \frac{\sum W_i X_i' \sum W_i Y_i'}{\sum W_i}}{\sum W_i X_i'^2 - \frac{(\sum W_i X_i')^2}{\sum W_i}}, \text{ em que } W_i \text{ é o número de}$$

graus de liberdade associado a cada um dos cinco tamanhos de parcela; $X_i' = \log_{10} X_i$, X_i = tamanho de cada parcela planejada em UBs; $Y_i' = \log_{10} CV(X_i)$, $CV(X_i)$ = coeficiente de variação entre parcelas de tamanho X_i ;

$$\log_{10} \hat{A} = \hat{A}_1 \Rightarrow \hat{A} = 10^{\hat{A}_1}, \quad \text{sendo} \quad \hat{A}_1 = \overline{Y'}_{\text{pond.}} - \hat{B}_1 \overline{X'}_{\text{pond.}},$$

$$\overline{Y'}_{\text{pond.}} = \frac{\sum W_i Y_i'}{\sum W_i} \text{ e } \overline{X'}_{\text{pond.}} = \frac{\sum W_i X_i'}{\sum W_i}.$$

Com as estimativas dos parâmetros A e B foi obtida a estimativa do tamanho ótimo da parcela, considerado como sendo o valor da abscissa correspondente ao ponto sobre a curva onde a taxa de mudança do coeficiente de variação por incremento do tamanho da parcela é a maior (LE CLERG, 1967), em cada uma das 140 parcelas, pelo método da máxima curvatura modificado, usando

$$\text{a fórmula obtida por Meier e Lessman (1971): } X_{MC} = \left[\frac{A^2 B^2 (2B + 1)}{B + 2} \right]^{\frac{1}{2B+2}}, \text{ em}$$

que X_{MC} é o valor da abscissa correspondente ao ponto de máxima curvatura em UBs.

3.4.3 Modelo linear segmentado com platô

Foi utilizada na determinação do tamanho ótimo da parcela a teoria dos modelos lineares segmentados com platô. Neste caso foi adotado o seguinte modelo (FERREIRA, 2007):

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

em que, $CV(X)$ é o coeficiente de variação de cada tamanho da parcela X planejado; X é o tamanho da parcela em número de UBs obtidos em cada uma das

140 parcelas, com as 12 UBs da área útil da parcela, conforme descrito anteriormente no método da máxima curvatura modificado; X_0 é o tamanho ótimo de parcela para o qual o modelo linear se transforma em um platô (obtido em cada uma das 140 parcelas), em relação a abscissa (ponto de junção dos dois segmentos); CVP é o coeficiente de variação no ponto correspondente ao platô (junção do segmento linear e platô); β_0 e β_1 são intercepto e coeficiente angular, respectivamente, do segmento linear e ε_x é o erro associado ao $CV(X)$ supostamente independente, com distribuição normal de média zero e variância σ_ε^2 constante.

A matriz das derivadas parciais foi obtida a partir do modelo anterior, reescrito da seguinte forma, com variáveis Dummy (Z_x):

$CV(x) = (\beta_0 + \beta_1 X)Z_x + CVP(1 - Z_x) + \varepsilon_x$, em que $Z_x = 1$ se $X \leq X_0$ e 0 se $X > X_0$.

Para se obter continuidade, os dois segmentos, linear e platô, devem ser igualados no ponto X_0 . Assim, $\beta_0 + \beta_1 X_0 = CVP$, ou seja, $X_0 = \frac{(CVP - \beta_0)}{\beta_1}$.

Para a obtenção do ajuste de mínimos quadrados é necessário obter as derivadas parciais em relação aos parâmetros (β_0 , β_1 e CVP) do modelo. O parâmetro X_0 é função destes três parâmetros. Assim, as derivadas parciais são dadas por:

$$\frac{\partial CV_{(x)}}{\partial \beta_0} = Z_x,$$

$$\frac{\partial CV_{(x)}}{\partial \beta_1} = XZ_x,$$

$$\frac{\partial CV_{(x)}}{\partial CVP} = 1 - Z_x.$$

As derivadas parciais, em princípio, não parecem ser funções dos parâmetros β_0 , β_1 e CVP, o que classificaria o modelo como linear nos parâmetros. No entanto, verifica-se que estes parâmetros são funções de Z_x , que depende de X_0 , que por sua vez, é função dos parâmetros β_0 , β_1 e CVP. Em razão disso, foi utilizado o método de Gauss-Newton para o ajuste deste modelo. Neste sentido, foi utilizado o método dos quadrados mínimos para modelos não lineares de Gauss-Newton (GALLANT, 1942).

O modelo linear segmentado com platô permite a comparação de combinações alternativas de retas e platôs e escolhe como melhor opção de ajustamento a combinação que tenha a menor soma de quadrados de desvios.

O valor de X_0 foi considerado como tamanho ótimo da parcela quando estabilizou o CV(X) em um nível mínimo CVP.

3.4.4 Método de Hatheway

$$\text{Hatheway (1961) propôs uma fórmula dada por } X = b \sqrt{\frac{2(t_1 + t_2)^2 CV^2}{rd^2}},$$

onde X é o tamanho conveniente da parcela em unidades básicas; 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, onde P é a probabilidade de se obter resultado significativo, CV é o coeficiente de variação (%) de parcelas constituídas de uma UB de tamanho; r é o número de repetições necessário para detectar uma diferença verdadeira de d 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 em cada uma das 140 parcelas, utilizando-se as 12 UBs da área útil da parcela, após a linearização da equação de

Smith (1938), $V_x = \frac{V_1}{X^b}$, onde V_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 (FEDERER, 1955), ou seja,

$$\hat{b} = - \frac{\sum W_i (\log V_{xi}) (\log X_i) - \frac{(\sum W_i \log V_{xi})(\sum W_i \log X_i)}{\sum W_i}}{\sum W_i (\log X_i)^2 - \frac{(\sum W_i \log X_i)^2}{\sum W_i}}, \text{ onde } W_i \text{ é o}$$

número de graus de liberdade associado com a variância, ou seja, é o tamanho de parcelas combinadas do tamanho X_i menos um. A variância por unidade de área

(V_{xi}) foi calculada pela fórmula $V_{xi} = \frac{S_{xi}^2}{X_i^2}$, onde S_{xi}^2 é a variância entre

parcelas de X_i UBs de tamanho, obtida conforme anteriormente descrito no

método máxima curvatura modificado. O valor de $\hat{V}_1$ foi obtido da seguinte forma:

$$\log \hat{V}_1 = \hat{V} \Rightarrow \hat{V}_1 = 10^{\hat{V}}, \text{ onde } \hat{V} = \frac{\sum W_i \log V_{xi}}{\sum W_i} + \hat{b} \frac{\sum W_i \log X_i}{\sum W_i}.$$

Já o coeficiente de variação (CV), de parcelas constituídas de uma UB de tamanho, foi estimado também em cada uma das 140 parcelas, com as 12 UBs da área útil da parcela, que correspondeu ao valor de A , estimado conforme anteriormente descrito no método da máxima curvatura modificado.

Para o cálculo do tamanho da parcela pela fórmula de Hatheway (1961), foi adotado um nível de significância de 5% ($\alpha_1 = 0,05$) e uma probabilidade de se obter diferenças significativas entre médias de 80% ($P=0,80$), para diversas combinações de números de cultivares (4, 8, 14 e 16), números de repetições (3, 5 e 10), coeficientes de variação (6, 12, 20 (coeficiente de variação experimental), 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.

O coeficiente de variação experimental foi calculado pela seguinte fórmula,

$$CV(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\text{Média geral}} 100 \quad (\text{MOURA, 2008}), \quad \text{em que}$$

$\hat{\sigma}_e^2$ (componente de variância associado ao erro experimental entre parcelas) = $\frac{QMR(a) - QMR(b)}{K}$, onde QMR (a) é o quadrado médio do resíduo entre parcela, QMR (b) o quadrado médio do resíduo dentro da parcela e K o número de UBs da área útil da parcela.

A diferença entre duas médias de cultivares expressa em porcentagem da média que se espera detectar foi calculada, usando também o método de Hatheway

(1961), pela fórmula $d = \sqrt{\frac{2(t_1 + t_2)^2 CV^2}{rX^b}}$, adotando-se $\alpha_1 = 5\%$ e $P = 80\%$ para diferentes combinações de números de cultivares (4, 8, 14 e 16), números de repetições (3, 5 e 10) e tamanhos de parcela (2, 4, 6, 8, 10 e 12 UBs)

3.5 COMPARAÇÃO DE COEFICIENTES DE VARIAÇÃO

Para a comparação de dois coeficientes de variação de diferentes experimentos utilizou-se a metodologia proposta por Beiguelman (2002) em que calcula-se o valor de t a partir da fórmula $t = \frac{C_1 - C_2}{\sqrt{V_{C_1} + V_{C_2}}}$, na qual V_{C_1} e V_{C_2} são as variâncias desses coeficientes. Esse t tem $n_1 + n_2 - 4$ graus de liberdade, sendo n_1 e n_2 os tamanhos amostrais.

Quando os coeficientes de variação são menores do que 0,30, a fórmula da variância do coeficiente de variação é a seguinte: $V_C = \frac{C^2}{2n}(1 + 2C^2)$. Se porém, os coeficientes de variação forem maiores do que 0,30, o cálculo da variância desses coeficientes de variação será feito empregando-se a fórmula seguinte: $V_C = \frac{\bar{X}(m_4 - m_2^2) - 4\bar{X}m_2m_3 + 4m_2^3}{4n\bar{X}^4}$, em que m_2 , m_3 e m_4 são o segundo, terceiro e quarto momentos, $\bar{X}$ a média e n o tamanho amostral (CRAMÉR, 1963).

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, foram adotadas as seguintes abreviaturas: CV = coeficiente de variação, UB = unidade básica, UBs = unidades básicas e R^2 = coeficiente de determinação.

4.1 ANÁLISE DE VARIÂNCIA E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAL

O resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 3. O rendimento de grãos obtido foi de 2452 kg ha⁻¹ e CV de 20,95% (considerado bom). Esses valores estão próximos aos obtidos por Oliveira et al. (2010), ao avaliarem cultivares de girassol em Canguaretama-RN, (2599 kg ha⁻¹ e 19,00%, respectivamente). Fazendo-se uma comparação mais precisa dos dois coeficientes de variação (BEIGUELMAN, 2002), verificou-se que os coeficientes de variação não diferiram significativamente entre si, o que permitiu concluir que a distribuição dos rendimentos em torno da média foi muito semelhante nos dois experimentos, ou seja, ambos apresentaram níveis de precisão estatisticamente iguais.

Hunsaker e Buccks (1992) verificaram aumento consistente no coeficiente de variação do rendimento de grãos com a redução do desempenho produtivo da cultura. No presente trabalho parece que houve influência do rendimento sobre o coeficiente de variação. Isso porque para uma média de 2452 kg ha⁻¹ o CV foi de 20,95%, enquanto que para 2599 kg ha⁻¹ obtido por Oliveira et al. (2010) foi de 19%. Contudo, nem sempre CVs elevados significam, maiores heterogeneidade.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do rendimento de grãos de cultivares de girassol. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Blocos	9	102706,41**
Cultivares	13	95150,19**
Resíduo (a)	117	15291,49
Resíduo (b)	1540	2713,96
Média geral		154,50
$\hat{\sigma}_e^2$		1048,13
CV (%)		20,95

¹**: significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; CV (%) (coeficiente de variação experimental)

4.2 COEFICIENTE DE HETEROGENEIDADE DO SOLO

Smith (1938) explica que, em princípio, o coeficiente de heterogeneidade ou variabilidade do solo (b) pode ser considerado como uma medida de correlação entre áreas adjacentes. Porém, acrescenta que erros nas técnicas de semeadura, colheita, debulha, pesagem, etc., além da própria variabilidade genética das plantas, tendem a aumentar o valor estimado de b, o que em termos teóricos, não é desejável. Contudo na prática é até correto que sejam incluídos no valor de b e, assim o coeficiente b medir o grau de heterogeneidade do solo e das plantas (entre outros fatores) de um determinado ensaio. Para Carvalho (2008), a magnitude de b é consequência do manejo da área, de fatores ambientais, da expressão genética e das características da área em que o experimento é conduzido.

Nas Tabelas 1A a 15A encontram-se as variâncias entre parcelas de X UBs (S_{xi}^2) e por unidade de área (V_x), dos cinco diferentes tamanhos de parcela em UBs

(X), usadas como base de dados na determinação do coeficiente de heterogeneidade do solo (b), para cada cultivar e considerando todas as cultivares.

As estimativas dos parâmetros da equação de Smith (1938) e dos coeficientes de determinação (R^2) e as equações de regressão ajustadas, que relacionam V_x com X, obtidas para cada cultivar e considerando todo o conjunto, estão expostas na Tabela 4 e nas Figuras 2 a 16.

Tabela 4 - Estimativas dos parâmetros da equação de Smith (1938) e o coeficiente de determinação, para o rendimento de grãos de cultivares de girassol, consideradas isoladamente e em conjunto. Mossoró-RN, UFRSA, 2013.

Cultivares ¹	Tipo ²	Parâmetros da equação de Smith		R^2 (%)
		Variância de parcelas constituídas de uma UB	Coeficiente de heterogeneidade do solo	
M 734	HS	1068,88	0,7287	76,73
Aguará 05	HT	4006,99	0,8137	76,47
Aguará 03	HS	6126,46	0,8567	87,78
Olisun 03	HS	5408,44	0,8655	76,11
Aguará 04	HS	1626,94	0,9728	77,55
Paraíso 65	HS	3669,97	1,0302	82,87
BRS 324	VPL	2345,83	1,0507	82,81
Neon	HS	3005,19	1,0869	86,05
Charrua	HS	1835,45	1,1254	74,41
Aguará 06	HS	2040,80	1,1633	75,19
Paraíso 55	HS	1229,71	1,1637	86,80
Paraíso 103 CL	HS	2623,53	1,2739	77,57
Zenit	HS	1725,88	1,3426	89,20
Embrapa 122	VPL	2451,54	1,3456	79,37
Todas as cultivares		2797,54	1,0585	80,64

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; ²HS = Híbrido Simples, HT = Híbrido Triplo, VPL = Variedade de Polinização Livre.

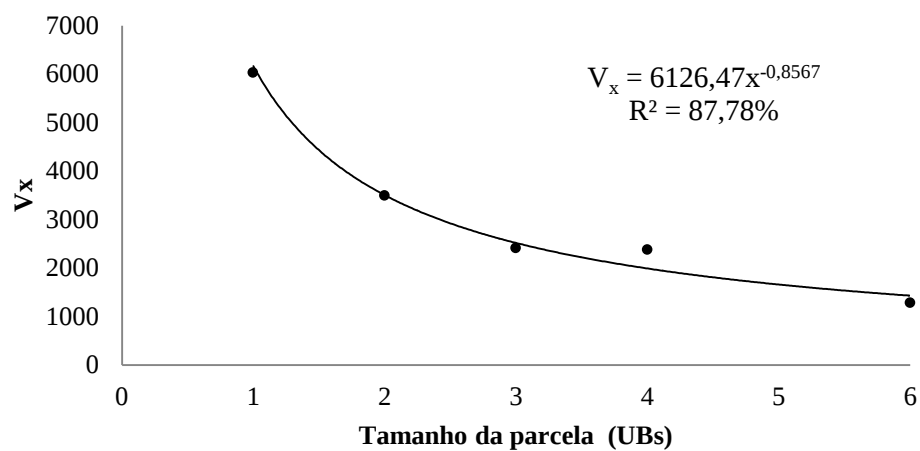


Figura 2 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 03 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

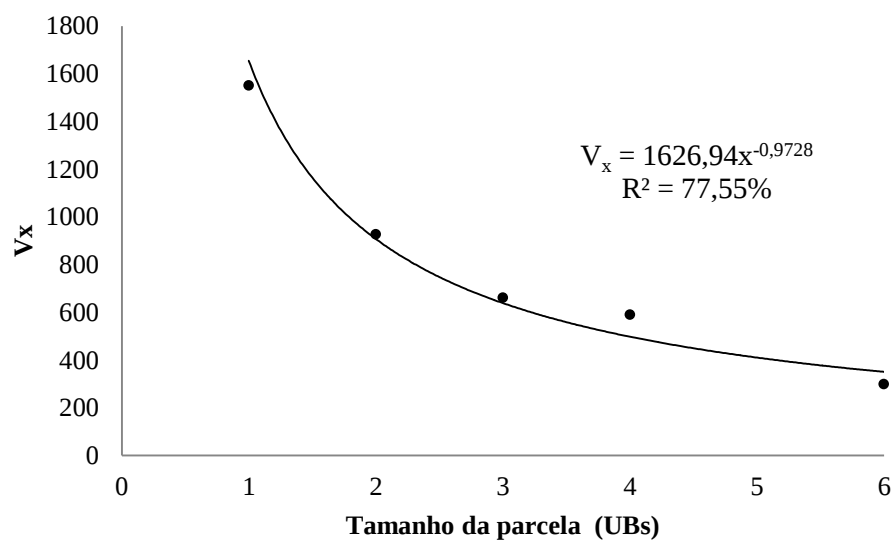


Figura 3 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 04 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

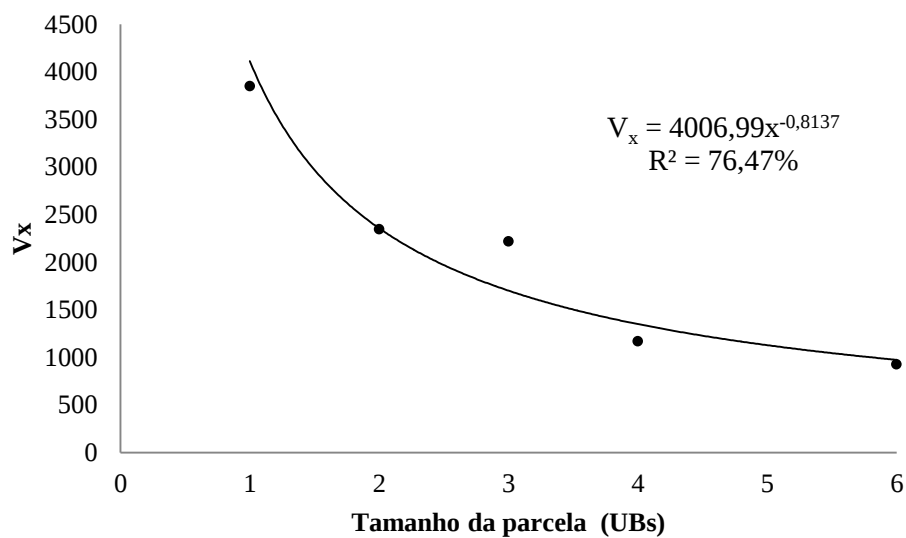


Figura 4 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 05 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

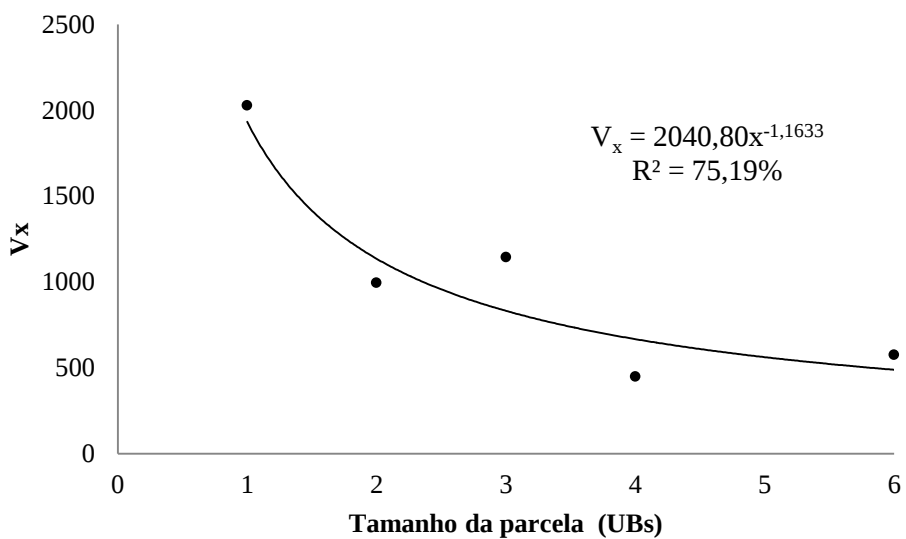


Figura 5 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 06 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

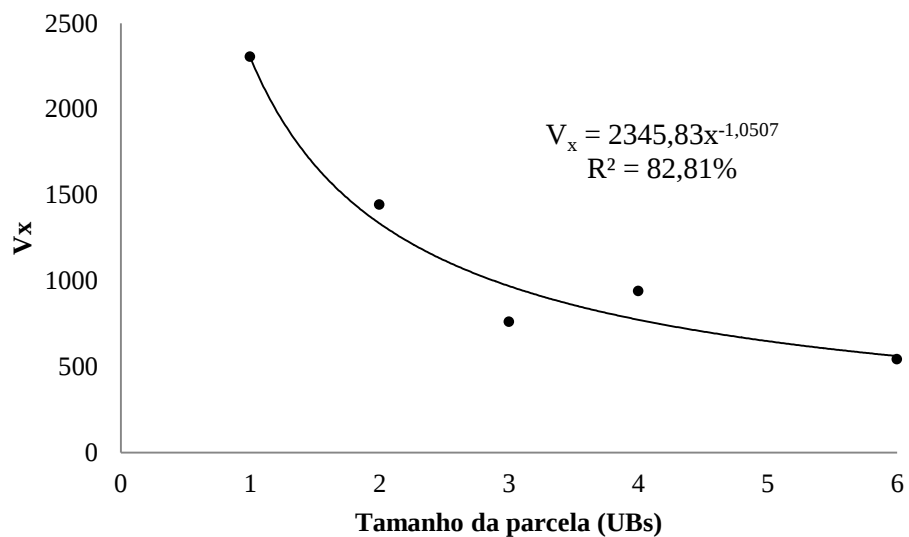


Figura 6 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol BRS 324 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

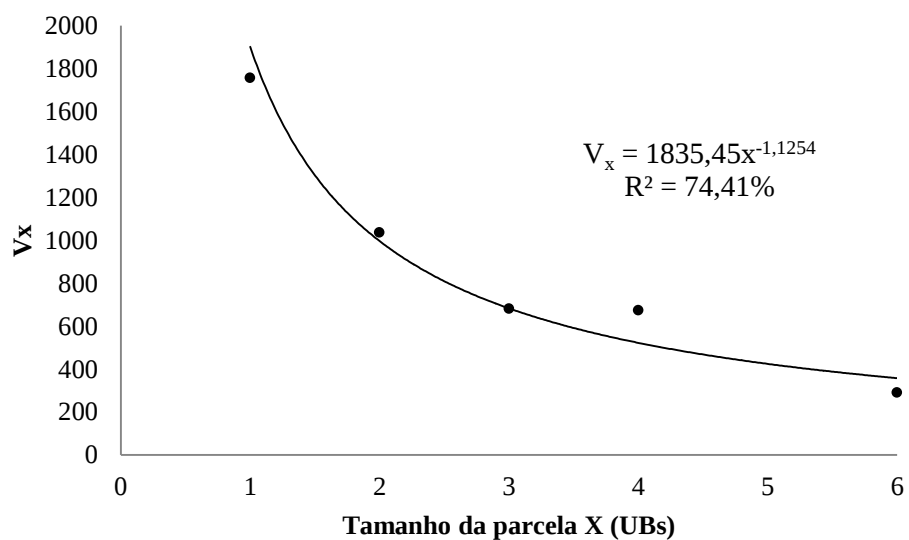


Figura 7 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Charrua (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

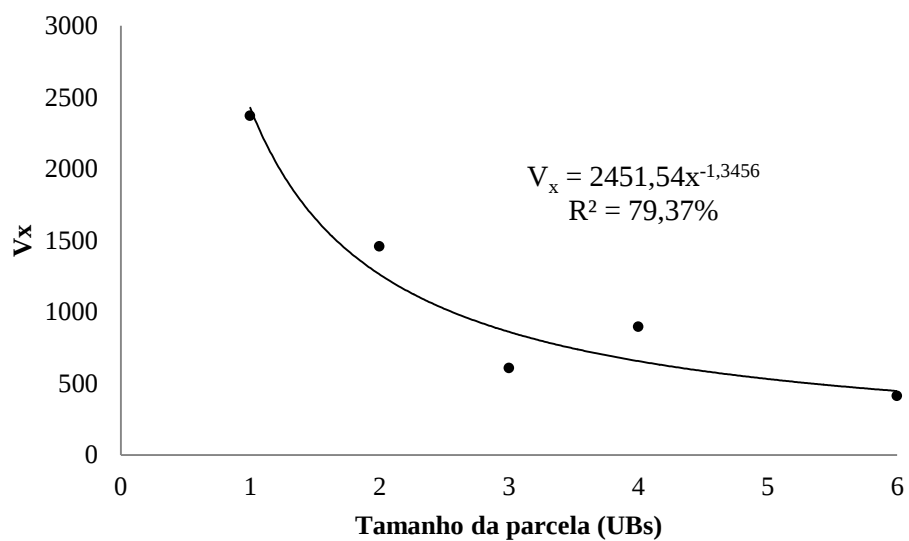


Figura 8 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Embrapa 122 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

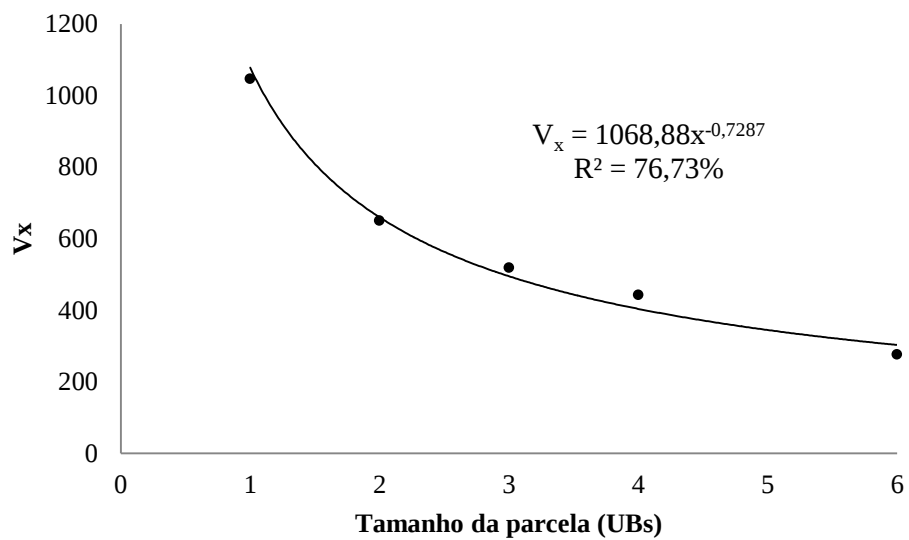


Figura 9 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol M 734 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

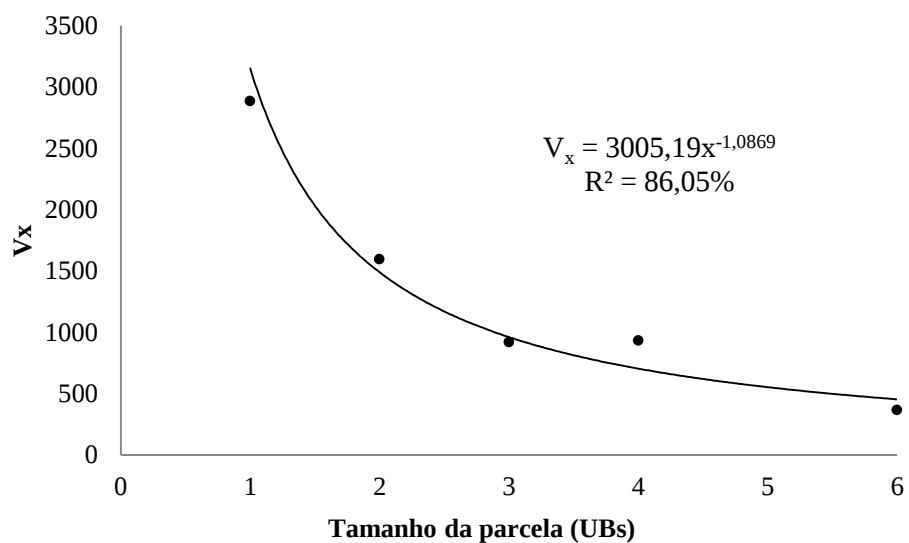


Figura 10 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Neon (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

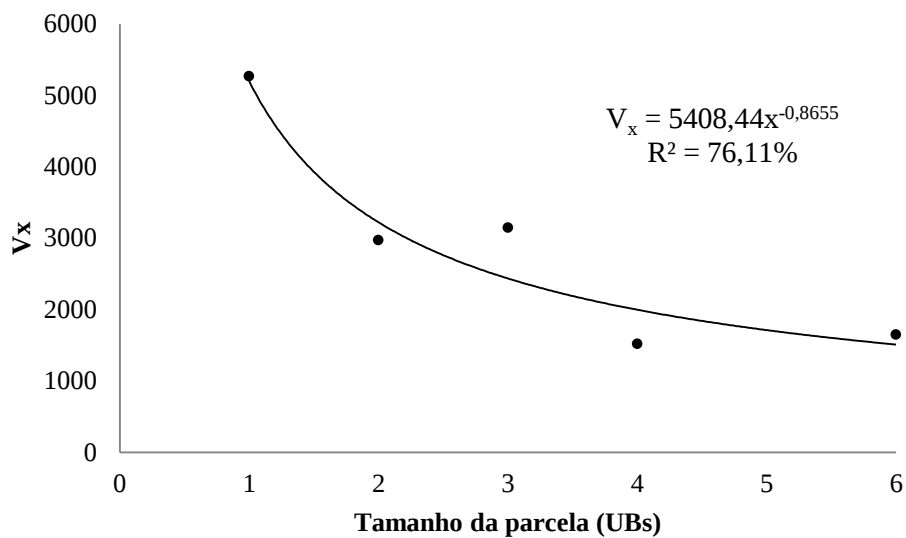


Figura 11 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Olisun 03 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

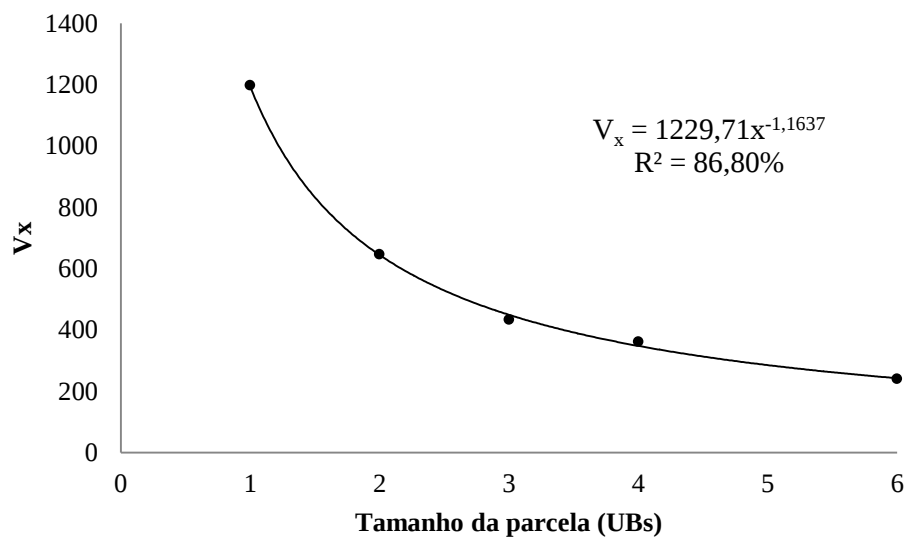


Figura 12 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 55 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

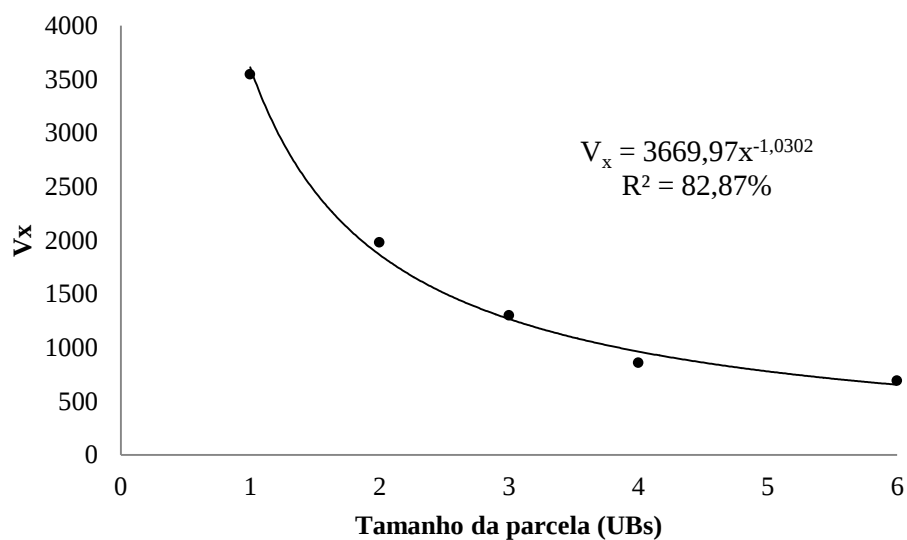


Figura 13 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 65 (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

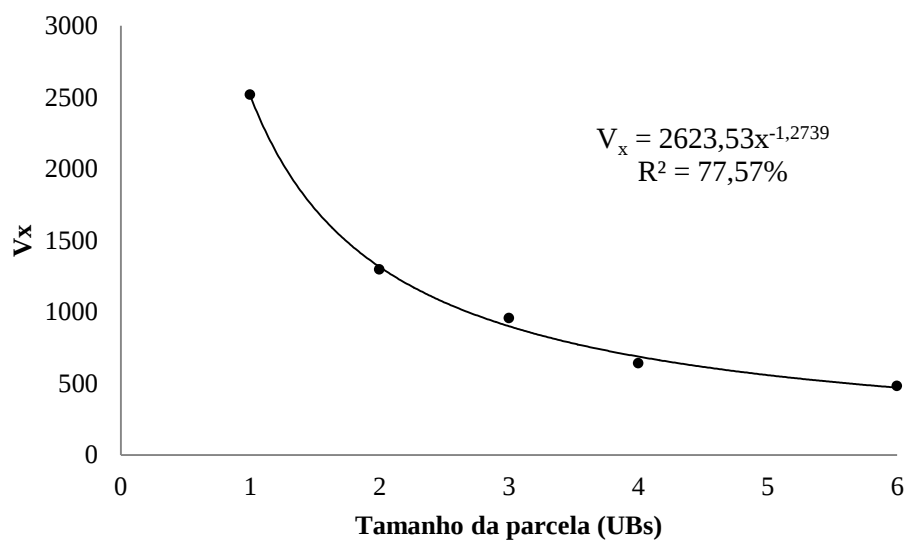


Figura 14 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 103 CL (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

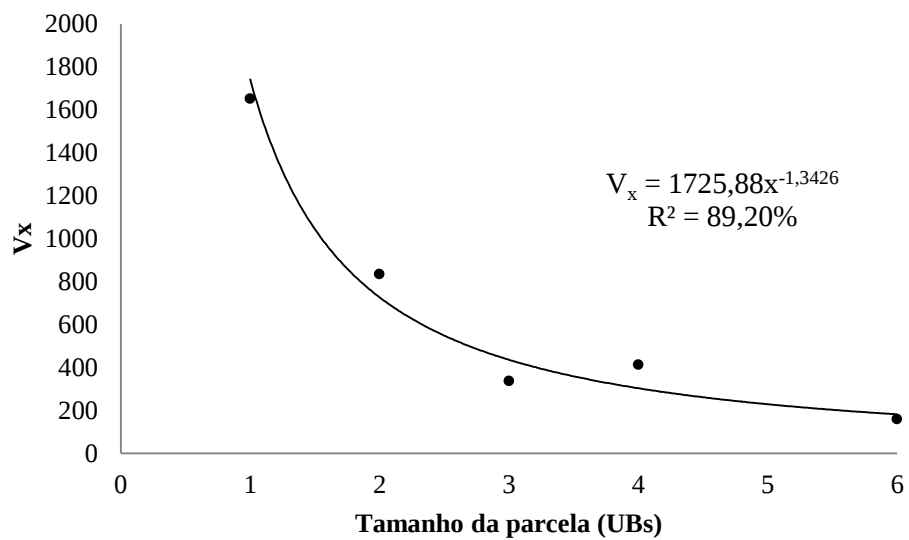


Figura 15 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos da cultivar de girassol Zenit (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

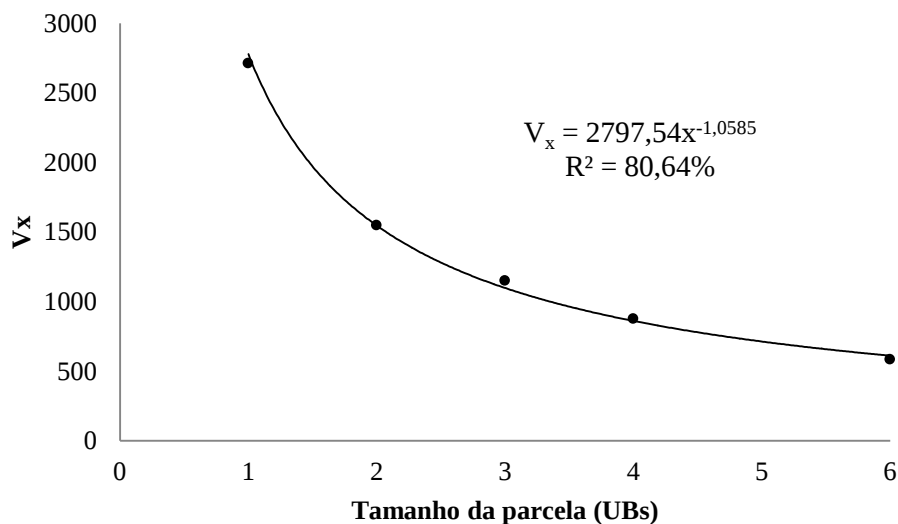


Figura 16 - Relação entre a variância por unidade de área do rendimento de grãos considerando todas as cultivares de girassol (V_x) e o tamanho da parcela. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Verificou-se que o valor de b variou de 0,7287 a 1,3456 para as cultivares M 734 e Embrapa 122, respectivamente, com médias de b e de R^2 , correspondentes a, respectivamente, 1,0585 e 80,64%. A magnitude do R^2 indicou bom ajuste da equação aos dados. Em outras palavras, grande parte da variação dos dados foi explicada pela equação de regressão. Isso demonstra que as estimativas de b apresentam alta confiabilidade. Embora não se justifiquem comparações dos resultados de b obtidos neste trabalho com aqueles obtidos em outros estudos em condições diferentes, pode-se informar que Lorentz et al. (2010), obtiveram para a mesma cultura, coeficientes de b e R^2 , respectivamente, de 1,065 e 81,00%, valores estes semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Considerando todas as cultivares, o valor de b obtido nesse estudo (1,0585) indicou um solo de alta heterogeneidade, ou seja, denotando ausência de correlação entre as unidades básicas adjacentes. Neste caso, como $V_x = V_1/X^b$, é

vantajoso o uso de parcelas maiores, pois a variância da parcela (V_x) reduz-se à medida que se adicionam mais UBs (LE CLERG; LEONARD; CLARK, 1962).

Na literatura é comum a obtenção de estimativas do valor de b superiores à unidade (LOPES et al., 2005; MARTIN et al., 2005a; OLIVEIRA et al., 2006; STORK et al., 2006b; LORENTZ et al., 2007; MARTIN et al., 2007; BRUM et al., 2008; LORENTZ et al., 2010; LÚCIO et al., 2011; LÚCIO et al., 2012). Segundo Bakke (1988), não é o esperado, mas justificável, pois o método de obtenção da estimativa de b e do coeficiente de correlação (r) admite valores superiores à unidade e negativos, respectivamente, uma vez que, teoricamente $0 < b < +\infty$ e $-1 \leq r \leq +1$. Os valores de b superiores à unidade são interpretados por Afonja (1968) e 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, que foi o caso desse 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-se que ao lado de cada planta mais competitiva existisse possivelmente uma planta menos competitiva.

Segundo Henriques Neto (2003), o coeficiente b é estimado indiretamente com base no padrão de rendimento da cultura e admite que a variabilidade da produção reflete o comportamento do solo. Entretanto isso pode ser questionável, uma vez que a variabilidade inerente à própria cultivar, também é uma importante fonte de erro nas produtividades das parcelas, particularmente em plantas de fecundação cruzada, que podem contribuir de forma significativa para a magnitude do valor de b . Entretanto nesse estudo, apesar das plantas de girassol serem alógamas, a maioria das cultivares testadas foi híbridos simples, em que não há variabilidade genética. Dessa forma, os valores de b obtidos possivelmente expressaram mais a heterogeneidade do solo.

De acordo com Lin e Binns (1986), o aumento no número de repetições e/ou no tamanho das parcelas reduz as estimativas de variâncias dos tratamentos. Entretanto, na experimentação de campo como os recursos são frequentemente limitados, dificilmente o pesquisador poderá aumentar ambos os fatores tanto quanto gostaria de fazê-lo. Usualmente apenas um dos fatores é aumentado, enquanto o outro é mantido inalterado ou reduzido. Diante desse aspecto e baseado no valor de b , esses autores indicam os seguintes critérios na decisão a ser tomada: a) se $b < 0,2$, o aumento da precisão se dá pelo uso de mais repetições nos tratamentos e o uso de parcelas menores; b) se $0,2 \leq b \leq 0,7$, deve-se aumentar o número de repetições e o tamanho da parcela, buscando uma melhor combinação prática para se obter a precisão necessária; c) se $b > 0,7$, a maior precisão se dá principalmente através do aumento do tamanho da parcela e utilização de um menor número de repetições. Nesse estudo o valor obtido de b foi maior que 0,7. Baseado nos critérios expostos anteriormente, o mais indicado no planejamento experimental é o aumento do tamanho da parcela do que o aumento no número de repetições para àquelas condições. Lorentz et al. (2007), Brum et al. (2008), Lorentz et al., (2010), Lúcio et al. (2011) e Lúcio et al. (2012), trabalharam com trigo, sorgo granífero, girassol e alface tomateiro, respectivamente, e também indicaram, para situações em que o valor de b foi superior a 0,7, o aumento do tamanho da parcela e uso de menor número de repetições para incrementar a precisão experimental. Segundo Gomez e Gomez (1984), a utilização de um maior tamanho da parcela faz com que haja maior capacidade de homogeneização dos resultados experimentais, o que a variância entre parcelas. Brum et al. (2008) acrescentam que ao aumentar o tamanho da parcela, busca-se maior homogeneidade entre as parcelas que receberam diferentes tratamentos.

De acordo com Lopes (1993) vale ressaltar que a heterogeneidade do solo pode ser minimizada por condições de maior fertilidade. Já para Storck et al. (2006a), na execução dos ensaios, determinadas técnicas de manejo são fundamentais para a redução da variabilidade, dentre elas, o uso de desbaste,

controle de plantas daninhas, material experimental uniforme e tratos culturais uniformes.

4.3 TAMANHO DE PARCELA PELO MÉTODO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE

Verificou-se que o quadrado médio do resíduo entre parcelas foi maior que dentro da parcela (Tabela 5). Isso significa que houve maior variabilidade entre parcelas e menor variabilidade entre as UBs dentro da parcela, o que por consequência acarretou em um valor de coeficiente de correlação intraclasses ($\hat{\rho}$) para as unidades básicas dentro da parcela positivo e não próximo a zero (0,2786). Isto revela que houve alguma correlação entre as UBs dentro da parcela, o que contribuiu para a utilização de parcelas razoavelmente pequenas, neste caso com 4,00 (quatro) UBs úteis (2,52 m²). Esse resultado está de acordo com Campos (1972) e Lorentz et al. (2010) que realizaram experimentos com girassol e encontraram tamanhos ótimos de parcelas de 2,7 m² e 2,4 m², respectivamente.

Tabela 5 - Tamanho ótimo da parcela em unidades básicas para o rendimento de grãos de girassol, estimado pelo método do coeficiente de correlação intraclasses. Mossoró-RN, UFRSA, 2013¹.

Quadrado médio do resíduo entre parcelas	Quadrado médio do resíduo dentro da parcela	Coeficiente de correlação intraclasses ($\hat{\rho}$)	Número ótimo de unidades básicas úteis por parcela (k)
15291,49	2713,96	0,2786	4,00

¹UB = 0,7 m x 0,9 m.

Segundo Pimentel Gomes (1988), quando $\rho > 0,15$ as soluções obtidas são excelentes (neste experimento $\hat{\rho} = 0,2786$). Mas no caso de valores de ρ baixos e

positivos ($\rho \leq 0,15$), o número de plantas úteis da parcela de tamanho ótimo pode crescer, isto é, se tornar superestimado e então neste caso convém estudar também o número de fileiras úteis a ser usado. Essa informação foi confirmada por Silva et al. (2003), ao realizarem testes clonais com eucalipto. Esses mesmos autores, também atribuem a possibilidade da ocorrência de valores inconsistentes a outro fator que é a presença de um só coeficiente (ρ), o da parcela efetivamente analisada. Isso pode resultar numa possível subestimação do número de plantas úteis da parcela, uma vez que a estimativa de ρ , a partir do qual se inferem os demais, pode confundir o coeficiente de correlação intraclasse esperado em um delineamento com número de árvores pequeno e com um grau possivelmente diferente de competição em relação à parcela usada no cálculo de ρ .

4.4 TAMANHO DA PARCELA PELO MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA MODIFICADO

Verificou-se que o maior valor do CV foi obtido no menor tamanho de parcela (uma UB) e que ocorreu uma redução contínua deste CV com o aumento do tamanho da parcela, porém com taxas diferenciadas de decréscimo, isto é, não linear (Tabelas 16A a 30A). Esta redução do CV (ganho de precisão), pela adição de mais área, é significativo 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 à esta parcela. Vários pesquisadores (HENRIQUES NETO et al., 2004; DONATO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; HUMADA-GONZÁLEZ et al., 2013), 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 reduz rapidamente com o acréscimo de mais área à parcela.

As estimativas dos parâmetros das equações ($\hat{A}$ e $\hat{B}$), dos tamanhos ótimos de parcelas (X_{MC}), dos coeficientes de variação no ponto de máxima curvatura (CV_{MC}), dos coeficientes de determinação (R^2) e as equações de regressão ajustadas, que relacionam o coeficiente de variação (CV) com o tamanho de parcela correspondente (X em UBs), obtidas para cada cultivar e considerando todas cultivares estão apresentadas na Tabela 6 e nas Figuras 17 a 31.

Tabela 6 – Estimativas dos parâmetros do método da máxima curvatura modificado ($\hat{A}$ e $\hat{B}$), valor da abscissa ou tamanho da parcela (X_{MC}) em unidades básicas (UBs) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura e coeficiente de determinação (R^2), para o rendimento de grãos de cultivares de girassol e considerando todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

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

¹UB = 0,7 m x 0,9 m.

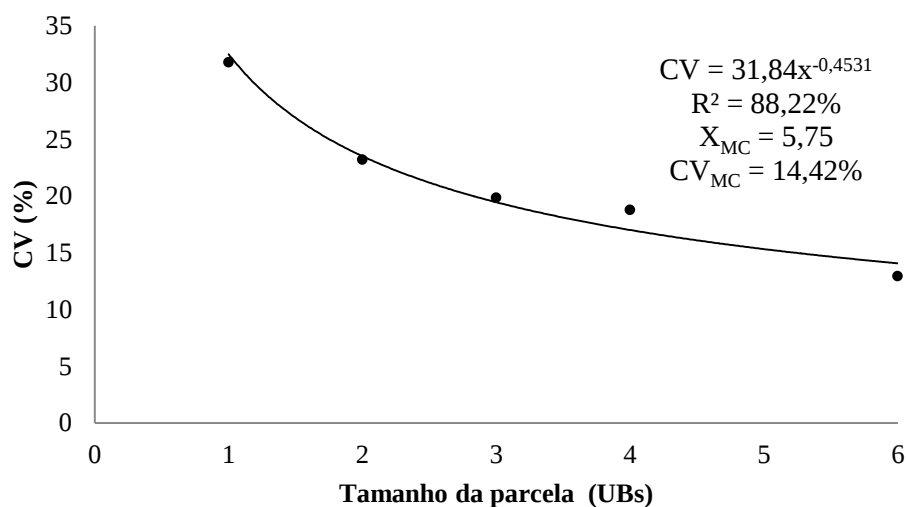


Figura 17 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

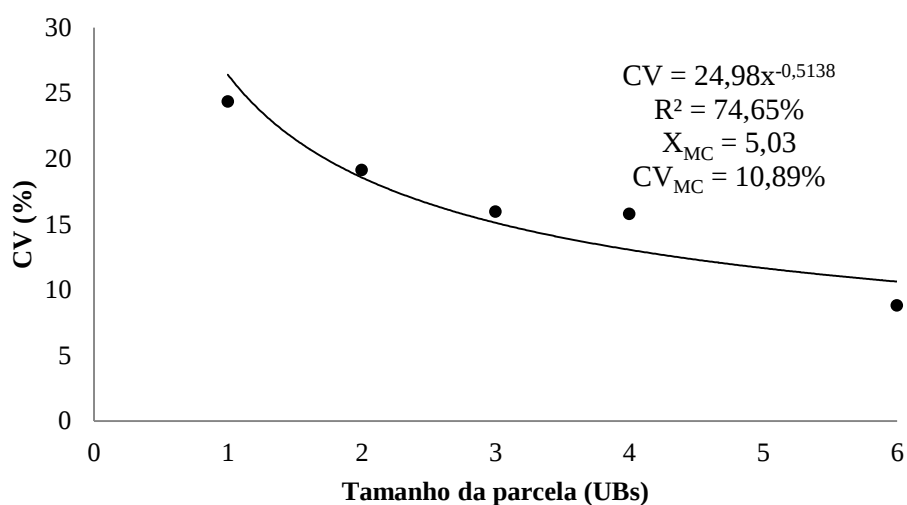


Figura 18 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

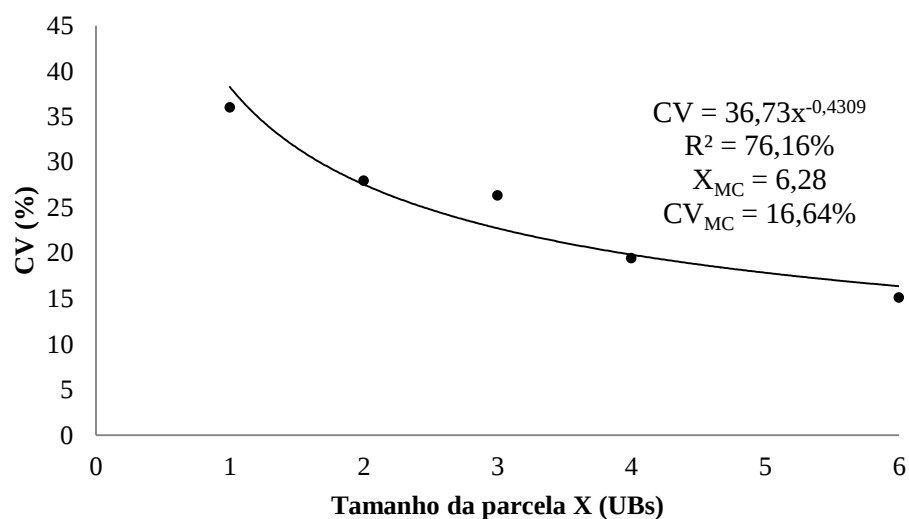


Figura 19 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

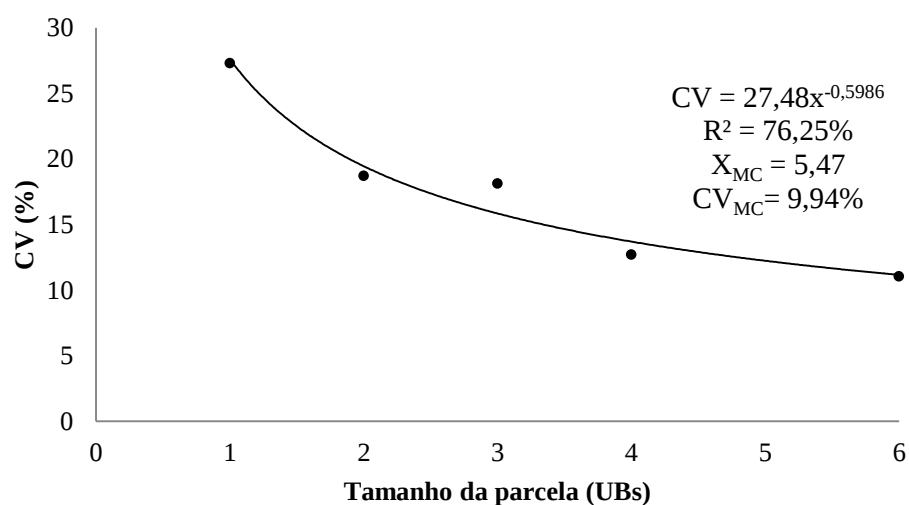


Figura 20 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

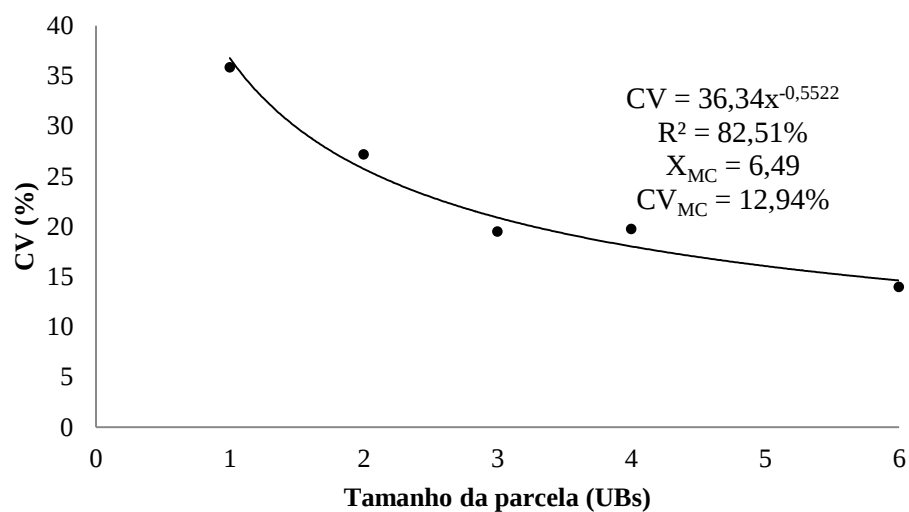


Figura 21 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

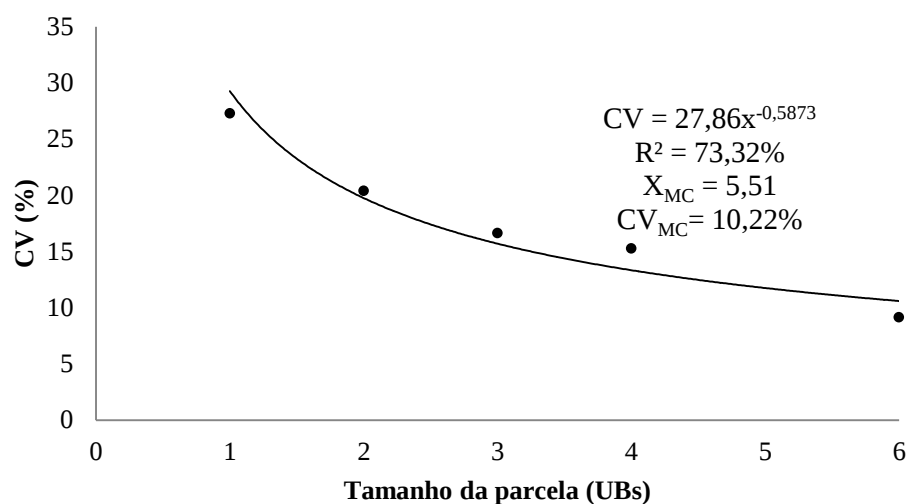


Figura 22 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

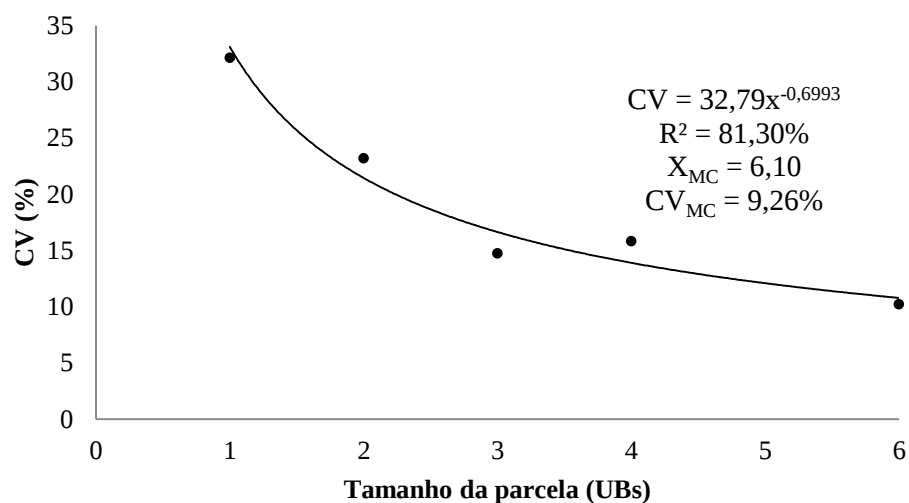


Figura 23 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

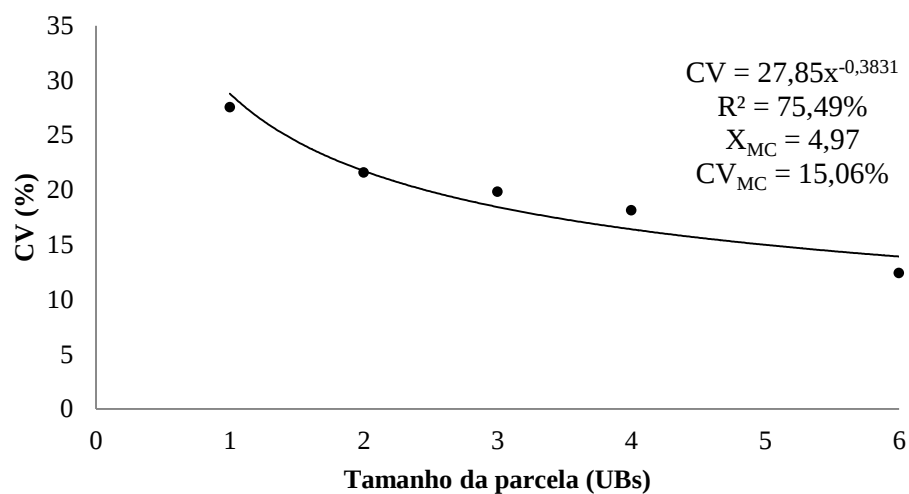


Figura 24 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

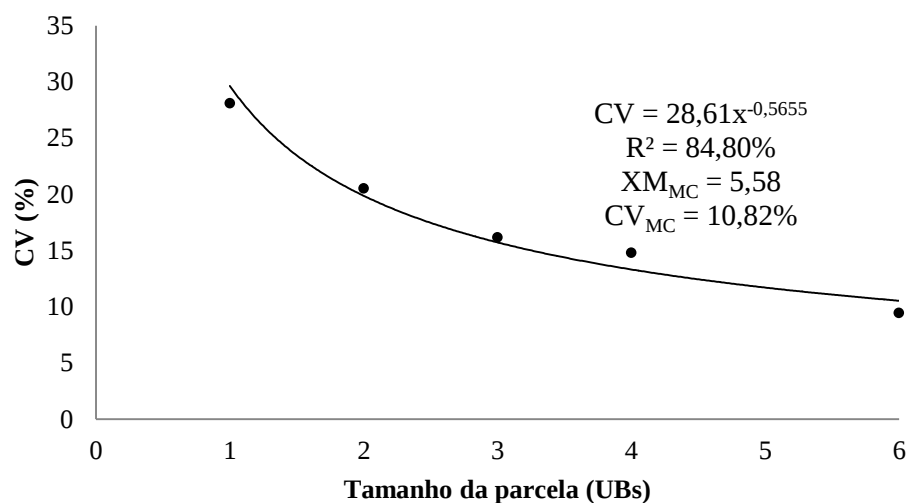


Figura 25 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

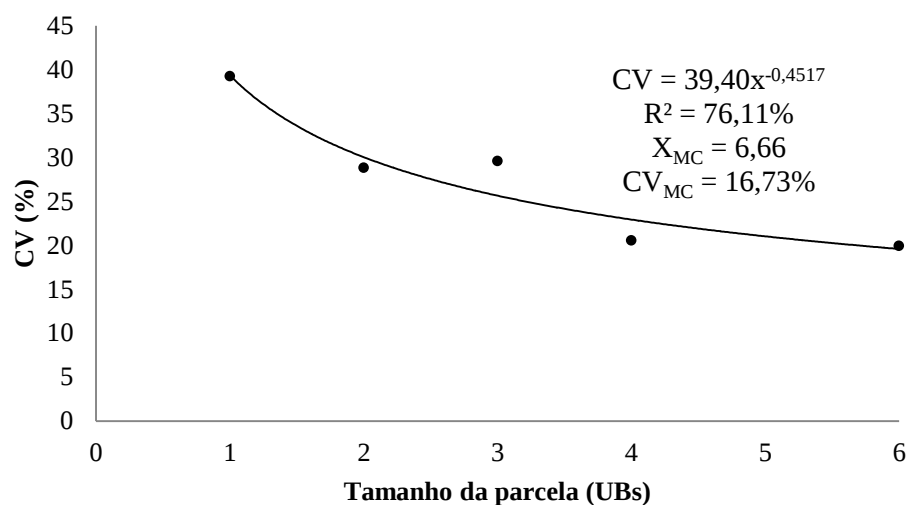


Figura 26 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

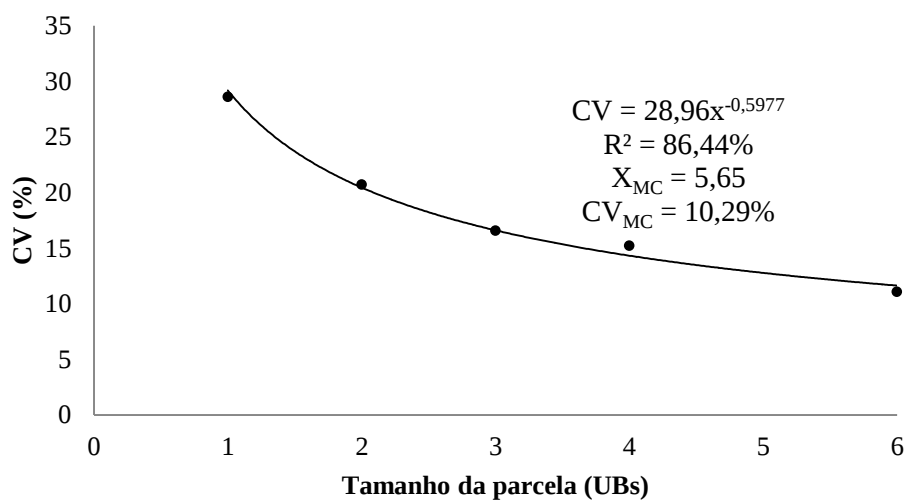


Figura 27 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

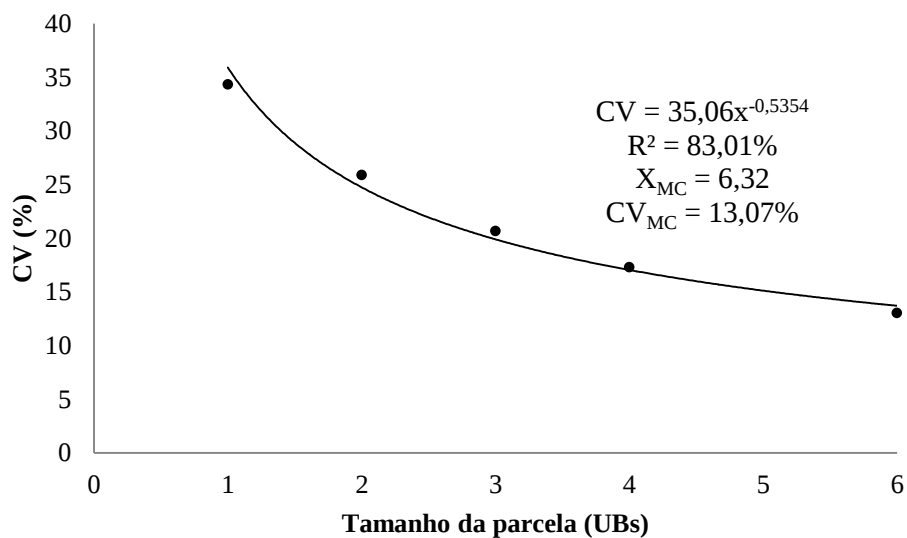


Figura 28 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

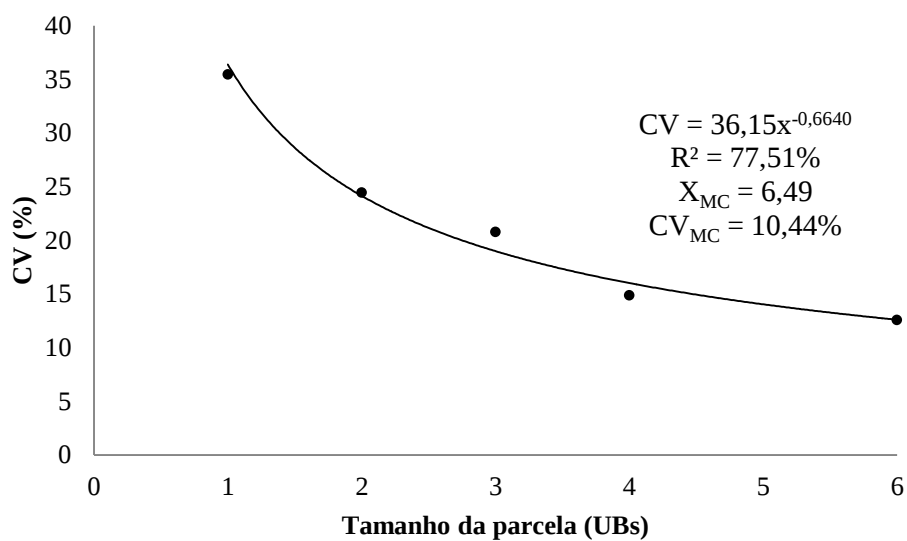


Figura 29 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

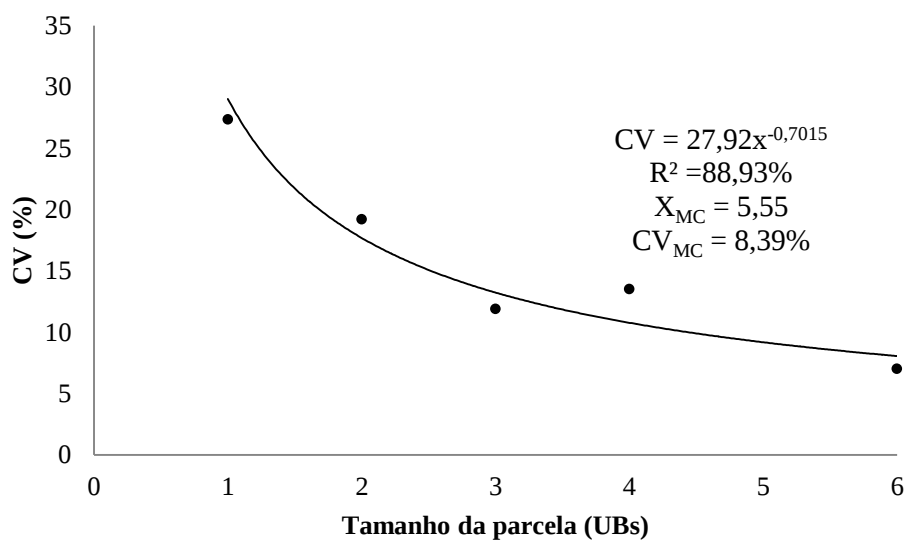


Figura 30 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013

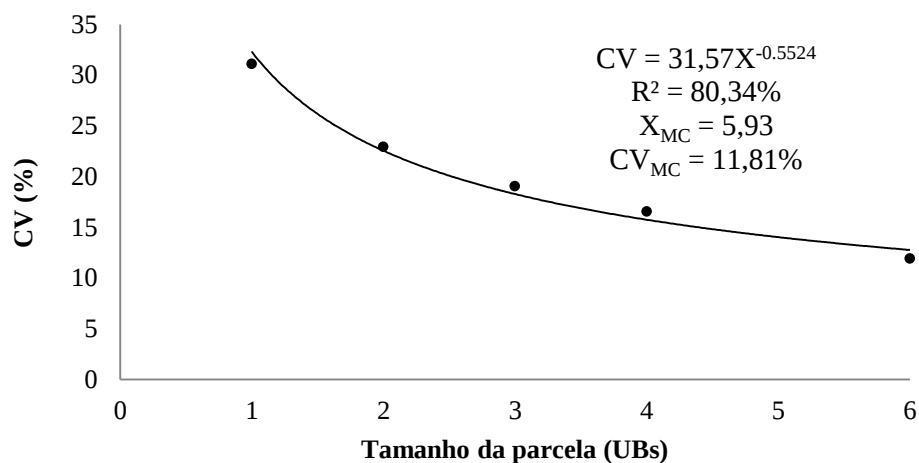


Figura 31 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo método da máxima curvatura modificado, valor da abscissa (X_{MC}) e do coeficiente de variação (CV_{MC}) no ponto de máxima curvatura, para o rendimento de grãos de girassol considerando todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Observou-se que as cultivares apresentaram variabilidade entre os tamanhos de parcelas estimados, os quais variaram de 4,97 UBs (3,13 m²) a 6,66 UBs (4,20 m²), para as cultivares M 734 e Olisun 03, respectivamente. As médias de tamanho de parcela, CV e de R², foram, respectivamente, 5,93 UBs (3,74 m²), 11,81% e 80,34%. A magnitude do valor de R² indicou bom ajuste da equação aos dados. Isso significa que grande parte da variação dos dados foi explicada pela equação de regressão, o que demonstra elevada confiabilidade nas estimativas do tamanho da parcela. Campos (1972) encontrou tamanho ótimo para o girassol de 3,6 m², valor bem próximo ao obtido neste trabalho. As diferenças entre os tamanhos de parcelas estimados para as diferentes cultivares, deveram-se provavelmente às diferenças genéticas entre elas, ou seja, existem cultivares que podem ser mais ou menos influenciadas por fatores ambientais e com isso ter menor ou maior repetibilidade de resposta, respectivamente. Estes resultados

corroboram com obtidos por Martin et al. (2005b) e Storck et al. (2006b), que determinaram diferentes tamanhos de parcelas para genótipos de milho, por meio do método da máxima curvatura modificado. Esses autores concluíram que a variação foi devida à diferenças genéticas. Já Lima et al. (2007), trabalharam com mamoeiro em casa de vegetação e com o método da máxima curvatura modificado verificaram variações no coeficientes de determinação, como as que ocorreram nesse trabalho, e às atribuíram à diferenças genéticas das cultivares avaliadas.

De acordo com Miller, Singer e Nielsen (1988), a heterogeneidade do solo é estimada indiretamente com base no padrão de produção da cultura, pois admite que a variabilidade da produção segue o mesmo comportamento do solo. Já de acordo com Le Clerg, Leonard e Clark (1962), além da heterogeneidade do solo, a variabilidade inerente à própria cultura também é uma importante fonte de erro nas produtividades das parcelas. Entretanto, Le Clerg (1967) ressalta que em culturas de fecundação cruzada, como o girassol, as diferenças genéticas entre plantas podem contribuir para inflacionar o valor do índice de heterogeneidade do solo, enquanto que em culturas autógamas, como o trigo, o valor deste índice de heterogeneidade é, em grande parte, função do efeito da heterogeneidade do solo.

Para Viana et al. (2002) o método da máxima curvatura modificado fornece resultados mais precisos do que o método da máxima curvatura, embora ambos utilizem o mesmo princípio. Isso porque a relação entre o coeficiente de variação e o tamanho da parcela é explicada por meio de equação de regressão e o tamanho ótimo da parcela é obtido através de um procedimento algébrico. Entretanto, neste caso, parece que, a magnitude do valor do parâmetro A da regressão, que corresponde ao coeficiente de variação por parcela constituída de uma unidade básica ($\hat{A}$), exerce maior influência no tamanho da parcela estimado (X_{MC}) que o parâmetro B, o qual corresponde ao valor do coeficiente de heterogeneidade do solo dividido por dois. Este comportamento foi constatado neste trabalho pelo coeficiente de correlação ($r_{(X_{MC}; \hat{A})} = 0,9547^{**}$ e $r_{(X_{MC}; \hat{B})} = 0,1000^{n.s.}$). Neste sentido, em relação a $\hat{A}$, indica a existência de correlação positiva e significativa,

com um alto grau de associação entre as variáveis, e no caso de $\hat{B}$ há a falta de dependência. Por exemplo, comparando-se os resultados obtidos da cultivar Aguará 04 com a da cultivar Olisun 03, observou-se que a cultivar Aguará 04, mesmo com valor estimado do parâmetro B ($\hat{B} = 0,5138$) maior que o da cultivar Olisun 03 ($\hat{B} = 0,4517$), apresentou tamanho de parcela menor (Aguará 04 com $3,17 \text{ m}^2$ e Olisun 03 com $4,20 \text{ m}^2$). Possivelmente isso se deveu ao menor valor do CV por UB (Aguará 04 com $\hat{A} = 24,98\%$ e Olisun 03 com $\hat{A} = 39,40\%$). Este aspecto foi também evidenciado por Henriques Neto (2003), ao realizar vários experimentos com a cultura do trigo, por Oliveira et al. (2006) com batata, por Donato (2007), trabalhando com bananeira, por Lorentz et al. (2010), para a cultura do girassol e por Lorentz, Erichsen e Lúcio (2012), com pimentão. Portanto, nessas condições, de acordo com Oliveira et al. (2006), pressupõe-se que se o pesquisador fornecer maior quantidade de adubo na cultura do girassol, aumentará a produção de grãos média e, com isso, o valor de $\hat{A}$ será reduzido e, por consequência, a estimativa do tamanho ótimo de parcela.

Tendo-se em vista os resultados anteriormente discutidos, verificou-se que, possivelmente as diferenças genéticas das cultivares estudadas, reduziu o efeito da heterogeneidade da área experimental sobre a cultivar e, conseqüentemente, sobre o tamanho da parcela exigido. Nestas condições, mesmo existindo teoricamente a necessidade de parcelas grandes, como por exemplo, no caso da cultivar Aguará 04 ($\hat{B} = 0,5138$), o baixo valor do coeficiente de variação de parcela com uma unidade básica ($\hat{A} = 24,98\%$), favoreceu a utilização de um menor tamanho ($X_{MC} = 3,17 \text{ m}^2$) sem reduzir a precisão experimental ($CV_{MC} = 10,90\%$), tornando mais fácil de detectar diferenças significativas entre os tratamentos. Já para a cultivar Olisun 03 os valores obtidos foram, respectivamente, $\hat{B} = 0,4517$, $\hat{A} = 39,40\%$, $X_{MC} = 4,20 \text{ m}^2$ e $CV_{MC} = 16,73\%$. Resultados semelhantes foram evidenciados por Ortiz (1995), Henriques Neto (2003), Storck et al. (2006b) e Firmino et al. (2012).

O tamanho de parcela estimado neste trabalho pelo método da máxima curvatura modificado, para a cultura do girassol, pode ser considerado adequado. No entanto, Henriques Neto et al. (2004) e Brito et al. (2012), verificaram que na região imediatamente superior ao ponto de máxima curvatura (X_{MC}) ocorre considerável redução nos valores do CV com o aumento do tamanho da parcela. Conforme menciona Chaves (1985), o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura deve ser interpretado como o limite mínimo do tamanho da amostra ou da parcela, e não como o tamanho ótimo, visto que este valor da abscissa tende a ocorrer na região de tamanhos de parcelas menores. Essa interpretação encontra sustentação em Lessman e Atkins (1963), que propuseram a notação de ponto crítico e não ótimo.

Estimativas de tamanho de amostra ou tamanho de parcelas reduzidas obtidas pelo método da máxima curvatura modificado são comuns na literatura (VIANA et al., 2002; HENRIQUES NETO et al., 2004; LEITE et al., 2006; DONATO et al., 2008; SILVA, 2009; BRITO et al., 2012; HUMADA-GONZÁLEZ et al., 2013). Entretanto Zanon e Stork (2000), Viana et al. (2002), Lopes et al. (2005) e Donato et al., (2008) utilizaram vários métodos na determinação de tamanho de parcelas e indicaram como o mais adequado o método da máxima curvatura modificado.

Segundo Lima et al. (2007), o método da máxima curvatura modificado apresenta a vantagem de estabelecer uma equação de regressão com altos valores de coeficiente de determinação, como encontrado nesse trabalho, aumentando assim a confiabilidade das estimativas dos tamanhos de parcela. Ainda de acordo com esses autores o referido método apresenta a desvantagem de não considerar os custos do experimento, porém, dentro de certos limites, desde que os custos não sejam tão elevados podem ser desprezados com o intuito de se aumentar à precisão de um experimento.

De uma maneira geral, com relação ao tamanho de parcela adequado neste estudo, como o interesse maior é na avaliação conjunta de todos as cultivares, uma

alternativa seria utilizar o maior tamanho de parcela, neste caso, 6,66 UBs (4,20 m²) com um CV de 16,73%. No entanto, uma outra sugestão mais cautelosa seria utilizar a média dos tamanhos de parcela dos diferentes cultivares, ou seja, 5,93 UBs (3,74 m²), tamanho que reduziu o CV para 11,81%. Neste sentido, aumenta-se a precisão do experimento de forma economicamente viável. Por outro lado se o objetivo do estudo fosse realizar um ensaio preliminar com vários genótipos para um posterior experimento avançado de competição de cultivares, a indicação seria utilizar o menor tamanho de parcela, aqui com 4,97 UBs (3,13 m²), cujo CV obtido foi de 15,06%.

4.5 TAMANHO DA PARCELA PELO MODELO LINEAR SEGMENTADO COM PLATÔ

Para a estimação do tamanho da parcela por este modelo, também foram avaliados os cinco diferentes tamanhos de parcela utilizados no método da máxima curvatura modificado e obtidos os CVs para cada tamanho, cultivar e todo experimento (Tabelas 16A a 30A). Portanto, o comportamento entre o CV e o tamanho da parcela, para todas as cultivares isoladamente e considerando-as em conjunto, foi o mesmo já descrito no método da máxima curvatura modificado.

O tamanho da parcela estimado por este modelo também utiliza a relação entre o CV e o respectivo tamanho da parcela, só que ajusta uma equação de regressão linear segmentada com platô (FERREIRA, 2007). O primeiro segmento descreve uma reta crescente ou decrescente até um determinado valor CVP da curva, que representa o CV no ponto correspondente ao platô (junção do segmento linear e platô). A partir desse ponto o valor do CV assume uma constante. As estimativas dos parâmetros desse modelo foram usadas para a obtenção do

tamanho ótimo da parcela (XP), que é o valor para qual o modelo linear se transforma em um platô, em relação à abscissa.

Na Tabela 7 e nas Figuras 32 a 46 estão expostas as estimativas dos parâmetros do modelo linear segmentado com platô ($\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$ e $C\hat{V}P$), dos coeficientes de variação de parcela constituída de uma unidade básica (CV_1), dos tamanhos ótimos de parcelas (XP), dos coeficientes de determinação (R^2), e as equações de regressão ajustadas, que relacionam o CV com o tamanho de parcela correspondente (X em UBs), obtidas para cada cultivar e considerando todas as cultivares.

Tabela 7 - 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 (R^2), para o rendimento de grãos de girassol, considerando-se cada cultivar individualmente e todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Cultivares ¹	Parâmetros do modelo			CV_1 (%)	Tamanho da parcela (UBs)	R^2 (%)
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$C\hat{V}P$ (%)			
Aguará 03	37,41	-6,49	15,27	30,92	3,41	82,05
Charrua	32,95	-6,32	11,24	26,63	3,44	67,94
BRS 324	42,67	-7,64	16,03	35,03	3,49	77,29
Aguará 06	33,15	-6,35	10,82	26,80	3,51	71,37
Paraíso 65	40,84	-7,07	14,68	33,77	3,70	82,40
Paraíso 55	32,40	-5,17	11,78	27,23	3,99	81,01
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
Embrapa 122	38,12	-7,28	8,58	30,84	4,06	83,06
Paraíso 103 CL	40,50	-7,22	10,40	33,28	4,17	82,72
Aguará 05	41,36	-6,03	15,66	35,33	4,26	77,76
M 734	30,43	-3,81	13,34	26,62	4,48	74,49
Zenit	30,58	-5,12	7,05	25,46	4,60	86,22
Aguará 04	26,91	-3,49	10,31	23,42	4,76	81,60
Todas as cultivares	36,00	-5,99	12,46	30,01	3,93	78,85

¹UB = 0,7 m x 0,9 m.

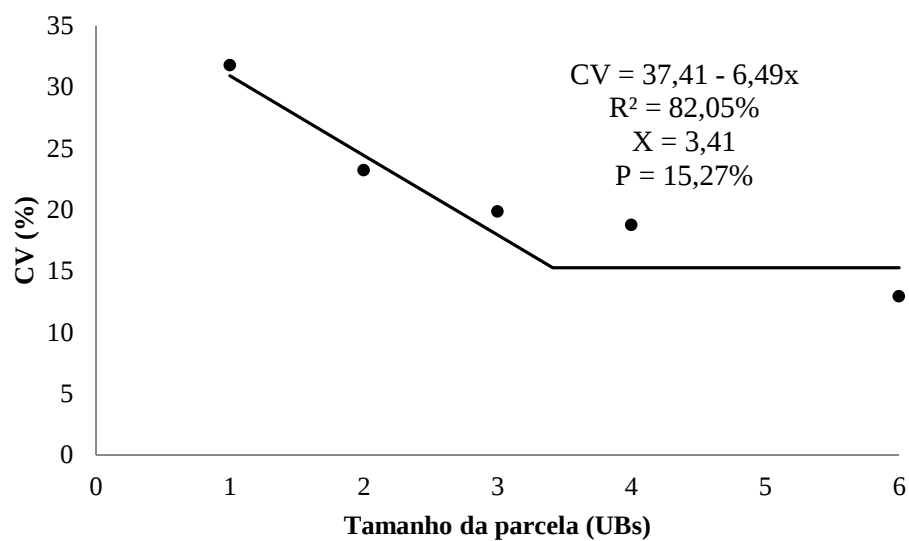


Figura 32 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

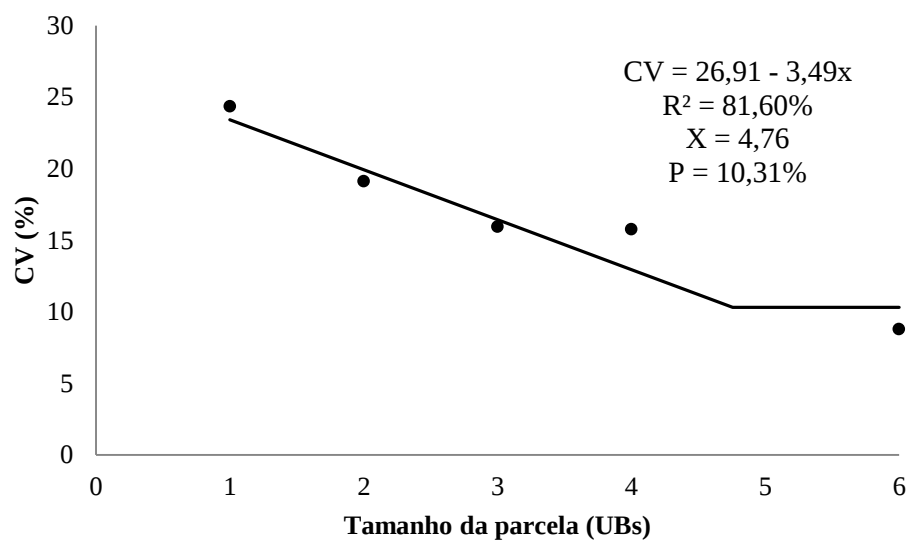


Figura 33 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

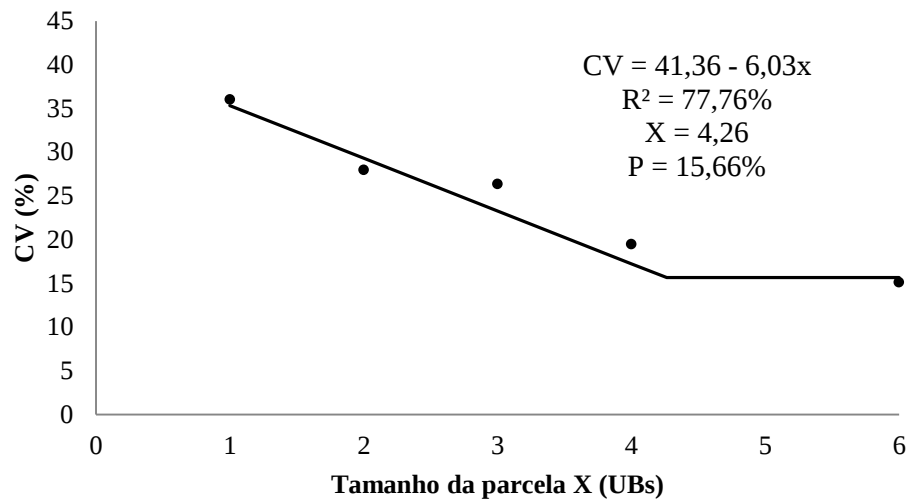


Figura 34 – Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

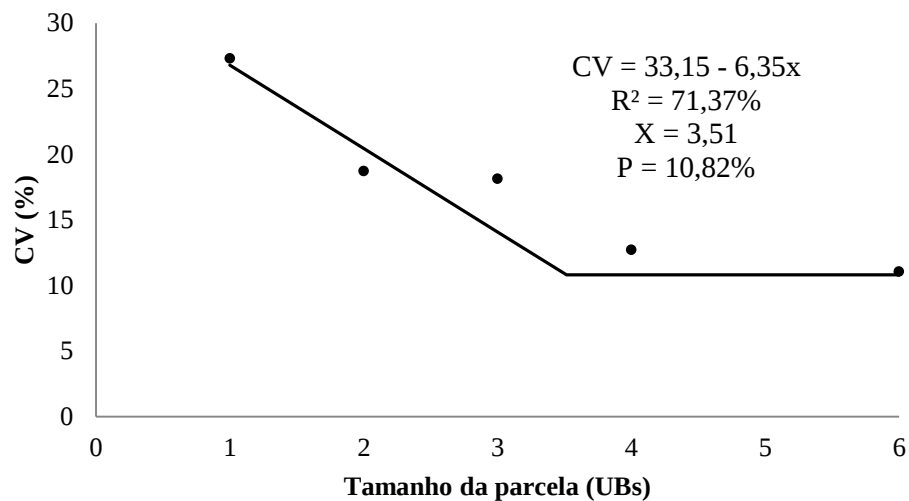


Figura 35 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

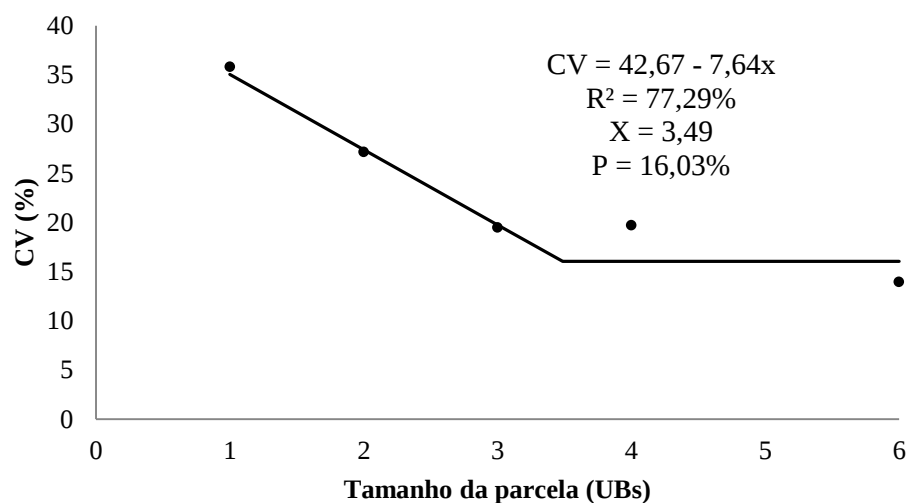


Figura 36 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

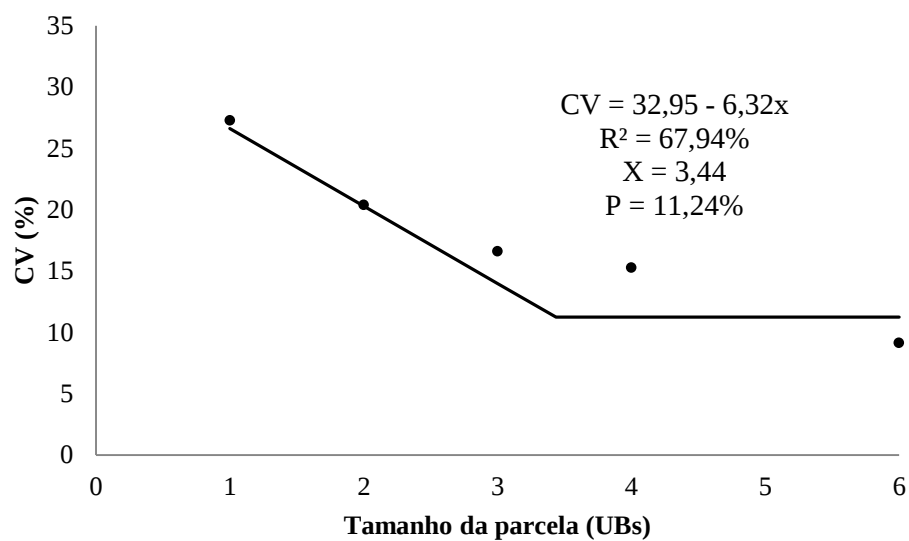


Figura 37 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

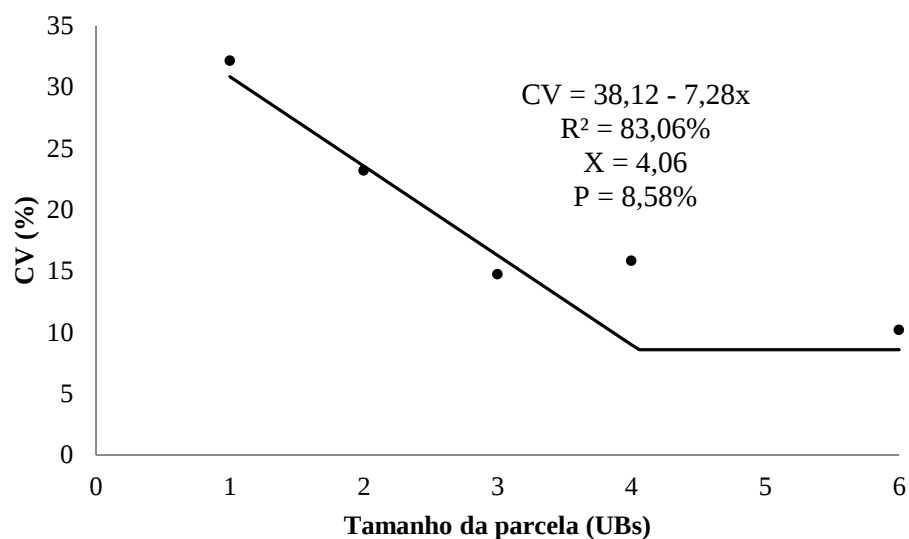


Figura 38 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

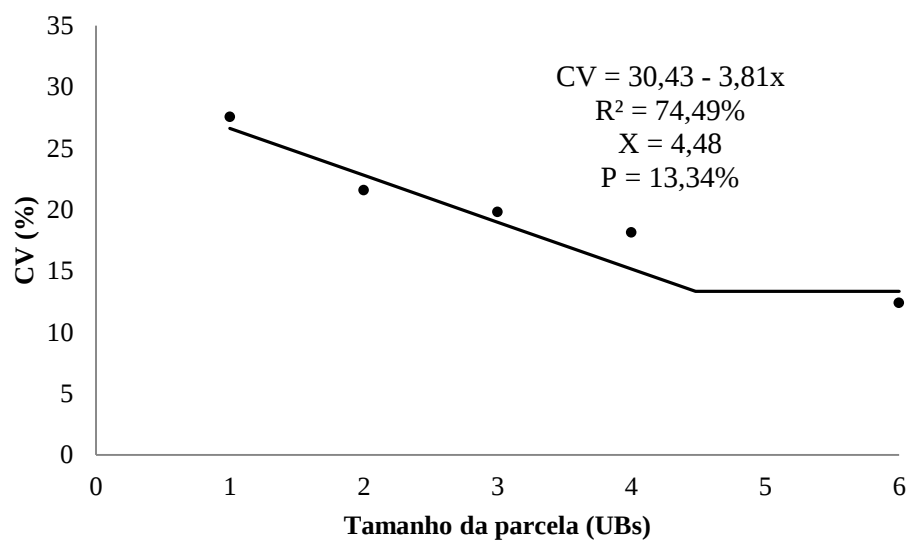


Figura 39 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

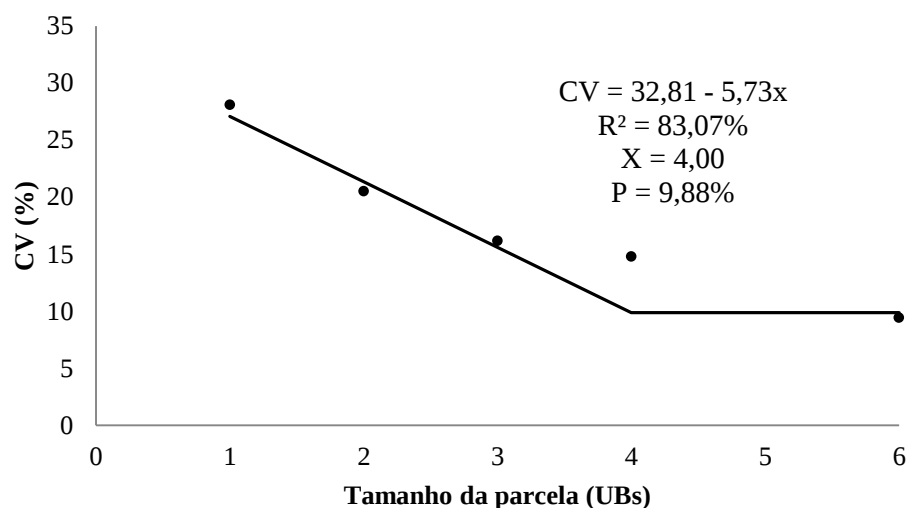


Figura 40 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

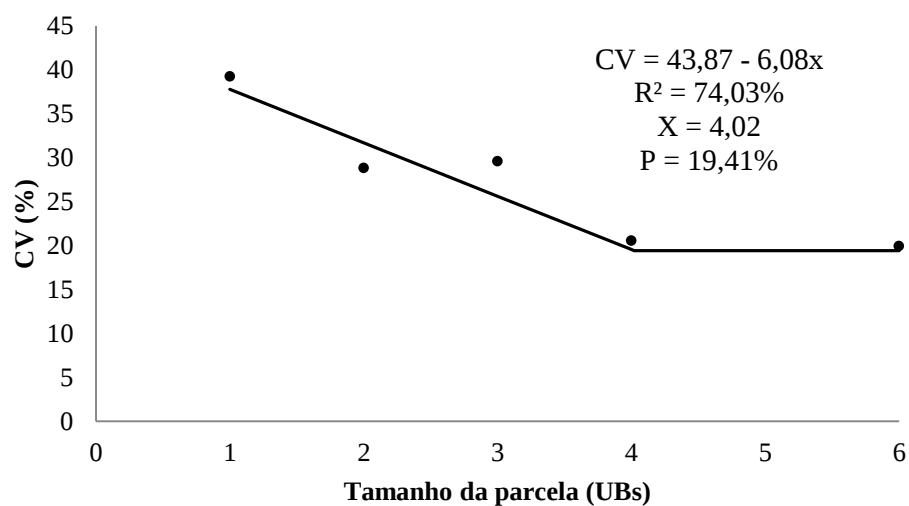


Figura 41 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

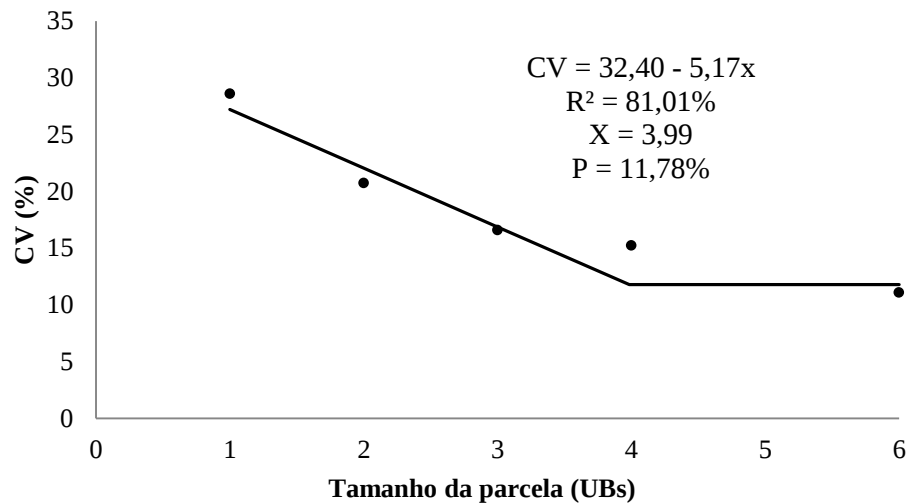


Figura 42 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

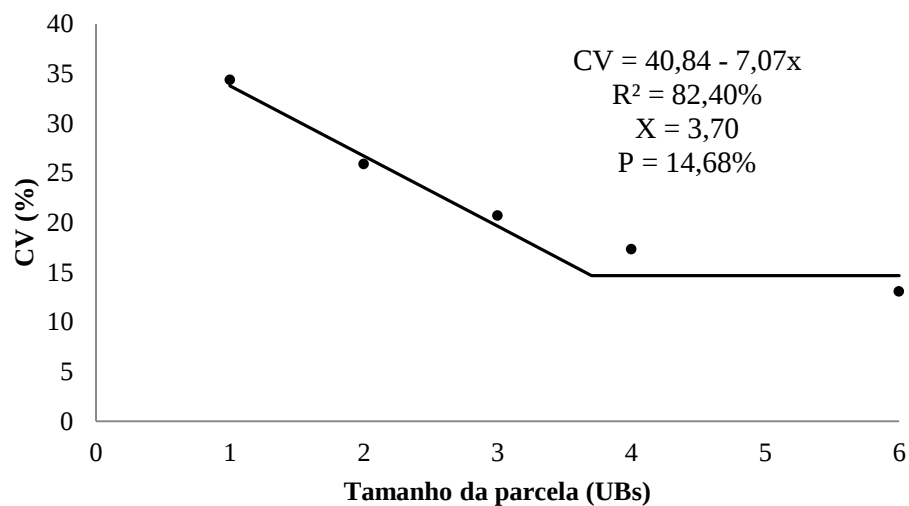


Figura 43 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

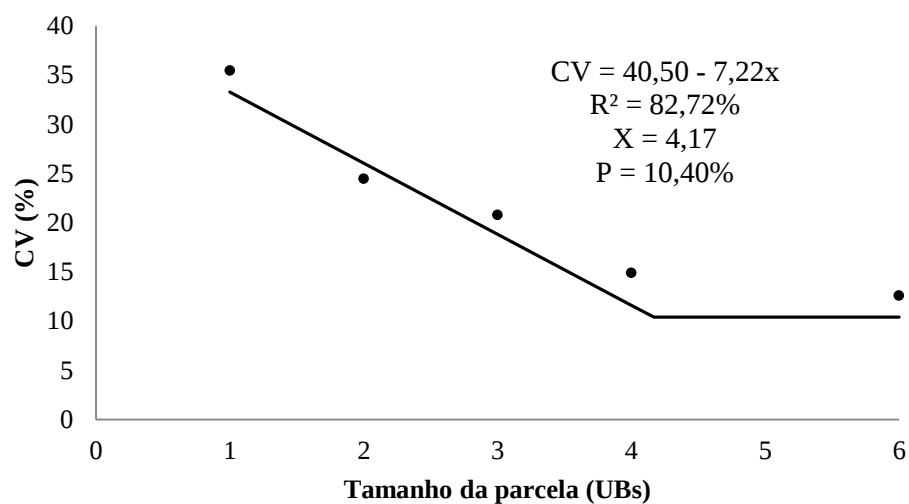


Figura 44 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

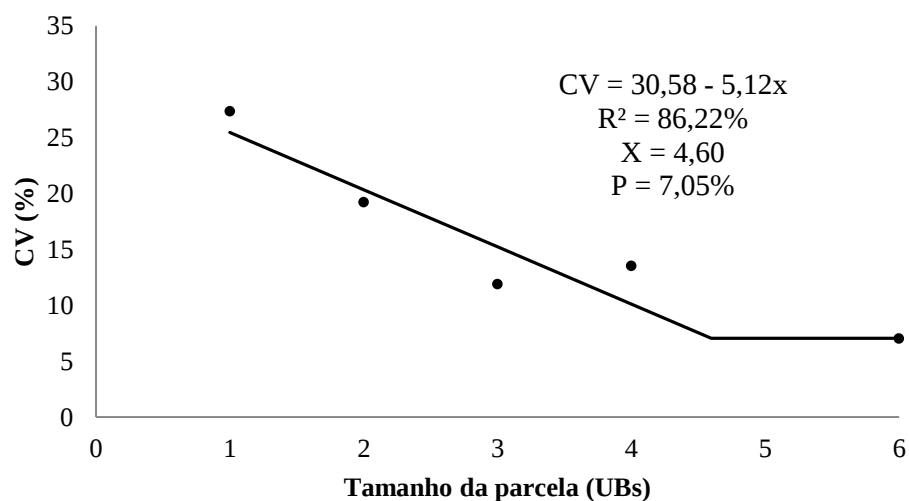


Figura 45 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos da cultivar de girassol Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

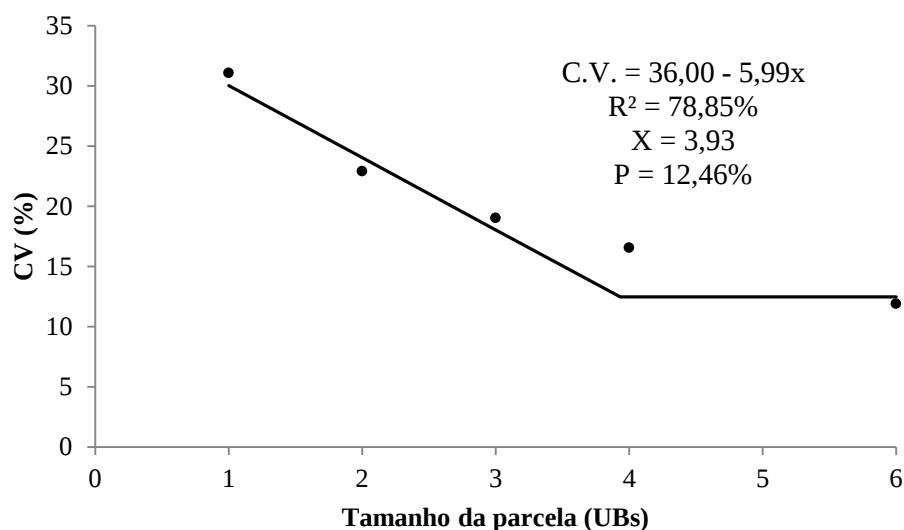


Figura 46 - Relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela pelo modelo linear segmentado com platô, valor da abscissa (X) e do coeficiente de variação (P) no ponto de platô, para o rendimento de grãos considerando todas as cultivares de girassol. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Verificou-se também, por esse modelo, 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. As médias de tamanho de parcela, CV e de R², foram, respectivamente, 3,93 UBs (2,48 m²), 12,46% e 78,85%. A magnitude do valor do R², também indicou bom ajuste do referido modelo aos dados. Isto significa que grande parte da variação dos dados foi explicada por esse modelo segmentado, e assim apresenta também elevada confiabilidade nas estimativas do tamanho da parcela. Resultados semelhantes 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 parcelas estimados para as diferentes cultivares, possivelmente deveu-se às diferenças genéticas, como já discutidas anteriormente.

No modelo linear segmentado com platô o tamanho adequado da parcela também é obtido por um procedimento algébrico. No entanto, parece que neste

caso a magnitude do valor de β_1 desse modelo, que corresponde a declividade do primeiro segmento, exerce maior influência no tamanho da parcela estimado (XP) que os valores de β_0 (intercepto ou origem da função), do $\hat{CV}_P$ (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). Constatou-se esse comportamento pelo cálculo do coeficiente de correlação ($r(XP; \beta_1) = 0,7009^{**}$, $r(XP; \beta_0) = -0,4243^{n.s.}$, $r(XP; \hat{CV}_P) = -0,3464^{n.s.}$ e $r(XP; CV_1) = 0,3143^{n.s.}$). Isso significa que há com relação a β_1 , correlação positiva e significativa, com um bom grau de associação entre as variáveis, e nos casos de β_0 , $\hat{CV}_P$ e CV_1 falta de dependência. Observou-se também que a cultivar Aguará 03, mesmo apresentando valor do coeficiente de variação de uma unidade básica maior ($CV_1 = 30,92\%$) do que a cultivar Aguará 04 ($CV_1 = 23,42\%$), teve menor tamanho de parcela estimado (Aguará 03 com $2,15 \text{ m}^2$ e Aguará 04 com $3,00 \text{ m}^2$). Isto provavelmente se deve à maior declividade do primeiro segmento (Aguará 03 com $\beta_1 = -6,49$ e Aguará 04 com $\beta_1 = -3,49$). Este aspecto pode ser observado em vários trabalhos científicos (SILVA, 2009; OLIVEIRA et al., 2011; PEIXOTO; FARIA; MORAIS, 2011). Por outro lado, notou-se que este comportamento foi diferente daquele observado no método da máxima curvatura modificado onde o tamanho da parcela determinado foi muito influenciado pela magnitude do valor do coeficiente de variação de parcela constituída por uma unidade básica ($\hat{A}$).

O tamanho de parcela estimado neste trabalho, pelo modelo linear segmentado com platô, para a cultura do girassol ($2,48 \text{ m}^2$) pode ser também adequado, embora menor que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado ($3,74 \text{ m}^2$). Isto porque apresentou boa precisão ($\hat{CV}_P = 12,46\%$) e bom ajuste dos dados ao modelo ($R^2 = 78,85\%$), valores estes que não divergiram dos obtidos pelo método da máxima curvatura modificado ($CV_{MC} = 11,81\%$ e $R^2 = 80,34\%$). Por outro lado, observou-se em vários trabalhos (PARANAÍBA;

MORAIS; FERREIRA, 2009; SILVA, 2009; CAMPOS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; BRITO et al., 2012; HUMADA-GONZÁLEZ et al., 2013), tamanho de parcela obtido pelo modelo linear segmentado com platô maior que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado. Isto se justifica, segundo Chaves (1985), pelo fato do valor da abscissa do ponto da máxima curvatura tender a ocorrer na região de tamanhos de parcelas menores.

Nesse estudo, o fato do modelo linear segmentado com platô ter apresentado tamanho de parcela menor que o obtido pelo método da máxima curvatura modificado, provavelmente tenha sido devido à ocorrência de “falso” platô, que de acordo com Peixoto, Faria e Morais (2011), um possível “falso” platô pode ser obtido ao se utilizar de modelos segmentados. Isto ocorre porque nem sempre existe amplitude suficiente nos tamanhos de parcelas simulados para se alcançar uma resposta platô, ou seja, quando o domínio (diferentes tamanhos de parcelas simulados) é limitado ou pequeno.

Nesse experimento, por se tratar de ensaio corrente, ou seja, experimento de avaliação de cultivares, cada parcela passou a ser considerada um ensaio de uniformidade. Isso limitou a quantidade dos diferentes tamanhos de parcelas simulados, o que pode ter acarretado um possível “falso” platô, contribuindo assim para a obtenção de um menor tamanho adequado da parcela ($2,48 \text{ m}^2$), quando comparado com o obtido através do método da máxima curvatura modificado ($3,74 \text{ m}^2$). Resultados semelhantes foram obtidos por Paranaíba (2007) nos experimentos com mandioca e por Cargnelutti Filho et al. (2011b) com milho, que utilizaram um número pequeno de diferentes tamanhos de parcelas simulados (seis), na qual os tamanhos ótimos de parcelas estimados pelo modelo linear segmentado com platô foram menores que os tamanhos ótimos estimados pelo método da máxima curvatura modificado com diferenças de 1,62 e 0,54 UBs, respectivamente. Nesse estudo, essa diferença foi de 2,00 UBs.

4.6 TAMANHO DA PARCELA E DIFERENÇA DETECTÁVEL ENTRE MÉDIAS DE TRATAMENTOS PELO MÉTODO DE HATHEWAY

Nas Tabelas 8 a 22 são apresentados os diferentes tamanhos da parcela 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, 14 e 16, número de repetições (r) iguais a 3, 5 e 10, coeficientes de variação (CV) de 6, 12, 20 (CV experimental), 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 (d) iguais a 10, 15 e 20%. Considerou-se um experimento no delineamento em blocos completos casualizados e o coeficiente de heterogeneidade do solo (b), para cada cultivar e considerando todas as cultivares.

Tabela 8 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 03 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	3,19	1,41	0,56	2,48	1,25	0,54	2,29	1,21	0,79	2,26	1,20	0,52
	12	16,07	7,11	2,82	12,52	6,32	2,71	11,56	6,09	4,01	11,41	6,05	2,64
	20	52,94	23,41	9,31	41,25	20,83	8,91	38,09	20,05	13,21	37,60	19,92	8,69
	24	81,03	35,84	14,24	63,13	31,89	13,64	58,30	30,69	20,22	57,56	30,49	13,30
	30	136,42	60,33	23,98	106,29	53,68	22,97	98,15	51,67	34,04	96,90	51,34	22,39
	31,84*	156,77	69,33	27,56	122,14	61,69	26,40	112,80	59,38	39,12	111,35	58,99	25,73
15	6	1,24	0,55	0,22	0,96	0,49	0,21	0,89	0,47	0,31	0,88	0,47	0,20
	12	6,23	2,76	1,10	4,86	2,45	1,05	4,49	2,36	1,56	4,43	2,35	1,02
	20	20,55	9,09	3,61	16,01	8,08	3,46	14,78	7,78	5,13	14,59	7,73	3,37
	24	31,45	13,91	5,53	24,50	12,37	5,30	22,63	11,91	7,85	22,34	11,83	5,16
	30	52,94	23,41	9,31	41,25	20,83	8,91	38,09	20,05	13,21	37,60	19,92	8,69
	31,84	60,84	26,91	10,69	47,40	23,94	10,24	43,77	23,05	15,18	43,21	22,89	9,99
20	6	0,63	0,28	0,11	0,49	0,25	0,11	0,45	0,24	0,16	0,45	0,24	0,10
	12	3,19	1,41	0,56	2,48	1,25	0,54	2,29	1,21	0,79	2,26	1,20	0,52
	20	10,50	4,64	1,85	8,18	4,13	1,77	7,55	3,98	2,62	7,46	3,95	1,72
	24	16,07	7,11	2,82	12,52	6,32	2,71	11,56	6,09	4,01	11,41	6,05	2,64
	30	27,05	11,96	4,75	21,07	10,64	4,55	19,46	10,25	6,75	19,21	10,18	4,44
	31,84	31,08	13,75	5,46	24,22	12,23	5,23	22,36	11,77	7,76	22,08	11,70	5,10

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 0,86; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 9 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 04 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,77	1,35	0,60	2,23	1,22	0,58	2,08	1,18	0,82	2,05	1,17	0,56
	12	11,54	5,62	2,50	9,26	5,07	2,40	8,63	4,91	3,40	8,54	4,88	2,35
	20	32,98	16,07	7,13	26,47	14,50	6,87	24,68	14,02	9,71	24,40	13,94	6,71
	24	47,97	23,39	10,38	38,51	21,10	9,99	35,90	20,40	14,13	35,49	20,28	9,77
	30	75,90	37,00	16,42	60,92	33,38	15,81	56,80	32,28	22,35	56,16	32,09	15,46
	24,98*	52,08	25,39	11,27	41,81	22,91	10,85	38,98	22,15	15,34	38,54	22,02	10,61
15	6	1,21	0,59	0,26	0,97	0,53	0,25	0,90	0,51	0,35	0,89	0,51	0,25
	12	5,01	2,44	1,08	4,02	2,20	1,04	3,75	2,13	1,48	3,71	2,12	1,02
	20	14,33	6,98	3,10	11,50	6,30	2,98	10,72	6,09	4,22	10,60	6,06	2,92
	24	20,84	10,16	4,51	16,73	9,17	4,34	15,60	8,86	6,14	15,42	8,81	4,24
	30	32,98	16,07	7,13	26,47	14,50	6,87	24,68	14,02	9,71	24,40	13,94	6,71
	24,98	22,63	11,03	4,89	18,16	9,95	4,71	16,93	9,62	6,66	16,74	9,57	4,61
20	6	0,67	0,33	0,14	0,54	0,29	0,14	0,50	0,28	0,20	0,49	0,28	0,14
	12	2,77	1,35	0,60	2,23	1,22	0,58	2,08	1,18	0,82	2,05	1,17	0,56
	20	7,93	3,87	1,72	6,37	3,49	1,65	5,93	3,37	2,34	5,87	3,35	1,61
	24	11,54	5,62	2,50	9,26	5,07	2,40	8,63	4,91	3,40	8,54	4,88	2,35
	30	18,25	8,90	3,95	14,65	8,03	3,80	13,66	7,76	5,37	13,50	7,72	3,72
	24,98	12,53	6,11	2,71	10,05	5,51	2,61	9,37	5,33	3,69	9,27	5,30	2,55

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 0,97; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 10 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 05 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	3,39	1,43	0,54	2,60	1,27	0,52	2,39	1,22	0,79	2,36	1,21	0,51
	12	18,61	7,88	2,98	14,31	6,97	2,85	13,16	6,70	4,31	12,98	6,65	2,78
	20	65,30	27,66	10,47	50,21	24,46	10,01	46,17	23,50	15,14	45,55	23,34	9,74
	24	102,22	43,30	16,39	78,60	38,29	15,67	72,28	36,78	23,70	71,31	36,53	15,25
	30	176,89	74,93	28,36	136,01	66,26	27,11	125,08	63,65	41,02	123,40	63,22	26,39
	36,73*	290,97	123,26	46,66	223,73	108,99	44,59	205,75	104,71	67,47	202,98	103,99	43,41
15	6	1,25	0,53	0,20	0,96	0,47	0,19	0,88	0,45	0,29	0,87	0,45	0,19
	12	6,87	2,91	1,10	5,28	2,57	1,05	4,86	2,47	1,59	4,79	2,45	1,02
	20	24,11	10,21	3,87	18,53	9,03	3,69	17,04	8,67	5,59	16,82	8,61	3,60
	24	37,73	15,98	6,05	29,01	14,13	5,78	26,68	13,58	8,75	26,32	13,48	5,63
	30	65,30	27,66	10,47	50,21	24,46	10,01	46,17	23,50	15,14	45,55	23,34	9,74
	36,73	107,41	45,50	17,22	82,59	40,23	16,46	75,95	38,65	24,91	74,93	38,39	16,03
20	6	0,62	0,26	0,10	0,47	0,23	0,09	0,44	0,22	0,14	0,43	0,22	0,09
	12	3,39	1,43	0,54	2,60	1,27	0,52	2,39	1,22	0,79	2,36	1,21	0,51
	20	11,89	5,03	1,91	9,14	4,45	1,82	8,40	4,28	2,76	8,29	4,25	1,77
	24	18,61	7,88	2,98	14,31	6,97	2,85	13,16	6,70	4,31	12,98	6,65	2,78
	30	32,20	13,64	5,16	24,76	12,06	4,93	22,77	11,59	7,47	22,46	11,51	4,80
	36,73	52,96	22,44	8,49	40,72	19,84	8,12	37,45	19,06	12,28	36,95	18,93	7,90

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 0,81; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 11 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Aguará 06 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,35	1,29	0,65	1,95	1,18	0,63	1,84	1,15	0,84	1,82	1,14	0,62
	12	7,73	4,24	2,15	6,43	3,89	2,08	6,07	3,78	2,78	6,01	3,76	2,04
	20	18,60	10,20	5,17	15,48	9,36	5,01	14,60	9,10	6,69	14,46	9,06	4,92
	24	25,45	13,96	7,07	21,18	12,81	6,85	19,97	12,45	9,16	19,78	12,39	6,73
	30	37,35	20,48	10,38	31,08	18,79	10,06	29,31	18,27	13,44	29,04	18,19	9,87
	27,48*	32,12	17,61	8,93	26,73	16,16	8,65	25,21	15,71	11,56	24,97	15,64	8,49
15	6	1,17	0,64	0,32	0,97	0,59	0,31	0,92	0,57	0,42	0,91	0,57	0,31
	12	3,85	2,11	1,07	3,20	1,94	1,04	3,02	1,88	1,38	2,99	1,87	1,02
	20	9,26	5,08	2,57	7,71	4,66	2,49	7,27	4,53	3,33	7,20	4,51	2,45
	24	12,68	6,95	3,52	10,55	6,38	3,41	9,95	6,20	4,56	9,85	6,17	3,35
	30	18,60	10,20	5,17	15,48	9,36	5,01	14,60	9,10	6,69	14,46	9,06	4,92
	27,48	16,00	8,77	4,45	13,31	8,05	4,31	12,55	7,83	5,76	12,44	7,79	4,23
20	6	0,71	0,39	0,20	0,59	0,36	0,19	0,56	0,35	0,26	0,55	0,35	0,19
	12	2,35	1,29	0,65	1,95	1,18	0,63	1,84	1,15	0,84	1,82	1,14	0,62
	20	5,65	3,10	1,57	4,70	2,84	1,52	4,43	2,76	2,03	4,39	2,75	1,49
	24	7,73	4,24	2,15	6,43	3,89	2,08	6,07	3,78	2,78	6,01	3,76	2,04
	30	11,34	6,22	3,15	9,44	5,71	3,05	8,90	5,55	4,08	8,82	5,52	3,00
	27,48	9,76	5,35	2,71	8,12	4,91	2,63	7,66	4,77	3,51	7,58	4,75	2,58

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,16; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 12 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar BRS 324 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,57	1,32	0,62	2,10	1,20	0,60	1,97	1,17	0,83	1,95	1,16	0,59
	12	9,62	4,95	2,33	7,85	4,50	2,25	7,36	4,36	3,10	7,28	4,34	2,20
	20	25,44	13,08	6,17	20,76	11,89	5,95	19,45	11,53	8,20	19,25	11,47	5,83
	24	36,00	18,51	8,72	29,37	16,83	8,42	27,53	16,31	11,61	27,24	16,23	8,25
	30	55,05	28,31	13,34	44,91	25,73	12,88	42,09	24,95	17,75	41,65	24,81	12,62
	36,34*	79,29	40,77	19,21	64,69	37,06	18,55	60,63	35,93	25,57	59,99	35,74	18,17
15	6	1,19	0,61	0,29	0,97	0,56	0,28	0,91	0,54	0,38	0,90	0,54	0,27
	12	4,45	2,29	1,08	3,63	2,08	1,04	3,40	2,02	1,43	3,36	2,00	1,02
	20	11,76	6,05	2,85	9,59	5,50	2,75	8,99	5,33	3,79	8,90	5,30	2,69
	24	16,64	8,55	4,03	13,57	7,78	3,89	12,72	7,54	5,36	12,59	7,50	3,81
	30	25,44	13,08	6,17	20,76	11,89	5,95	19,45	11,53	8,20	19,25	11,47	5,83
	36,34	36,65	18,84	8,88	29,90	17,13	8,57	28,02	16,61	11,82	27,73	16,52	8,40
20	6	0,69	0,35	0,17	0,56	0,32	0,16	0,53	0,31	0,22	0,52	0,31	0,16
	12	2,57	1,32	0,62	2,10	1,20	0,60	1,97	1,17	0,83	1,95	1,16	0,59
	20	6,80	3,50	1,65	5,55	3,18	1,59	5,20	3,08	2,19	5,15	3,07	1,56
	24	9,62	4,95	2,33	7,85	4,50	2,25	7,36	4,36	3,10	7,28	4,34	2,20
	30	14,72	7,57	3,57	12,01	6,88	3,44	11,25	6,67	4,74	11,13	6,63	3,37
	36,34	21,19	10,90	5,14	17,29	9,91	4,96	16,20	9,60	6,83	16,04	9,55	4,86

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,05; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 13 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Charrua de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,42	1,30	0,64	2,00	1,19	0,62	1,88	1,15	0,84	1,86	1,15	0,61
	12	8,28	4,45	2,20	6,85	4,07	2,13	6,44	3,95	2,88	6,38	3,93	2,09
	20	20,53	11,03	5,46	16,97	10,09	5,29	15,98	9,80	7,13	15,82	9,75	5,19
	24	28,38	15,25	7,56	23,47	13,95	7,31	22,09	13,55	9,86	21,87	13,49	7,17
	30	42,20	22,67	11,23	34,89	20,74	10,87	32,84	20,15	14,67	32,52	20,05	10,66
	27,86*	36,99	19,87	9,85	30,58	18,18	9,53	28,79	17,66	12,85	28,51	17,58	9,35
15	6	1,18	0,63	0,31	0,97	0,58	0,30	0,91	0,56	0,41	0,91	0,56	0,30
	12	4,03	2,16	1,07	3,33	1,98	1,04	3,14	1,92	1,40	3,10	1,91	1,02
	20	9,99	5,37	2,66	8,26	4,91	2,57	7,77	4,77	3,47	7,70	4,75	2,52
	24	13,81	7,42	3,68	11,42	6,79	3,56	10,75	6,59	4,80	10,64	6,56	3,49
	30	20,53	11,03	5,46	16,97	10,09	5,29	15,98	9,80	7,13	15,82	9,75	5,19
	27,86	17,99	9,67	4,79	14,88	8,85	4,64	14,00	8,59	6,25	13,87	8,55	4,55
20	6	0,70	0,38	0,19	0,58	0,35	0,18	0,55	0,34	0,24	0,54	0,33	0,18
	12	2,42	1,30	0,64	2,00	1,19	0,62	1,88	1,15	0,84	1,86	1,15	0,61
	20	5,99	3,22	1,59	4,95	2,94	1,54	4,66	2,86	2,08	4,62	2,85	1,51
	24	8,28	4,45	2,20	6,85	4,07	2,13	6,44	3,95	2,88	6,38	3,93	2,09
	30	12,31	6,62	3,28	10,18	6,05	3,17	9,58	5,88	4,28	9,49	5,85	3,11
	27,86	10,79	5,80	2,87	8,92	5,30	2,78	8,40	5,15	3,75	8,32	5,13	2,73

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,13; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 14 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Embrapa 122 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,09	1,24	0,69	1,78	1,15	0,67	1,70	1,13	0,86	1,68	1,12	0,66
	12	5,86	3,49	1,94	5,00	3,24	1,88	4,75	3,16	2,42	4,71	3,14	1,85
	20	12,52	7,45	4,14	10,68	6,91	4,03	10,15	6,75	5,17	10,07	6,72	3,96
	24	16,42	9,76	5,43	14,00	9,06	5,28	13,31	8,85	6,78	13,20	8,81	5,20
	30	22,87	13,61	7,56	19,51	12,63	7,36	18,55	12,33	9,45	18,40	12,28	7,24
	32,79*	26,10	15,53	8,63	22,27	14,42	8,40	21,17	14,07	10,79	21,00	14,01	8,26
15	6	1,14	0,68	0,38	0,98	0,63	0,37	0,93	0,62	0,47	0,92	0,61	0,36
	12	3,21	1,91	1,06	2,74	1,77	1,03	2,60	1,73	1,33	2,58	1,72	1,01
	20	6,85	4,08	2,27	5,85	3,78	2,20	5,56	3,69	2,83	5,51	3,68	2,17
	24	8,98	5,34	2,97	7,66	4,96	2,89	7,29	4,84	3,71	7,23	4,82	2,84
	30	12,52	7,45	4,14	10,68	6,91	4,03	10,15	6,75	5,17	10,07	6,72	3,96
	32,79	14,29	8,50	4,72	12,19	7,89	4,60	11,59	7,70	5,90	11,49	7,67	4,52
20	6	0,75	0,44	0,25	0,64	0,41	0,24	0,61	0,40	0,31	0,60	0,40	0,24
	12	2,09	1,24	0,69	1,78	1,15	0,67	1,70	1,13	0,86	1,68	1,12	0,66
	20	4,47	2,66	1,48	3,81	2,47	1,44	3,62	2,41	1,85	3,59	2,40	1,41
	24	5,86	3,49	1,94	5,00	3,24	1,88	4,75	3,16	2,42	4,71	3,14	1,85
	30	8,16	4,86	2,70	6,96	4,51	2,63	6,62	4,40	3,37	6,57	4,38	2,58
	32,79	9,32	5,54	3,08	7,95	5,14	3,00	7,56	5,02	3,85	7,49	5,00	2,95

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,35; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 15 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar M 734 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	3,90	1,50	0,51	2,91	1,30	0,48	2,65	1,25	0,76	2,61	1,24	0,47
	12	26,17	10,03	3,39	19,51	8,74	3,22	17,77	8,36	5,12	17,50	8,29	3,13
	20	106,33	40,75	13,77	79,29	35,52	13,09	72,21	33,96	20,79	71,12	33,70	12,71
	24	175,39	67,21	22,71	130,78	58,58	21,60	119,10	56,02	34,29	117,31	55,59	20,96
	30	323,57	124,00	41,91	241,28	108,08	39,84	219,73	103,35	63,27	216,43	102,55	38,67
	27,84*	263,58	101,01	34,14	196,54	88,04	32,46	178,99	84,18	51,54	176,30	83,54	31,50
15	6	1,28	0,49	0,17	0,96	0,43	0,16	0,87	0,41	0,25	0,86	0,41	0,15
	12	8,60	3,30	1,11	6,41	2,87	1,06	5,84	2,75	1,68	5,75	2,73	1,03
	20	34,94	13,39	4,53	26,06	11,67	4,30	23,73	11,16	6,83	23,37	11,08	4,18
	24	57,64	22,09	7,46	42,98	19,25	7,10	39,14	18,41	11,27	38,55	18,27	6,89
	30	106,33	40,75	13,77	79,29	35,52	13,09	72,21	33,96	20,79	71,12	33,70	12,71
	27,84	86,62	33,19	11,22	64,59	28,93	10,67	58,82	27,66	16,94	57,94	27,45	10,35
20	6	0,58	0,22	0,08	0,43	0,19	0,07	0,40	0,19	0,11	0,39	0,18	0,07
	12	3,90	1,50	0,51	2,91	1,30	0,48	2,65	1,25	0,76	2,61	1,24	0,47
	20	15,87	6,08	2,05	11,83	5,30	1,95	10,77	5,07	3,10	10,61	5,03	1,90
	24	26,17	10,03	3,39	19,51	8,74	3,22	17,77	8,36	5,12	17,50	8,29	3,13
	30	48,28	18,50	6,25	36,00	16,13	5,94	32,79	15,42	9,44	32,29	15,30	5,77
	27,84	39,33	15,07	5,09	29,33	13,14	4,84	26,71	12,56	7,69	26,31	12,46	4,70

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 0,73; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 16 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Neon de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,49	1,31	0,63	2,05	1,19	0,61	1,92	1,16	0,83	1,90	1,15	0,60
	12	8,92	4,69	2,27	7,33	4,28	2,19	6,88	4,15	2,99	6,81	4,13	2,15
	20	22,84	12,01	5,80	18,76	10,95	5,61	17,62	10,63	7,65	17,45	10,57	5,50
	24	31,95	16,80	8,12	26,24	15,32	7,85	24,65	14,86	10,70	24,40	14,79	7,69
	30	48,17	25,32	12,24	39,57	23,10	11,83	37,16	22,41	16,13	36,79	22,30	11,59
	28,61*	44,14	23,20	11,21	36,26	21,16	10,84	34,05	20,53	14,78	33,71	20,43	10,62
15	6	1,18	0,62	0,30	0,97	0,57	0,29	0,91	0,55	0,40	0,90	0,55	0,28
	12	4,23	2,22	1,07	3,48	2,03	1,04	3,26	1,97	1,42	3,23	1,96	1,02
	20	10,83	5,69	2,75	8,90	5,19	2,66	8,36	5,04	3,63	8,27	5,01	2,61
	24	15,15	7,96	3,85	12,45	7,26	3,72	11,69	7,05	5,07	11,57	7,01	3,65
	30	22,84	12,01	5,80	18,76	10,95	5,61	17,62	10,63	7,65	17,45	10,57	5,50
	28,61	20,93	11,00	5,32	17,19	10,03	5,14	16,15	9,74	7,01	15,98	9,69	5,04
20	6	0,70	0,37	0,18	0,57	0,33	0,17	0,54	0,32	0,23	0,53	0,32	0,17
	12	2,49	1,31	0,63	2,05	1,19	0,61	1,92	1,16	0,83	1,90	1,15	0,60
	20	6,38	3,35	1,62	5,24	3,06	1,57	4,92	2,97	2,14	4,87	2,95	1,54
	24	8,92	4,69	2,27	7,33	4,28	2,19	6,88	4,15	2,99	6,81	4,13	2,15
	30	13,45	7,07	3,42	11,05	6,45	3,30	10,38	6,26	4,50	10,28	6,23	3,24
	28,61	12,33	6,48	3,13	10,13	5,91	3,03	9,51	5,74	4,13	9,41	5,71	2,97

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,09; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 17 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Olisun 03 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	3,15	1,40	0,56	2,46	1,25	0,54	2,27	1,20	0,80	2,24	1,20	0,53
	12	15,62	6,97	2,79	12,20	6,20	2,68	11,27	5,97	3,95	11,13	5,94	2,61
	20	50,84	22,67	9,10	39,71	20,20	8,72	36,71	19,45	12,87	36,24	19,33	8,50
	24	77,48	34,55	13,86	60,52	30,78	13,29	55,94	29,64	19,61	55,23	29,45	12,96
	30	129,76	57,87	23,22	101,35	51,55	22,25	93,67	49,64	32,84	92,49	49,32	21,70
	39,40*	243,60	108,64	43,59	190,27	96,77	41,77	175,86	93,19	61,65	173,63	92,59	40,73
15	6	1,23	0,55	0,22	0,96	0,49	0,21	0,89	0,47	0,31	0,88	0,47	0,21
	12	6,12	2,73	1,09	4,78	2,43	1,05	4,42	2,34	1,55	4,36	2,33	1,02
	20	19,92	8,88	3,56	15,56	7,91	3,42	14,38	7,62	5,04	14,20	7,57	3,33
	24	30,36	13,54	5,43	23,71	12,06	5,21	21,92	11,61	7,68	21,64	11,54	5,08
	30	50,84	22,67	9,10	39,71	20,20	8,72	36,71	19,45	12,87	36,24	19,33	8,50
	39,40	95,45	42,57	17,08	74,56	37,92	16,37	68,91	36,52	24,16	68,04	36,28	15,96
20	6	0,63	0,28	0,11	0,50	0,25	0,11	0,46	0,24	0,16	0,45	0,24	0,11
	12	3,15	1,40	0,56	2,46	1,25	0,54	2,27	1,20	0,80	2,24	1,20	0,53
	20	10,25	4,57	1,83	8,01	4,07	1,76	7,40	3,92	2,59	7,31	3,90	1,71
	24	15,62	6,97	2,79	12,20	6,20	2,68	11,27	5,97	3,95	11,13	5,94	2,61
	30	26,15	11,66	4,68	20,43	10,39	4,48	18,88	10,01	6,62	18,64	9,94	4,37
	39,40	49,10	21,90	8,79	38,35	19,51	8,42	35,45	18,78	12,43	35,00	18,66	8,21

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 0,87; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 18 – Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 55 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas(UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,35	1,29	0,65	1,95	1,18	0,63	1,84	1,15	0,84	1,82	1,14	0,62
	12	7,72	4,24	2,15	6,43	3,89	2,08	6,06	3,78	2,78	6,00	3,76	2,04
	20	18,58	10,19	5,17	15,46	9,35	5,01	14,58	9,09	6,69	14,45	9,05	4,91
	24	25,42	13,94	7,07	21,15	12,79	6,85	19,95	12,44	9,15	19,76	12,38	6,72
	30	37,30	20,46	10,37	31,04	18,77	10,05	29,28	18,25	13,42	29,00	18,17	9,86
	28,96*	35,12	19,26	9,76	29,22	17,67	9,46	27,56	17,18	12,64	27,30	17,10	9,28
15	6	1,17	0,64	0,33	0,97	0,59	0,31	0,92	0,57	0,42	0,91	0,57	0,31
	12	3,85	2,11	1,07	3,20	1,94	1,04	3,02	1,88	1,38	2,99	1,87	1,02
	20	9,26	5,08	2,57	7,70	4,66	2,49	7,26	4,53	3,33	7,20	4,51	2,45
	24	12,66	6,95	3,52	10,54	6,37	3,41	9,94	6,20	4,56	9,84	6,17	3,35
	30	18,58	10,19	5,17	15,46	9,35	5,01	14,58	9,09	6,69	14,45	9,05	4,91
	28,96	17,49	9,59	4,86	14,56	8,80	4,71	13,73	8,56	6,30	13,60	8,52	4,63
20	6	0,71	0,39	0,20	0,59	0,36	0,19	0,56	0,35	0,26	0,55	0,35	0,19
	12	2,35	1,29	0,65	1,95	1,18	0,63	1,84	1,15	0,84	1,82	1,14	0,62
	20	5,65	3,10	1,57	4,70	2,84	1,52	4,43	2,76	2,03	4,39	2,75	1,49
	24	7,72	4,24	2,15	6,43	3,89	2,08	6,06	3,78	2,78	6,00	3,76	2,04
	30	11,33	6,22	3,15	9,43	5,70	3,05	8,89	5,55	4,08	8,81	5,52	3,00
	28,96	10,67	5,85	2,97	8,88	5,37	2,87	8,37	5,22	3,84	8,29	5,20	2,82

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,16; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 19 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 65 de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,62	1,33	0,62	2,13	1,21	0,60	1,99	1,17	0,83	1,97	1,16	0,58
	12	10,07	5,11	2,37	8,18	4,63	2,29	7,66	4,49	3,17	7,57	4,47	2,24
	20	27,14	13,77	6,39	22,05	12,49	6,17	20,64	12,10	8,55	20,42	12,04	6,04
	24	38,66	19,62	9,11	31,42	17,80	8,79	29,40	17,25	12,19	29,09	17,15	8,60
	30	59,63	30,25	14,05	48,45	27,45	13,55	45,35	26,60	18,80	44,86	26,45	13,27
	35,06*	80,69	40,94	19,01	65,57	37,15	18,34	61,37	35,99	25,44	60,71	35,80	17,96
15	6	1,19	0,61	0,28	0,97	0,55	0,27	0,91	0,53	0,38	0,90	0,53	0,27
	12	4,58	2,32	1,08	3,72	2,11	1,04	3,48	2,04	1,44	3,45	2,03	1,02
	20	12,35	6,27	2,91	10,04	5,69	2,81	9,39	5,51	3,89	9,29	5,48	2,75
	24	17,60	8,93	4,14	14,30	8,10	4,00	13,38	7,85	5,55	13,24	7,81	3,92
	30	27,14	13,77	6,39	22,05	12,49	6,17	20,64	12,10	8,55	20,42	12,04	6,04
	35,06	36,73	18,63	8,65	29,84	16,91	8,35	27,93	16,38	11,58	27,63	16,29	8,17
20	6	0,68	0,35	0,16	0,55	0,31	0,16	0,52	0,30	0,22	0,51	0,30	0,15
	12	2,62	1,33	0,62	2,13	1,21	0,60	1,99	1,17	0,83	1,97	1,16	0,58
	20	7,07	3,59	1,66	5,74	3,25	1,61	5,37	3,15	2,23	5,32	3,13	1,57
	24	10,07	5,11	2,37	8,18	4,63	2,29	7,66	4,49	3,17	7,57	4,47	2,24
	30	15,52	7,88	3,66	12,61	7,15	3,53	11,81	6,92	4,89	11,68	6,89	3,45
	35,06	21,01	10,66	4,95	17,07	9,67	4,78	15,98	9,37	6,62	15,81	9,32	4,67

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,03; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 20 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Paraíso 103 CL de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,18	1,26	0,68	1,84	1,16	0,66	1,75	1,13	0,86	1,73	1,13	0,65
	12	6,47	3,74	2,01	5,47	3,46	1,95	5,19	3,37	2,54	5,14	3,35	1,92
	20	14,43	8,34	4,48	12,20	7,71	4,35	11,57	7,51	5,67	11,47	7,48	4,28
	24	19,21	11,10	5,97	16,24	10,26	5,80	15,40	10,00	7,55	15,27	9,96	5,70
	30	27,27	15,76	8,47	23,06	14,57	8,23	21,86	14,20	10,72	21,67	14,14	8,09
	36,15*	36,55	21,12	11,35	30,91	19,52	11,03	29,29	19,03	14,37	29,04	18,94	10,84
15	6	1,15	0,67	0,36	0,98	0,62	0,35	0,92	0,60	0,45	0,92	0,60	0,34
	12	3,42	1,98	1,06	2,89	1,83	1,03	2,74	1,78	1,35	2,72	1,77	1,02
	20	7,64	4,41	2,37	6,46	4,08	2,30	6,12	3,97	3,00	6,07	3,96	2,27
	24	10,17	5,87	3,16	8,60	5,43	3,07	8,15	5,29	4,00	8,08	5,27	3,02
	30	14,43	8,34	4,48	12,20	7,71	4,35	11,57	7,51	5,67	11,47	7,48	4,28
	36,15	19,34	11,17	6,01	16,35	10,33	5,84	15,50	10,07	7,60	15,37	10,02	5,74
20	6	0,73	0,42	0,23	0,62	0,39	0,22	0,59	0,38	0,29	0,58	0,38	0,22
	12	2,18	1,26	0,68	1,84	1,16	0,66	1,75	1,13	0,86	1,73	1,13	0,65
	20	4,86	2,81	1,51	4,11	2,60	1,47	3,90	2,53	1,91	3,86	2,52	1,44
	24	6,47	3,74	2,01	5,47	3,46	1,95	5,19	3,37	2,54	5,14	3,35	1,92
	30	9,19	5,31	2,85	7,77	4,91	2,77	7,36	4,78	3,61	7,30	4,76	2,73
	36,15	12,31	7,11	3,82	10,41	6,58	3,72	9,87	6,41	4,84	9,78	6,38	3,65

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,27; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 21 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos da cultivar Zenit de girassol, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,09	1,24	0,69	1,79	1,16	0,67	1,70	1,13	0,86	1,68	1,12	0,66
	12	5,88	3,49	1,94	5,02	3,24	1,89	4,77	3,17	2,43	4,73	3,15	1,86
	20	12,59	7,48	4,15	10,74	6,94	4,04	10,20	6,78	5,19	10,12	6,75	3,97
	24	16,52	9,81	5,45	14,09	9,11	5,30	13,39	8,89	6,81	13,28	8,85	5,21
	30	23,03	13,68	7,59	19,64	12,70	7,39	18,67	12,40	9,50	18,52	12,34	7,27
	27,92*	20,70	12,30	6,83	17,65	11,41	6,64	16,78	11,14	8,54	16,64	11,09	6,53
15	6	1,14	0,68	0,38	0,98	0,63	0,37	0,93	0,62	0,47	0,92	0,61	0,36
	12	3,22	1,91	1,06	2,74	1,77	1,03	2,61	1,73	1,33	2,58	1,72	1,01
	20	6,88	4,09	2,27	5,87	3,80	2,21	5,58	3,70	2,84	5,53	3,69	2,17
	24	9,03	5,36	2,98	7,70	4,98	2,90	7,32	4,86	3,72	7,26	4,84	2,85
	30	12,59	7,48	4,15	10,74	6,94	4,04	10,20	6,78	5,19	10,12	6,75	3,97
	27,92	11,31	6,72	3,73	9,65	6,24	3,63	9,17	6,09	4,67	9,10	6,06	3,57
20	6	0,75	0,44	0,25	0,64	0,41	0,24	0,60	0,40	0,31	0,60	0,40	0,24
	12	2,09	1,24	0,69	1,79	1,16	0,67	1,70	1,13	0,86	1,68	1,12	0,66
	20	4,48	2,66	1,48	3,82	2,47	1,44	3,63	2,41	1,85	3,60	2,40	1,42
	24	5,88	3,49	1,94	5,02	3,24	1,89	4,77	3,17	2,43	4,73	3,15	1,86
	30	8,20	4,87	2,70	6,99	4,52	2,63	6,65	4,41	3,38	6,59	4,40	2,59
	27,92	7,37	4,38	2,43	6,29	4,06	2,36	5,97	3,97	3,04	5,93	3,95	2,33

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,34; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Tabela 22 – Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos de girassol considerando todas as cultivares, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes situações experimentais Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

d (%)	CV (%)	Número de cultivares											
		4			8			14			16		
		Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
		3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Tamanho da parcela em unidades básicas (UB = 0,7m x 0,9m)													
10	6	2,55	1,32	0,63	2,09	1,20	0,60	1,96	1,16	0,83	1,94	1,16	0,59
	12	9,46	4,89	2,32	7,73	4,45	2,24	7,25	4,31	3,08	7,17	4,29	2,19
	20	24,84	12,84	6,08	20,30	11,68	5,88	19,03	11,32	8,08	18,84	11,26	5,76
	24	35,06	18,12	8,58	28,65	16,48	8,29	26,86	15,98	11,40	26,58	15,90	8,12
	30	53,45	27,62	13,09	43,67	25,12	12,64	40,95	24,36	17,38	40,52	24,23	12,38
	31,57*	58,86	30,41	14,41	48,09	27,67	13,92	45,09	26,83	19,14	44,62	26,68	13,63
15	6	1,19	0,61	0,29	0,97	0,56	0,28	0,91	0,54	0,39	0,90	0,54	0,28
	12	4,40	2,27	1,08	3,59	2,07	1,04	3,37	2,00	1,43	3,33	1,99	1,02
	20	11,55	5,97	2,83	9,44	5,43	2,73	8,85	5,26	3,75	8,76	5,24	2,68
	24	16,30	8,42	3,99	13,32	7,66	3,85	12,49	7,43	5,30	12,36	7,39	3,78
	30	24,84	12,84	6,08	20,30	11,68	5,88	19,03	11,32	8,08	18,84	11,26	5,76
	31,57	27,36	14,14	6,70	22,35	12,86	6,47	20,96	12,47	8,89	20,74	12,40	6,34
20	6	0,69	0,36	0,17	0,56	0,32	0,16	0,53	0,31	0,22	0,52	0,31	0,16
	12	2,55	1,32	0,63	2,09	1,20	0,60	1,96	1,16	0,83	1,94	1,16	0,59
	20	6,71	3,46	1,64	5,48	3,15	1,59	5,14	3,06	2,18	5,08	3,04	1,55
	24	9,46	4,89	2,32	7,73	4,45	2,24	7,25	4,31	3,08	7,17	4,29	2,19
	30	14,43	7,45	3,53	11,79	6,78	3,41	11,05	6,58	4,69	10,94	6,54	3,34
	31,57	15,89	8,21	3,89	12,98	7,47	3,76	12,17	7,24	5,16	12,04	7,20	3,68

¹d = diferença entre médias de duas cultivares, em % da média; b (coeficiente de heterogeneidade do solo) = 1,06; coeficiente de variação experimental = 20%; *coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho.

Admite-se que parcelas com até 12 UBs (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 válidas para efeito de discussão. Ao analisar os resultados obtidos de todas as cultivares (Tabela 22), verificou-se que para se detectar uma diferença de 10% entre médias de cultivares, a obtenção de parcelas de tamanho prático, é possível para CV até 20% (CV experimental), com exceção para 4 cultivares combinado com 3 e 5 repetições e com 8, 14 e 16 cultivares combinados com 3 repetições. Para o CV de 24%, utilizando-se 4, 8, 14

e 16 cultivares com 10 repetições 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, 14 e 16 cultivares com 3 repetições, para o CV de 30%, utilizando-se 4 cultivares com 10 repetições e 8, 14 e 16 cultivares com 5 e 10 repetições e para o CV de 31,57%, usando-se 4, 8, 14 e 16 cultivares com 10 repetições. Por fim, para se detectar diferença de 20%, com exceção apenas do CV de 30%, com 4 cultivares e 3 repetições, e do CV de 31,57%, com 4, 8, 14 e 16 cultivares com 3 repetições, quaisquer valores de CVs, números de repetições e de cultivares considerados permitem obter parcelas de tamanho prático.

De modo geral, uma avaliação mais criteriosa dos valores obtidos de tamanhos 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 grandes, especialmente quando a relação $(CV/d)^2$ é muito baixa ou muito alta, respectivamente (ASSIS et al., 1993; CARVALHO, 2011).

Os resultados obtidos (Tabelas 8 a 22) mostraram em maior ou menor grau, a influência do CV, do número de repetições, da precisão experimental desejada, do número de tratamentos e do índice de heterogeneidade do solo sobre o tamanho da parcela, o que comprova a importância de se considerar estes fatores no planejamento experimental.

Verificou-se que para as cultivares consideradas individualmente e em conjunto, o CV foi o fator que mais influenciou o tamanho da parcela. Isso porque foram observados grandes aumentos no tamanho da parcela estimado com o aumento do CV, em qualquer combinação de d, I e r. Esta influência ficou mais evidente quando, por exemplo, compararam-se os resultados referentes às cultivares Aguará 03 e Olisun 03 (Tabelas 8 e 17), que tiveram valores de CVs bem diferentes (31,84 e 39,40%, respectivamente) e coeficiente de heterogeneidade do solo muito próximos (0,8567 e 0,8655, respectivamente). Constatou-se que os

tamanhos da parcela estimados, para uma determinada combinação dos fatores d , I , r e CV , como por exemplo, $d = 20\%$, $I = 4$, $r = 3$ e CV s de 6, 12, 20, 24 e 30%, foram muito semelhantes, com valores de 0,63, 3,19, 10,50, 16,07 e 27,05 UBs, respectivamente, para a cultivar Aguará 03 e 0,63, 3,15, 10,25, 15,62 e 26,15 UBs, respectivamente, para a cultivar Olisun 03. Entretanto, ao comparar os tamanhos de parcelas estimados, utilizando-se os CV s observados para as referidas cultivares (31,84 e 39,40%, respectivamente), verificou-se que o valor foi bem maior para a cultivar Olisun 03 (49,10 UBs) em relação a cultivar Aguará 03 (31,08 UBs), o que reflete o efeito do seu maior coeficiente de variação. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por outros pesquisadores (ORTIZ, 1995; SIMPLÍCIO et al., 1996; MUNIZ et al., 1999; VIANA, 1999; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; MUNIZ et al., 2009; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2011).

O número de repetições influenciou também, de modo marcante, o tamanho da parcela (Tabelas 8 a 22). Observaram-se reduções significativas nos tamanhos de parcela 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 (PETERSEN, 1994; HENRIQUES NETO, 2003; OLIVEIRA et al., 2005; DONATO, 2007; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011), o que propicia maior eficiência do uso de parcelas pequenas associadas a um maior número de repetições, para detectar menores diferenças percentuais entre cultivares quando comparado ao uso de parcelas maiores com menor número de repetições (SILVA; MACHADO; MOURA, 1987; ASSIS; SILVA, 1999; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; SILVA, 2009). Conforme Donato (2007) a influência do aumento do número de repetições na melhoria da precisão experimental se torna muito importante, ao considerar que os incrementos de produtividade como consequência da elevada evolução tecnológica e de melhoramento genético, tendem a ser cada vez menores. Com isso, o aumento do número de repetições é imprescindível para se detectar diferenças significativas entre cultivares com alto grau de exatidão e precisão.

Também foi verificado que os tamanhos da parcela diminuíram consideravelmente quando se aumentaram os valores de d (menor precisão experimental), mantendo-se constantes os valores de CV , I e r (SILVA; MACHADO; MOURA, 1987; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2011). Por outro lado, constatou-se que os tamanhos da parcela alteraram-se pouco com a variação do número de tratamentos, mantendo-se fixos os valores de d , CV e r , o que indica uma menor influência deste fator sobre o tamanho da parcela (SILVA, 1972; RIBEIRO; SILVA; FREIRE FILHO, 1984; SILVA; MACHADO; MOURA, 1987; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2011).

De maneira geral, ao combinar os valores do CV , d , I e r , foram estimados 216 diferentes tamanhos de parcela, dentre os quais, a maioria de tamanho prático. Isso pode ser bastante útil no planejamento experimental de avaliação de cultivares de girassol.

Para estimar a verdadeira diferença detectável (d) entre médias de cultivares, por meio da fórmula proposta por Hatheway (1961), utilizaram-se os valores de b (coeficiente de heterogeneidade do solo) e de CV (coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma unidade básica de tamanho), obtidos para cada cultivar e o conjunto de todas as cultivares, adotando-se um nível de significância de 5% de probabilidade, para tamanhos de parcela que variaram de 2 a 12 UBs (1,26 a 7,56 m², respectivamente). Considerou-se um experimento no delineamento em blocos completos casualizados com 4, 8, 14 e 16 cultivares e 3, 5 e 10 repetições.

Nas Tabelas 23 a 37 estão expostos os valores das estimativas de d conforme as condições pré-estabelecidas. Verificaram-se reduções expressivas nos valores de d (ganhos em precisão experimental) com aumentos no tamanho de parcelas pequenas, embora, este aumento de precisão seja pequeno com incrementos adicionais de área à parcela acima de determinado limite de tamanho,

o que concorda com os resultados obtidos por vários autores (PARODI; NEBRED, 1997; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; SILVA, 2009). Este comportamento é similar ao observado para a relação entre CV e tamanho de parcela, uma vez que expressa a relação inversa entre variância ou erro experimental e tamanho da parcela (SMITH, 1938; HATHEWAY, 1961; LE CLERG, 1967; STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997).

Tabela 23 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 03, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	64,78	45,67	30,76	58,21	43,44	30,20	56,26	42,74	29,90	55,95	42,62	29,87
4	48,14	33,94	22,86	43,26	32,28	22,44	41,81	31,76	22,22	41,58	31,67	22,20
6	40,46	28,53	19,21	36,36	27,14	18,86	35,14	26,70	18,68	34,95	26,62	18,66
8	35,77	25,22	16,99	32,14	23,99	16,68	31,07	23,60	16,51	30,89	23,53	16,50
10	32,51	22,92	15,44	29,21	21,80	15,16	28,23	21,45	15,01	28,08	21,39	14,99
12	30,07	21,20	14,28	27,02	20,16	14,02	26,11	19,84	13,88	25,97	19,78	13,87

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 0,8567; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 31,84%.

Tabela 24 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 04, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	48,82	34,42	23,18	43,87	32,74	22,76	42,39	32,21	22,53	42,16	32,12	22,51
4	34,84	24,57	16,55	31,31	23,37	16,25	30,26	22,99	16,09	30,10	22,93	16,07
6	28,61	20,17	13,59	25,71	19,19	13,34	24,85	18,88	13,21	24,71	18,82	13,19
8	24,87	17,54	11,81	22,35	16,68	11,60	21,60	16,41	11,48	21,48	16,36	11,47
10	22,31	15,73	10,60	20,05	14,97	10,40	19,38	14,72	10,30	19,27	14,68	10,29
12	20,42	14,40	9,70	18,35	13,70	9,52	17,74	13,47	9,43	17,64	13,44	9,42

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 0,9728; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 24,98%.

Tabela 25 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 05, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	75,85	53,48	36,02	68,16	50,87	35,36	65,88	50,05	35,02	65,51	49,91	34,98
4	57,21	40,34	27,17	51,41	38,37	26,67	49,69	37,75	26,41	49,41	37,64	26,38
6	48,51	34,20	23,04	43,59	32,53	22,62	42,13	32,01	22,39	41,90	31,92	22,37
8	43,15	30,43	20,49	38,78	28,94	20,12	37,48	28,47	19,92	37,27	28,39	19,90
10	39,41	27,79	18,71	35,41	26,43	18,37	34,23	26,00	18,19	34,04	25,93	18,17
12	36,59	25,80	17,38	32,88	24,54	17,06	31,78	24,14	16,89	31,60	24,07	16,87

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 0,8137; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 36,73%.

Tabela 26 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Aguará 06, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	50,27	35,44	23,87	45,17	33,71	23,44	43,66	33,17	23,21	43,42	33,08	23,18
4	33,59	23,68	15,95	30,19	22,53	15,66	29,17	22,16	15,51	29,01	22,10	15,49
6	26,53	18,71	12,60	23,84	17,80	12,37	23,04	17,51	12,25	22,92	17,46	12,24
8	22,45	15,83	10,66	20,17	15,05	10,46	19,49	14,81	10,36	19,39	14,77	10,35
10	19,71	13,90	9,36	17,72	13,22	9,19	17,12	13,01	9,10	17,03	12,97	9,09
12	17,73	12,50	8,42	15,93	11,89	8,27	15,40	11,70	8,19	15,31	11,67	8,18

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,1633; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 27,48%.

Tabela 27 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, BRS 324, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	69,12	48,73	32,82	62,11	46,36	32,22	60,03	45,60	31,91	59,70	45,48	31,87
4	48,02	33,86	22,81	43,15	32,21	22,39	41,71	31,69	22,17	41,48	31,60	22,15
6	38,81	27,36	18,43	34,88	26,03	18,09	33,71	25,61	17,92	33,52	25,54	17,90
8	33,37	23,53	15,85	29,98	22,38	15,56	28,98	22,02	15,40	28,82	21,95	15,39
10	29,68	20,92	14,09	26,67	19,90	13,84	25,77	19,58	13,70	25,63	19,53	13,69
12	26,97	19,01	12,81	24,23	18,08	12,57	23,42	17,79	12,45	23,29	17,74	12,44

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,0507; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 36,34%.

Tabela 28 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Charrua, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	51,63	36,40	24,52	46,40	34,63	24,07	44,84	34,07	23,84	44,59	33,97	23,81
4	34,96	24,65	16,60	31,41	23,44	16,30	30,36	23,06	16,14	30,19	23,00	16,12
6	27,83	19,62	13,21	25,00	18,66	12,97	24,17	18,36	12,85	24,03	18,31	12,83
8	23,67	16,69	11,24	21,27	15,87	11,03	20,55	15,62	10,93	20,44	15,57	10,91
10	20,87	14,72	9,91	18,76	14,00	9,73	18,13	13,77	9,64	18,03	13,73	9,63
12	18,84	13,28	8,95	16,93	12,63	8,78	16,36	12,43	8,70	16,27	12,40	8,69

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,1254; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 27,86%.

Tabela 29 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Embrapa 122, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	56,31	39,70	26,74	50,60	37,77	26,25	48,91	37,15	26,00	48,64	37,05	25,97
4	35,33	24,91	16,77	31,74	23,69	16,47	30,68	23,31	16,31	30,51	23,24	16,29
6	26,89	18,96	12,77	24,16	18,03	12,54	23,35	17,74	12,41	23,23	17,69	12,40
8	22,16	15,62	10,52	19,91	14,86	10,33	19,24	14,62	10,23	19,14	14,58	10,22
10	19,07	13,45	9,06	17,14	12,79	8,89	16,56	12,58	8,80	16,47	12,55	8,79
12	16,87	11,89	8,01	15,16	11,31	7,86	14,65	11,13	7,79	14,57	11,10	7,78

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,3456; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 32,79%.

Tabela 30 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, M 734, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	59,21	41,74	28,12	53,20	39,71	27,60	51,42	39,06	27,33	51,14	38,95	27,30
4	45,99	32,43	21,84	41,33	30,85	21,44	39,94	30,35	21,23	39,72	30,26	21,21
6	39,68	27,97	18,84	35,65	26,61	18,50	34,46	26,18	18,32	34,27	26,10	18,30
8	35,73	25,19	16,97	32,11	23,96	16,66	31,03	23,57	16,49	30,86	23,51	16,48
10	32,94	23,22	15,64	29,60	22,09	15,36	28,61	21,73	15,21	28,45	21,67	15,19
12	30,82	21,73	14,64	27,70	20,67	14,37	26,77	20,34	14,23	26,62	20,28	14,21

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 0,7287; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 27,84%.

Tabela 31 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Neon, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	53,74	37,89	25,52	48,29	36,04	25,05	46,67	35,45	24,81	46,41	35,35	24,78
4	36,87	26,00	17,51	33,13	24,73	17,19	32,02	24,33	17,02	31,85	24,26	17,00
6	29,58	20,85	14,05	26,58	19,84	13,79	25,69	19,52	13,65	25,55	19,46	13,64
8	25,30	17,84	12,01	22,73	16,97	11,79	21,97	16,69	11,68	21,85	16,64	11,67
10	22,41	15,80	10,64	20,14	15,03	10,45	19,46	14,78	10,34	19,35	14,74	10,33
12	20,30	14,31	9,64	18,24	13,61	9,46	17,63	13,39	9,37	17,53	13,35	9,36

UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,0869; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 28,61%.

Tabela 32 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Olisun 03, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	79,91	56,34	37,95	71,81	53,59	37,26	69,40	52,72	36,89	69,02	52,58	36,85
4	59,20	41,74	28,11	53,20	39,70	27,60	51,42	39,06	27,33	51,13	38,95	27,30
6	49,67	35,02	23,59	44,64	33,31	23,16	43,14	32,77	22,93	42,90	32,68	22,91
8	43,86	30,92	20,83	39,41	29,41	20,45	38,09	28,94	20,25	37,88	28,86	20,23
10	39,82	28,08	18,91	35,78	26,71	18,57	34,58	26,27	18,38	34,39	26,20	18,36
12	36,80	25,95	17,48	33,07	24,68	17,16	31,96	24,28	16,99	31,78	24,21	16,97

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 0,8655; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 39,40%.

Tabela 33 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 55, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	52,98	37,35	25,16	47,61	35,53	24,70	46,01	34,95	24,46	45,76	34,86	24,43
4	35,40	24,96	16,81	31,81	23,74	16,50	30,74	23,35	16,34	30,57	23,29	16,32
6	27,96	19,71	13,28	25,12	18,75	13,03	24,28	18,45	12,91	24,15	18,39	12,89
8	23,65	16,67	11,23	21,25	15,86	11,02	20,54	15,60	10,92	20,42	15,56	10,91
10	20,77	14,64	9,86	18,66	13,93	9,68	18,04	13,70	9,59	17,94	13,66	9,58
12	18,68	13,17	8,87	16,78	12,53	8,71	16,22	12,32	8,62	16,13	12,29	8,61

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,1637; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 28,96%.

Tabela 34 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 65, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	67,16	47,35	31,89	60,35	45,04	31,31	58,33	44,31	31,00	58,01	44,19	30,97
4	47,00	33,14	22,32	42,23	31,52	21,91	40,82	31,01	21,70	40,59	30,92	21,67
6	38,14	26,89	18,11	34,27	25,58	17,78	33,12	25,16	17,61	32,94	25,09	17,59
8	32,89	23,19	15,62	29,55	22,05	15,33	28,56	21,70	15,18	28,40	21,64	15,17
10	29,32	20,67	13,92	26,34	19,66	13,67	25,46	19,34	13,53	25,32	19,29	13,52
12	26,69	18,82	12,67	23,98	17,90	12,44	23,18	17,61	12,32	23,05	17,56	12,31

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,0302; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 35,06%.

Tabela 35 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Paraíso 103 CL, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	63,65	44,87	30,22	57,19	42,68	29,67	55,28	41,99	29,38	54,97	41,88	29,35
4	40,93	28,86	19,44	36,78	27,45	19,08	35,55	27,00	18,89	35,35	26,93	18,87
6	31,61	22,29	15,01	28,41	21,20	14,74	27,46	20,86	14,59	27,30	20,80	14,58
8	26,32	18,56	12,50	23,65	17,65	12,27	22,86	17,37	12,15	22,73	17,32	12,14
10	22,83	16,10	10,84	20,52	15,31	10,65	19,83	15,06	10,54	19,72	15,02	10,53
12	20,33	14,33	9,65	18,27	13,63	9,48	17,66	13,41	9,38	17,56	13,38	9,37

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,2739; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 36,15%.

Tabela 36 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos da cultivar de girassol, Zenit, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	48,00	33,85	22,80	43,14	32,19	22,38	41,69	31,67	22,16	41,46	31,58	22,14
4	30,14	21,25	14,31	27,09	20,22	14,05	26,18	19,89	13,92	26,04	19,83	13,90
6	22,96	16,19	10,90	20,63	15,40	10,70	19,94	15,15	10,60	19,83	15,11	10,59
8	18,93	13,35	8,99	17,01	12,69	8,82	16,44	12,49	8,74	16,35	12,45	8,73
10	16,30	11,49	7,74	14,64	10,93	7,60	14,15	10,75	7,52	14,07	10,72	7,51
12	14,42	10,17	6,85	12,96	9,67	6,72	12,52	9,51	6,66	12,45	9,49	6,65

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,3426; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 27,62%.

Tabela 37 - Diferença entre médias de duas cultivares, em porcentagem da média, que se espera detectar, na avaliação do rendimento de grãos de girassol, considerando todas as cultivares, estimado pelo método de Hatheway, em diferentes condições experimentais. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

UB	Número de cultivares											
	4			8			14			16		
	Repetições			Repetições			Repetições			Repetições		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
Diferenças entre médias de duas cultivares em % da média												
2	59,89	42,22	28,44	53,82	40,16	27,92	52,01	39,51	27,65	51,73	39,40	27,62
4	41,50	29,26	19,71	37,29	27,83	19,35	36,04	27,38	19,16	35,84	27,30	19,14
6	33,48	23,61	15,90	30,09	22,46	15,61	29,08	22,09	15,46	28,92	22,03	15,44
8	28,75	20,27	13,65	25,84	19,28	13,41	24,97	18,97	13,27	24,84	18,92	13,26
10	25,55	18,02	12,13	22,96	17,14	11,91	22,19	16,86	11,80	22,07	16,81	11,78
12	23,20	16,36	11,02	20,85	15,56	10,82	20,15	15,31	10,71	20,04	15,26	10,70

¹UB = 0,7 m x 0,9 m; b = coeficiente de heterogeneidade do solo = 1,0585; CV₁ = CV de parcelas constituídas por uma UB = 31,57%.

De modo geral, os maiores ganhos em precisão experimental (redução dos valores de d) com incrementos no tamanho da parcela (Tabelas 23 a 37) ocorreram até 8 UBs ($5,04 \text{ m}^2$). É importante notar que, ao considerar todas as cultivares (Tabela 37), diferenças em torno de 20% (da média) entre médias de cultivares podem ser detectadas com parcelas formadas por 4 UBs ($2,52 \text{ m}^2$), 10 repetições e 4 ou mais cultivares, usando parcelas com 8 UBs ($5,04 \text{ m}^2$), 5 repetições e 4 ou mais cultivares ou com parcelas de 12 UBs ($7,56 \text{ m}^2$), 3 repetições e 8 ou mais cultivares. Diferenças em torno de 15% podem ser detectadas com o uso de parcelas de 6 UBs ($3,78 \text{ m}^2$), 10 repetições e 4 ou mais cultivares ou com parcelas 12 UBs ($7,53 \text{ m}^2$), 5 repetições e 8 ou mais cultivares. Já diferenças em torno de 10% detecta-se utilizando 12 UBs com 10 repetições e 8 ou mais cultivares. Resultados semelhantes foram obtidos por Lorentz et al. (2010) para a cultura do girassol, que ao utilizar parcelas de $4,00 \text{ m}^2$, com 5 repetições e 4 tratamentos, obtiveram valor de $d = 24,51\%$, bem próximo ao obtido neste trabalho ($d = 23,61\%$), para parcelas de $3,78 \text{ m}^2$, com o mesmo número de repetições e cultivares.

De modo similar ao observado nas estimativas do tamanho de parcela pelo método de Hatheway (1961), as estimativas da verdadeira diferença (d) detectável entre médias de cultivares foram também muito influenciadas pelo coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB de tamanho ($\hat{A}$), uma vez que ambas as variáveis foram estimadas a partir da fórmula de Hatheway (1961). Esta influência ficou mais evidente quando, por exemplo, compararam-se os resultados referentes às cultivares Aguará 03 e Olisun 03 (Tabelas 23 e 32), que tiveram valores de $\hat{A}$ bem diferentes (31,84 e 39,40%, respectivamente) e coeficiente de heterogeneidade do solo muito próximos (0,8567 e 0,8655, respectivamente). Desse modo, utilizando-se um tamanho de parcela fixo (6 UBs), mesmo número de tratamentos (4) e de repetições (3), obteve-se para a cultivar Aguará 03 um menor valor de d (40,46%) em relação a cultivar Olisun 03 ($d = 49,67\%$), o que refletiu em menor coeficiente de variação. Esses resultados estão de acordo com os obtidos

por Henriques Neto (2003) e Donato (2007). Constatou-se também que o aumento do número de repetições foi mais eficiente na redução do valor de d (aumento da precisão experimental), quando comparado ao incremento no número de cultivares fato este também evidenciado por Donato (2007). Convém ressaltar, que raramente se consegue comprovar diferenças entre médias de tratamentos em porcentagem da média, menores do que o coeficiente de variação experimental da característica avaliada (PIMENTEL GOMES, 2007).

Nas Figuras 47 a 61 são apresentados os valores das estimativas de d , para as condições pré-estabelecidas com o uso de oito cultivares. Nesse caso, o pesquisador poderá obter com o auxílio de uma régua, a combinação mais adequada entre tamanho de parcela e número de repetições que lhe permitirá obter o nível de precisão experimental (d) desejado. A decisão sobre a melhor combinação a ser utilizada, de acordo com Bakke (1988), será função do tamanho da parcela considerado prático e que deverá ser válido em termos de amostragem, área, recursos disponíveis e quantidade de parcelas experimentais que atenderão as exigências de número de graus de liberdade do resíduo, que segundo Banzatto e Kronka (2006) e Pimentel-Gomes (2009), deve ser no mínimo 10.

Outra informação relevante que se pode obter da relação entre tamanho de parcela, diferença detectável (d) e número de repetições, se refere à eficiência de uso da área experimental (Figuras 47 a 61). Esta eficiência foi estimada para cada cultivar e considerando-se todas as cultivares, de forma que possibilitaram a obtenção da diferença (d) de 20% da média, considerando-se os tamanhos de parcela até 12 UBs e com 3, 5 e 7 de repetições. Convém ressaltar que a diferença (d) de 20% utilizada é aceitável quando compara-se, mesmo que aproximadamente, com os resultados obtidos em Lúcio (1997), que classificou os experimentos com diferença mínima significativa (DMS) entre 9% a 25% como de precisão alta. Desta forma os resultados expressos nas Figuras 47 a 61 permitiram inferir sobre a eficiência de uso da área experimental, em diferentes números de repetições, para cada cultivar e considerando-se todas as cultivares.

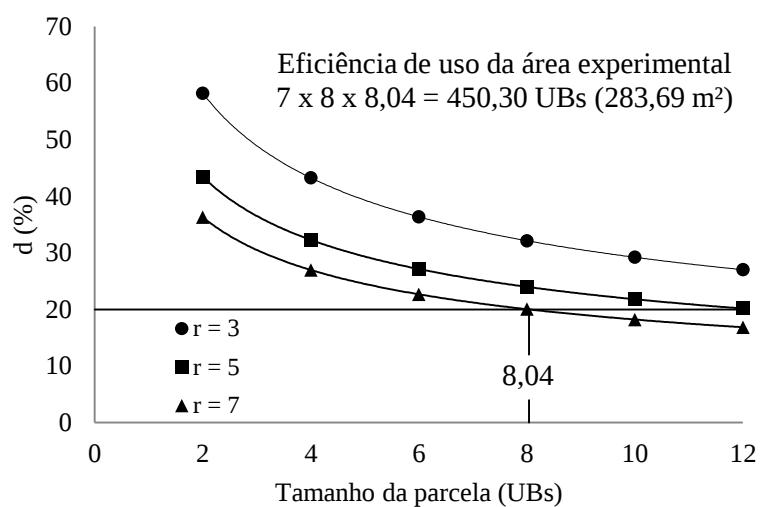


Figura 47 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

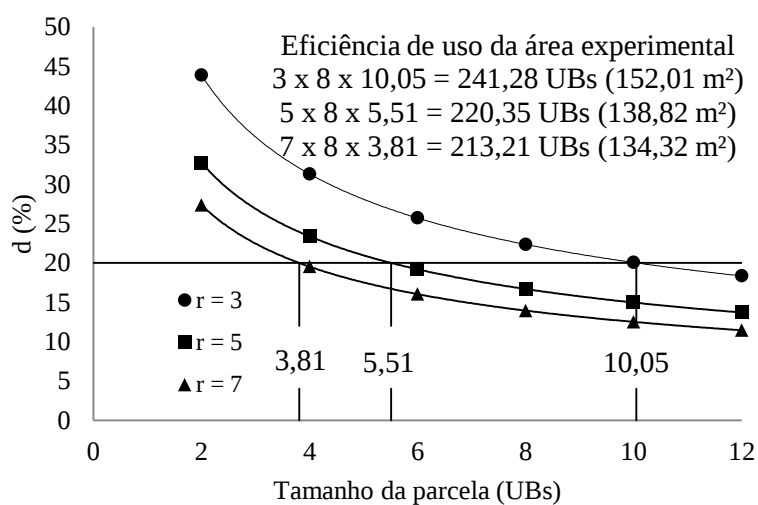


Figura 48 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

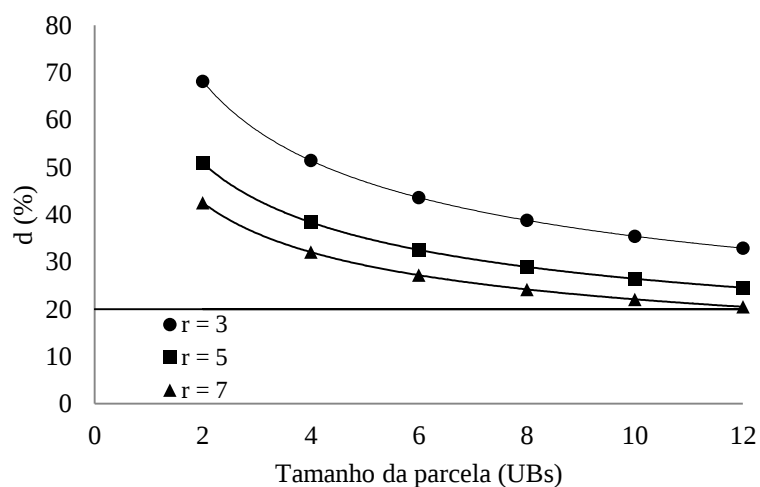


Figura 49 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

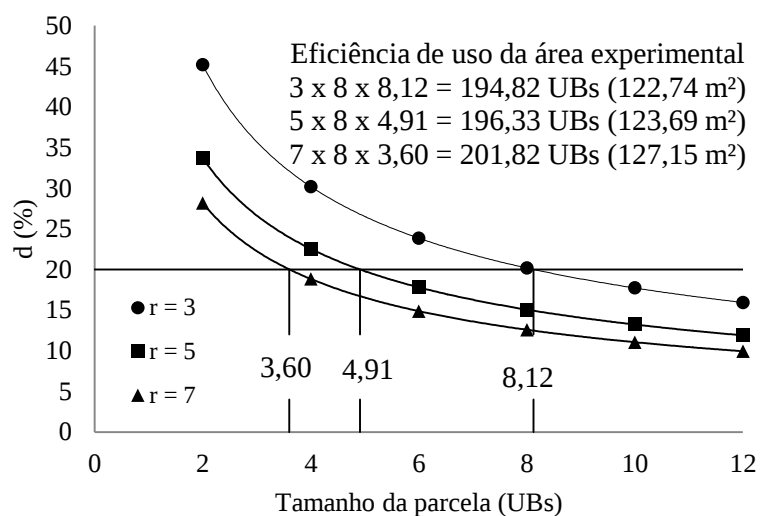


Figura 50 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

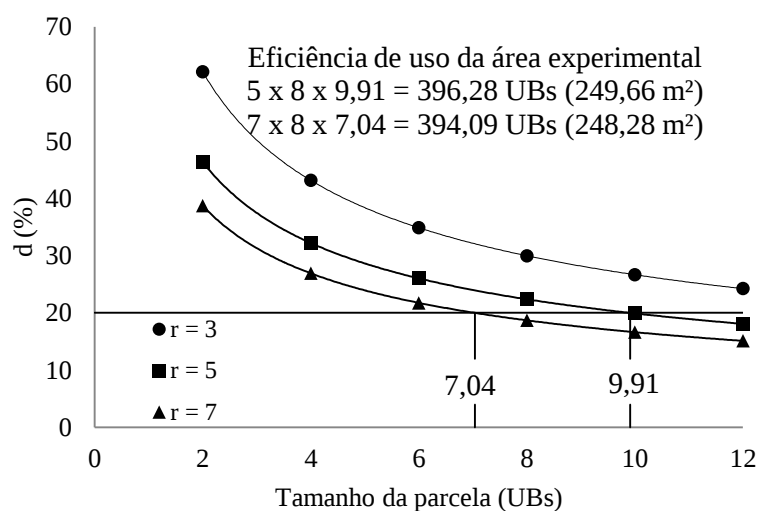


Figura 51 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

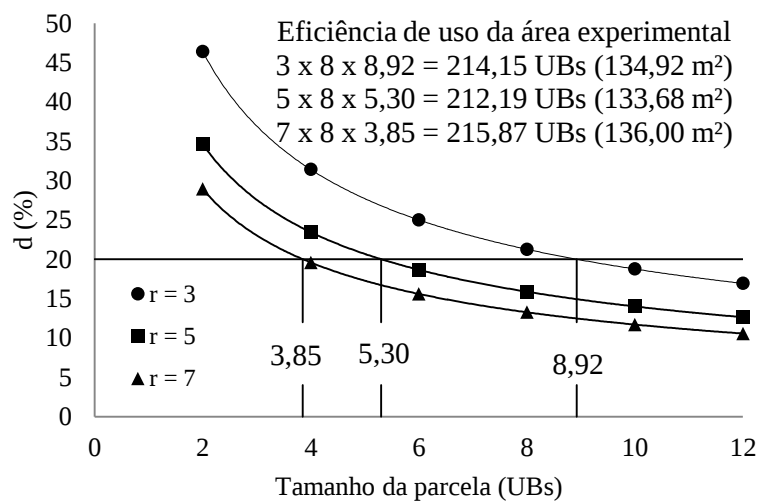


Figura 52 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

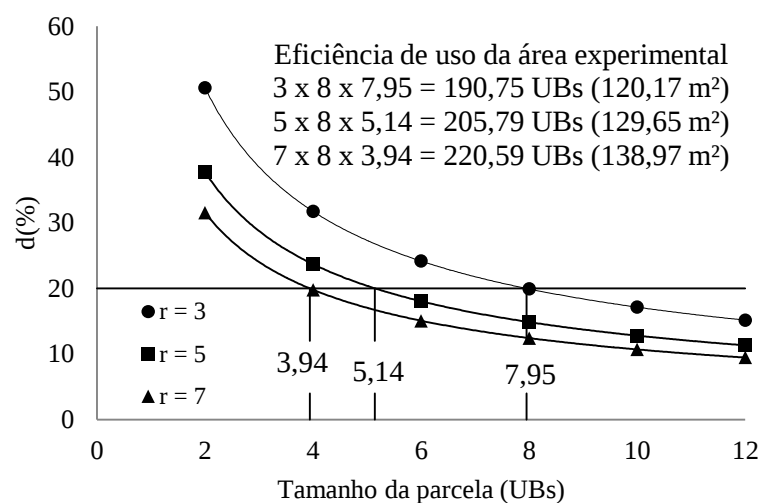


Figura 53 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

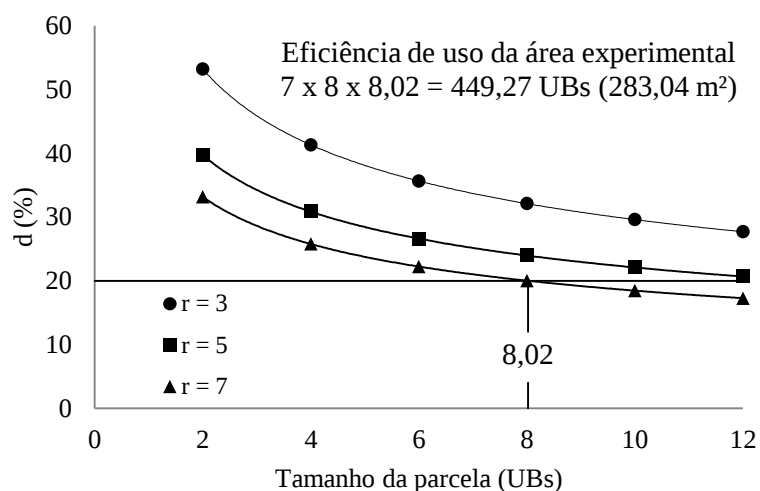


Figura 54 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

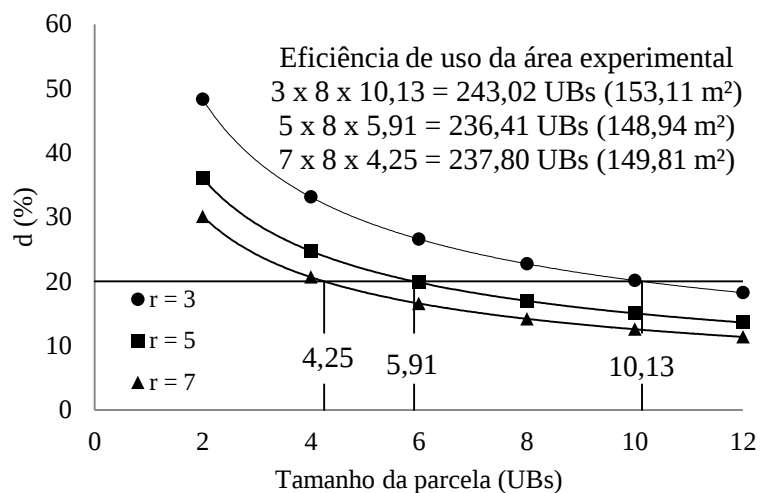


Figura 55 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

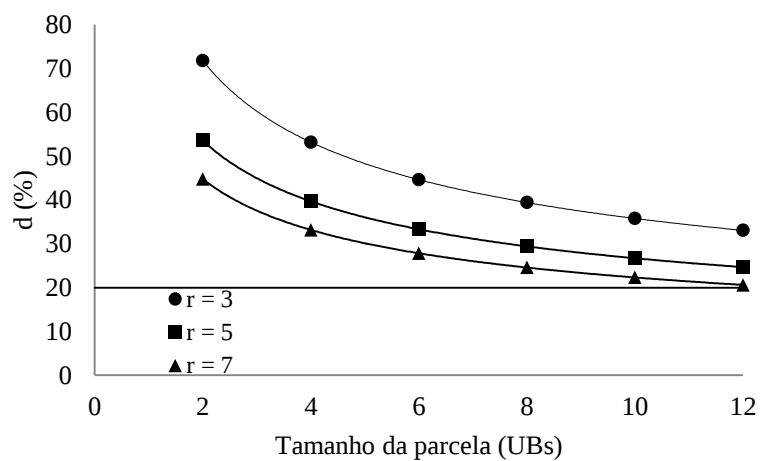


Figura 56 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Olisun 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

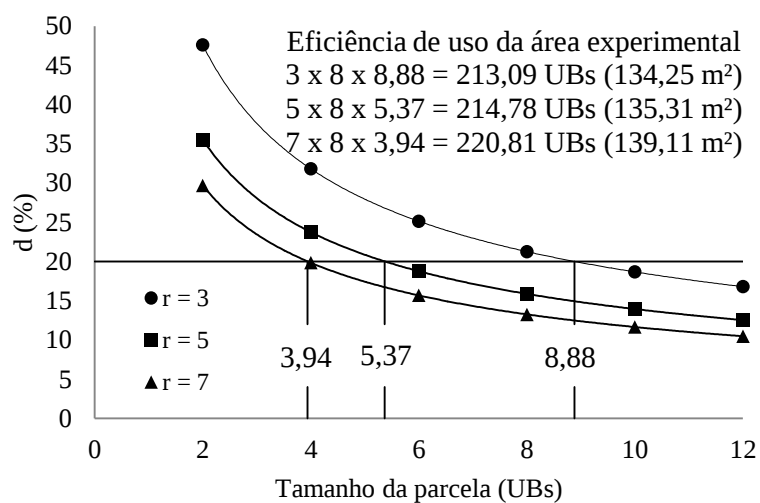


Figura 57 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

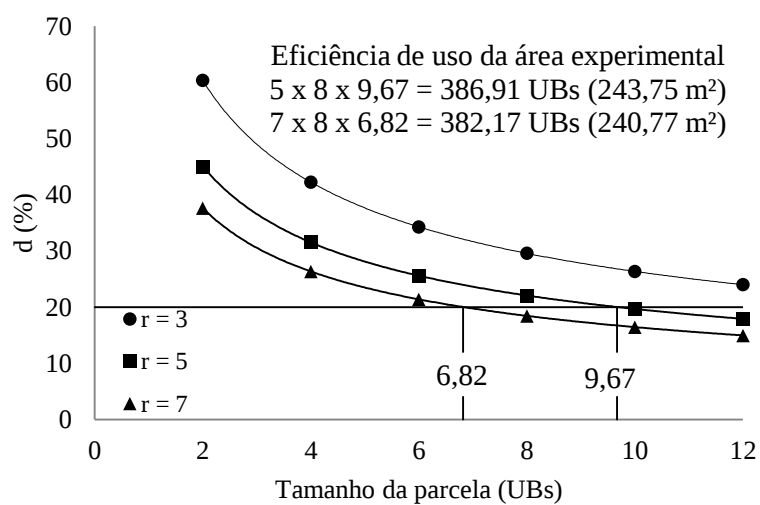


Figura 58 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

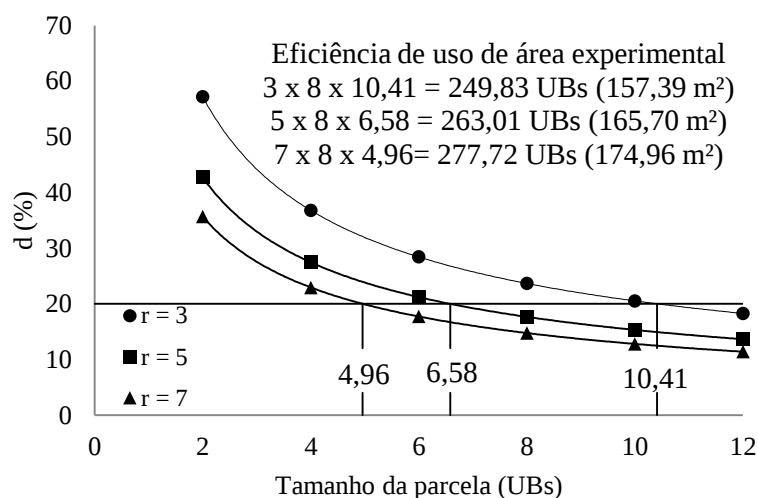


Figura 59 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

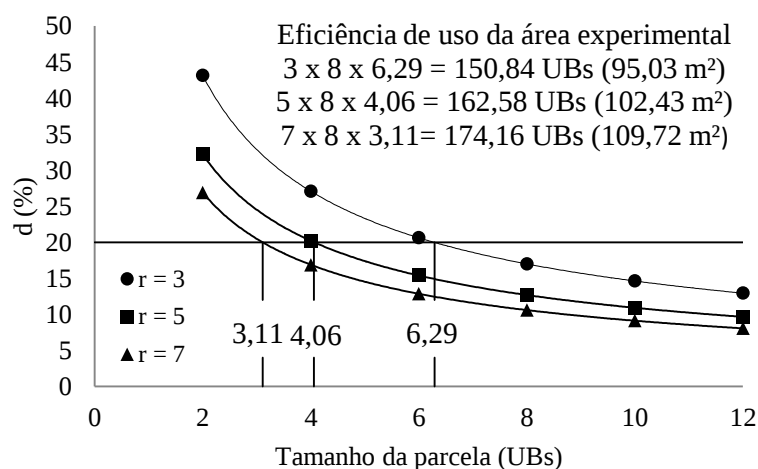


Figura 60 - Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol da cultivar Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

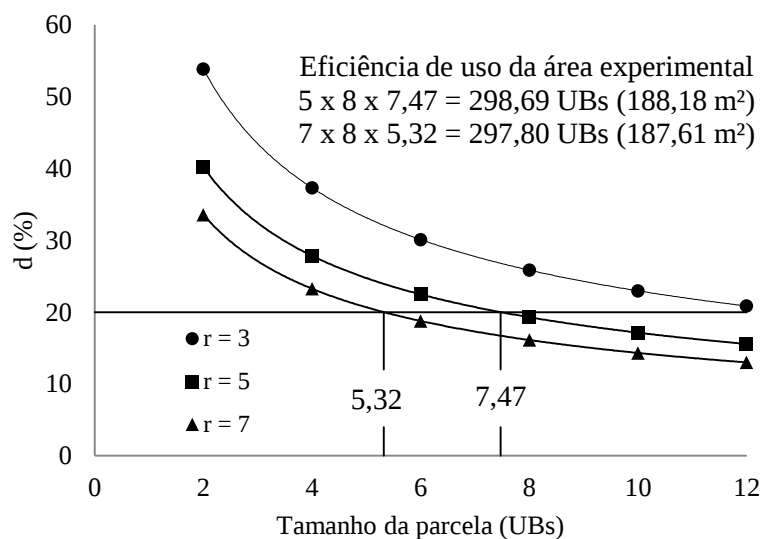


Figura 61 – Relação entre a diferença detectável (d), em % da média, entre 2 cultivares e o tamanho da parcela, utilizando-se 8 cultivares, coeficiente de variação de parcelas constituídas de uma UB e 3, 5 e 7 repetições, para o rendimento de grãos de girassol considerando-se todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Observou-se, quando foram consideradas todas as cultivares (Figura 61), que o uso de um maior número de repetições, mesmo que o experimento apresente um maior número de unidades experimentais, possibilitou a obtenção da mesma precisão (20% da média), porém, com uma área experimental menor. Isso indica que o aumento do número de unidades experimentais, resultante da utilização de um maior número de repetições, foi vantajosamente compensado pelo menor tamanho da parcela que necessitou-se para alcançar uma mesma precisão (d) quando se utilizaram mais repetições. Esse fato comprovou a maior eficiência de parcelas de menor tamanho, quando se utilizou um maior número de repetições, com relação ao uso da área experimental. Resultados semelhantes foram observados por outros autores (CREWS; JONES; MASON, 1963; SILVA; MACHADO; MOURA, 1987; HENRIQUES NETO, 2003).

Deve-se ressaltar que a redução da variância da média de cada tratamento é obtida pelo uso de parcelas pequenas. O maior número de repetições com parcelas pequenas, além de possibilitar diminuir o número de plantas necessárias ao experimento e o tamanho da área experimental, reduz os custos da pesquisa, aumenta a precisão do experimento e das estimativas do erro experimental, dos efeitos de tratamentos e de outros parâmetros. Isso facilita a detecção de diferenças significativas entre os tratamentos, quando estas existem, e propicia maior confiabilidade aos resultados da pesquisa. (ROSSETTI, 2001; 2002)

Outro aspecto importante observado nesse trabalho, em relação à eficiência do uso da área experimental, e que deve ser levado em consideração, foi que nem sempre compensa diminuir o tamanho da parcela e aumentar o número de repetições para se obter uma determinada precisão experimental (d). Esse aspecto diz respeito à influência do coeficiente de heterogeneidade do solo (b) sobre a eficiência do uso da área experimental, onde verificou-se que nas situações em que o coeficiente b foi superior a 1,08 (Figuras 50, 52, 53, 55, 57, 59 e 60), foi mais eficiente utilizar um maior tamanho de parcela com um menor número de repetições para se detectar a mesma precisão d . Este comportamento foi também observado por Martin et al. (2004) que trabalharam com milho e obtiveram coeficiente b de 1,067 e 1,190. Com isso indicaram a utilização de parcelas maiores com menor número de repetições. Por outro lado, diferiu de Lin e Binns (1986), que recomendaram, para conseguir maior precisão, o uso de parcelas grandes com menor número de repetições, quando o valor de b for imediatamente superior a 0,7.

Constatou-se também que ao fixar d em 20%, ocorreu uma variação grande do tamanho da parcela utilizado, para um mesmo número de repetições entre as cultivares estudadas (Figuras 47 a 61). Isso evidencia que para um mesmo nível de precisão e número de repetições, devem ser utilizados diferentes tamanhos de parcelas para as cultivares estudadas. Este comportamento também foi verificado por Martin et al. (2004) ao realizar experimento com cultivares de milho. Faz-se

necessário ressaltar que os resultados de precisão experimental obtidos nesse estudo, para diversas combinações de tamanhos de parcelas, tratamentos e repetições poderão ajudar aos pesquisadores no planejamento de futuros experimentos de avaliação de cultivares de girassol.

4.7 COMPARAÇÃO ENTRE OS TAMANHOS DE PARCELAS DETERMINADOS POR DIFERENTES MÉTODOS

Segundo Paranaíba, Morais e Ferreira (2009), as comparações entre os métodos de determinação de tamanhos de parcelas por simulação Monte Carlo são praticamente inviáveis de serem realizadas. Isso porque o verdadeiro tamanho ótimo da parcela não é conhecido e nem há mecanismo de simulação que possa determinar. Assim, esses autores sugerem como alternativa para compará-los a utilização de exemplos reais.

De acordo com Bakke (1988) o método da máxima curvatura modificado é um dos mais utilizados para determinar o tamanho da parcela. Portanto, pode e deve ser utilizado para comparar um ou mais métodos de determinação de unidades experimentais.

Na Tabela 38 encontra-se um resumo das estimativas do tamanho ótimo da parcela para avaliação do rendimento de grãos do girassol de cada cultivar isoladamente e em conjunto, determinadas pelos diferentes métodos. Verificou-se que as estimativas dos tamanhos ótimos da parcela variaram com o método empregado, concordando com Campos (1972), ao realizar experimentos com girassol para a determinação de tamanhos de parcela.

Tabela 38 - Tamanho da parcela para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol considerando-se as cultivares individualmente e em conjunto, estimado por três métodos. Mossoró-RN, UFERSA, 2013¹.

Cultivares	Métodos						
	Correlação Intraclasse	Máxima curvatura modificado			Linear segmentado com platô		
	Tamanho da parcela (UB)	Tamanho da parcela (UB)	CV (%) na máxima curvatura	R ² (%)	Tamanho da parcela (UB)	CV (%) no platô	R ² (%)
Aguará 03	-	5,75	14,41	88,23	3,41	15,27	82,05
Aguará 04	-	5,03	10,89	74,65	4,76	10,31	81,60
Aguará 05	-	6,28	16,64	76,16	4,26	15,66	77,76
Aguará 06	-	5,47	9,94	76,25	3,51	10,82	71,37
BRS 324	-	6,49	12,94	82,51	3,49	16,03	77,29
Charrua	-	5,51	10,22	73,33	3,44	11,24	67,94
Embrapa 122	-	6,10	9,26	81,30	4,06	8,58	83,06
M 734	-	4,97	15,06	75,49	4,48	13,34	74,49
Neon	-	5,58	10,82	84,80	4,00	9,88	83,07
Olisun 03	-	6,66	16,73	76,11	4,02	19,43	74,03
Paraíso 55	-	5,65	10,29	86,44	3,99	11,78	81,01
Paraíso 65	-	6,32	13,06	83,01	3,70	14,68	82,40
Paraíso 103 CL	-	6,49	10,44	77,51	4,17	10,40	82,72
Zenit	-	5,55	8,39	88,93	4,60	7,05	86,22
Todas as cultivares	4,00	5,93	11,81	80,34	3,93	12,46	78,85

¹UB = 0,7 m x 0,9 m.

Os tamanhos ótimos de parcela estimados pelos métodos do coeficiente de correlação intraclasse, máxima curvatura modificado e modelo linear segmentado com platô foram, respectivamente, 4,00 UBs (2,52 m²), 5,93 UBs (3,74 m²) e 3,93 UBs (2,48 m²). Percebeu-se que estes tamanhos de parcela foram próximos entre o método do coeficiente de correlação intraclasse e o modelo linear segmentado com platô, ocorrendo uma razoável superioridade do método da máxima curvatura modificado. O valor do coeficiente de correlação entre os tamanhos ótimos de parcela estimados pelos métodos da máxima curvatura modificado e o modelo linear segmentado com platô ($r = -0,3218^{n.s.}$), indica que estes métodos forneceram estimativas discordantes em relação ao tamanho ótimo de parcela. Isto do ponto de vista prático, não é interessante, pois esperava-se concordância entre as estimativas obtidas. Comportamento semelhante também foi observado por Cargnelutti Filho et al. (2011b), na cultura do milho. Tamanhos adequados de parcela também foram obtidos por Lorentz et al. (2010) (2,4 m²) e por Campos (1972) (variação entre 2,7

a 5,5 m²) . Notou-se que os tamanhos de parcelas estimados nesse trabalho, que variaram de 2,48 a 3,74 m², estão dentro dos limites observados na literatura.

Frequentemente os tamanhos de parcelas estimados pelo método da máxima curvatura modificado são menores em relação aos obtidos por outros métodos (VIANNA, 1999; HENRIQUES NETO, 2003; SILVA et al., 2003; DONATO, 2007; PARANAÍBA, 2007, SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2011; BRITO et al., 2012; HUMADA-GONZÁLEZ et al., 2013). Todavia, como já foi evidenciado, o maior tamanho estimado de parcela nesse estudo foi obtido por esse método, quando comparado aos demais métodos. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Paranaíba (2007), em experimentos com mandioca e por Cargnelutti Filho et al. (2011a) e Cargnelutti Filho et al. (2011b) em milho.

Com o método de Hatheway (1961) obtiveram-se várias estimativas do tamanho da parcela conforme as condições pré-estabelecidas (Tabelas 8 a 22). Dentre os fatores considerados neste método, o coeficiente de variação, o nível de precisão desejado e o número de repetições influenciaram de forma mais acentuada as estimativas dos tamanhos de parcelas, o que é uma característica inerente ao método e foi constatado por vários autores (SILVA; MACHADO; MOURA, 1987; HENRIQUES NETO, 2003; DONATO, 2007; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2011). Deve-se ressaltar que o método de Hatheway (1961), além de fornecer várias opções de tamanhos de parcela, diferentemente dos demais métodos, permite ao pesquisador avaliar outros fatores importantes no planejamento do experimento, tais como, precisão experimental pretendida, número de tratamentos e de repetições, bem como possibilitar a estimativa da verdadeira diferença detectável entre médias de tratamentos (Tabelas 23 a 37), desde que esteja de posse dos valores do coeficiente de variação e do coeficiente de heterogeneidade do solo, como já abordado anteriormente.

Neste trabalho, os métodos utilizados para a determinação do tamanho da parcela não levaram em consideração os custos referentes à parcela, que são

considerados por vários autores como um dos fatores importantes na sua determinação (GOMEZ; GOMEZ, 1984; RIBEIRO; SILVA; FREIRE FILHO, 1984; SILVA; MACHADO; MOURA, 1987). Por outro lado, Hatheway (1961) e Storck et al. (2006a) argumentam que o interesse básico do experimentador deve ser a precisão do experimento e que fatores de custo não devem ser considerados na escolha do tamanho da parcela. Acrescente-se a isso o fato de que na prática tem sido difícil avaliar corretamente esses custos (PIMENTEL GOMES, 1984; BAKKE, 1988). De maneira geral, de acordo com Faria et al.(2008), dentro de certos limites, desde que os custos não sejam tão elevados, podem ser desprezados com o intuito de se aumentar a precisão.

Existe muita divergência na literatura com relação à seleção do melhor método para estimativa do tamanho ótimo da parcela. Silva et al. (2003) em testes clonais de eucalipto consideraram como o menos ruim, o método da análise visual em comparação aos métodos da máxima curvatura modificado e do coeficiente de correlação intraclasse. Zanon e Storck (2000) em eucalipto, Viana et al. (2002) em mandioca, Lopes et al. (2005) em sorgo, Donato et al. (2008) em bananeira, Cargnelutti Filho et al. (2011a) e Cargnelutti Filho et al. (2011b) em milho, avaliaram vários métodos na determinação de tamanho de parcelas e indicaram como o mais adequado o método da máxima curvatura modificado. Já Paranaíba, Moraes e Ferreira (2009) em trigo e mandioca, Silva (2009), com melão, Campos et al. (2010), com café, Oliveira et al. (2011), com candeia e Humada-González et al. (2013) com batata, consideraram como mais adequado o modelo linear segmentado com platô.

Viana (1999) argumenta como vantagens do método da máxima curvatura modificado para estimativa do tamanho ótimo da parcela o estabelecimento de uma equação de regressão que normalmente apresenta altos valores de coeficiente de determinação. Isso aumenta a confiabilidade das estimativas e a possibilita associá-la a diferença entre médias detectáveis (d) como informação adicional relevante no planejamento experimental.

Com relação aos métodos coeficiente de correlação intraclasse e do modelo linear segmentado com platô, vale ressaltar os inconvenientes discutidos anteriormente, como o problema da superestimação do tamanho ótimo da parcela, pelo método do coeficiente de correlação intraclasse, quando $\rho \leq 0,15$, além da possibilidade de ocorrer subestimação do tamanho ótimo da parcela em função deste método utilizar um só coeficiente (ρ), que é o da parcela efetivamente analisada e no modelo linear segmentado com platô, há possibilidade da ocorrência de “falso” platô quando o número de diferentes tamanhos de parcelas simuladas é limitado ou pequeno, o que a uma subestimação do tamanho ótimo da parcela.

Vários trabalhos sobre tamanhos de parcelas envolvendo diversas culturas e métodos de determinação de tamanhos de parcela têm sido realizados no Brasil e no mundo. Entretanto, para o girassol informações a esse respeito são muito escassas. Oliveira et al. (2010) avaliaram o rendimento de cultivares de girassol em parcelas com área útil de 8,64 m². Entretanto, conforme os resultados obtidos nesse estudo, esse tamanho da parcela poderia ser reduzido consideravelmente sem comprometimento das informações a serem obtidas, haja vista 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 uma maneira geral, de acordo com os resultados obtidos ficou evidente que a utilização de mais de um método de dimensionamento do tamanho da parcela foi importante, pois cada método apresentou uma peculiaridade como foi também relatado por vários autores (HENRIQUES NETO, 2003; PARANAÍBA, 2007; DONATO, 2007; SILVA, 2009; CARVALHO, 2011; LORENTZ; ERICHISEN; LÚCIO, 2012; LÚCIO et al., 2012; MORAES, 2013). Para todas as situações, na qual todas as condições são aceitas, o tamanho ótimo de parcelas para avaliação do rendimento de grãos de girassol seria de 5,93 UBs de área útil (3,74 m²).

5 CONCLUSÕES

O solo do experimento apresentou alta heterogeneidade.

Ocorreu redução contínua do coeficiente de variação com o aumento do tamanho da parcela, porém com taxas diferenciadas de decréscimo.

Os métodos do modelo linear segmentado com platô, do coeficiente de correlação intraclass e da máxima curvatura modificado estimaram tamanho ótimo de parcela de, respectivamente, 2,48, 2,52 e 3,74 m².

O método da máxima curvatura modificado apresentou estimativa do tamanho ótimo da parcela mais adequada, aliado à diferença detectável entre médias de cultivares para avaliar com precisão o rendimento de grãos do girassol.

Parcela com tamanho de 3,74 m² de área útil foi considerada adequada para avaliação do rendimento de grãos de cultivares de girassol, nas condições desse experimento, e foi menor do que o tamanho geralmente usado nas pesquisas com a cultura do girassol (8,64 m²).

O método de Hatheway (1961) permitiu estimar diversos tamanhos de parcelas, muitos de tamanhos aplicáveis para experimentos de avaliação de cultivares de girassol.

Considerando-se todas as cultivares, para uma mesma diferença a ser detectada entre médias de cultivares, a utilização de parcelas de menor tamanho com maior número de repetições requereu menos área experimental do que parcelas maiores com menor número de repetições.

REFERÊNCIAS

AFONJA, B. Analysis of a uniformity trial on cassava. **Experimental Agriculture**, London, v. 4, n. 2, p. 135-141, 1968.

AGROBYTE. **Girassol** (*Helianthus annuus* L.). 2012. Disponível em: < <http://www.agrobyte.com.br/girassol.htm> > Acesso em: 19 jan 2012.

AMABILE, R. F. **Girassol**: da América para o mundo. 2012. Disponível em: < <http://www.agroline.com.br/artigos/artigos.php?id=374> > Acesso em: 18 jan 2012.

AMARAL, E. Tamanho e forma das parcelas em experimentos com cafeeiro. In: SEMINÁRIO DE ESTATÍSTICA, IV, 1951, Campinas, SP. **Resumos...**, Campinas: 1951.

ARAÚJO, E. G.; PIEDADE, S. M. D. S.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; PEREIRA, J. C. Métodos de amostragem e tamanho de amostra para avaliar o estado de maturação da uva Niágara Rosada. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 501-518, out./dez. 2009.

ASSIS, J. P.; MELO, F. I. O.; ALVES, J. F.; SILVA, P. S. de L. Tamanho e forma de parcela para experimentos com mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 24, n. 1/2, p. 11-17, jun./dez. 1993.

ASSIS, J. P.; SILVA, P. S. L. Tamanho e forma ideais da unidade experimental em ensaio com milho. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 20, n. 1, p. 42-50, jan./jun. 1999.

BAKKE, O. A. **Tamanho e forma ótimos de parcelas em delineamentos experimentais**. 1988. 142f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1988.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2006. 237p.

BARROS, I.; TAVARES, M. Estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais através de cálculos algébricos. **Bragantia**, Campinas, v.54, n.1, p. 209-215, 1995.

BATISTA, J. L. F. Tamanho e forma de parcela. São Paulo: ESALQ, 2006. (Notas para a disciplina Métodos de Amostragem em Levantamentos Florestais).

BEIGUELMAN, B. **Curso prático de bioestatística**. 5. ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002. 274 p.

BERTOLUCCI, F. L. G. **Novas alternativas de tamanho e forma da parcela experimental para avaliação de progênies do feijoeiro**. 1990. 150f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras-MG, 1990.

BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P.; DUARTE, G. S. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 295-305, out./dez. 1991.

BIODIESELBR. Com insucesso da mamona Petrobrás aposta no girassol. **Diário de Natal**. 2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/mamona/insucesso-mamona-pe...>> Acesso em: 30 nov 2011.

BRIM, C. A.; MASON, D. D. Estimates of optimum plot size for soybean yield trials. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 2, p. 331-334, 1959.

BRITO, M. C. M.; FARIA, G. A.; MORAIS, A. R.; SOUZA, E. M.; DANTAS, J. L. L. Estimacão do tamanho ótimo de parcela via regressão antitônica. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 353-366, 2012.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORK, L.; SANTOS, V. J. S.; BENZ, V.; LOVATO, C. Tamanho ótimo de parcela para ensaios com sorgo granífero em duas épocas de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 315-320, mar./abr. 2008.

BUENO, A.; PIMENTEL GOMES, F. Estimativa do tamanho de parcela em experimentos de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.2, n.2, p. 39-44, jul./dez. 1983.

CAMPOS, G. M. **Determinação do tamanho e forma das parcelas para uso em experimentos de girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 1972. 133f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 1972.

CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R.; COGO, F. D.; ALMEIDA, S. L. S.; CIPRIANO, P. E. Métodos de regressão não linear para determinação de tamanho de parcelas em ensaio com sistema radicular de mudas de cafeeiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19º, 2010, São Pedro, **Anais...**, São Pedro: ESALQ, 2010. CD-ROM.

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**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 336-343, mar. 2012.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASARROTO, G.; FICK, A. L. Tamanho ótimo da parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 11, p. 1890-1898, nov. 2011a.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASARROTO, G.; LÚCIO, A. D. Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1509-1511, set. 2011b.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino. Mossoró-RN: Fundação Guimarães Duque, 1989. 62 p. (Coleção Mossoroense, série C, vol. 30).

CARVALHO, F. W. A. **Tamanho de parcela e viabilidade agroeconômica do consórcio cenoura e rúcula**. 2011. 79f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2011.

CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; CARVALHO, C. G. P. de; LIRA, M. A.; FERREIRA, F. M. de B.; TABOSA, J. N.; MACEDO, J. J. G. de; OLIVEIRA, E. A. S.; FEITOSA, L. F.; RODRIGUES, C. S.; MELO, K. E. de O.; MENEZES, A. F.; SANTOS, M. L. dos. Avaliação de cultivares de girassol no Nordeste brasileiro. **Comunicado Técnico**, Aracajú, n. 106, 8p., ago. 2010.

CARVALHO, M. P. **Plano experimental e a variação da heterogeneidade da área experimental na cultura do milho**. 2008. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

CHAGAS, F. C. das. **Normas climatológicas para Mossoró - RN (1970-1996)**. 1997. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN, 1997.

CHAVES, L. J. **Tamanho de 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-SP, 1985.

CRAMÉR, H. **Mathematical methods of statistics**. 19. reimpressão. Princeton: Princeton University Press, 1999, 575p.

CREWS, J. W.; JONES, G. L.; MASON, D. D. Field plot technique studies with fluecured tobacco. I. Optimum plot size and shape. **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, n. 2, p. 197-199, 1963.

DONATO, S. L. R. **Estimativas do tamanho e forma de parcelas experimentais para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira (*Musa spp.*)**. 2007. 188f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2007.

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**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 957-969, ago. 2008.

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

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de produção de informação, 2006. 306p.

EMBRAPA. **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.

EMBRAPA. **Folhas do girassol podem inibir o crescimento de plantas daninhas**. 2007. Disponível em: < [http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2007/outubro/1^a - sema...](http://www.embrapa.gov.br/imprensa/noticias/2007/outubro/1a-sema...) > Acesso em: 19 jan 2012.

FAO. **Soil map of the world**, revised legend. Rome: UNESCO, 1988. 119 p.

FARIA, G. A.; PEIXOTO, A. P. B.; SOBRINHO, E. B.; MORAIS, A. R.; COSTA, J. A. Tamanho ótimo de parcela para experimentos aplicados a conservação de germoplasma de maracujá (*Passiflora Giberti* (N. E.) Brown) in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 53^a, 2008, Lavras, **Anais...**, Lavras: UFLA, 2008.

FEDERER, W. T. **Experimental design**. New York: MacMillan, 1955. 544p.

FEDERER, W. T. **Experimental design**: theory and application. 3. ed. Nova York: Oxford, IBH Publishing, 1977. 593p.

FERREIRA, D. F. **Uso de recursos computacionais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. 157p.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió-AL: EDUFAL, 2000. 419p.

FIRMINO, R. A.; COGO, F. D.; ALMEIDA, S. L. A.; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café Catuai Amarelo 2SL. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 9-12, mar. 2012.

FLEMING, A. A.; RIGERS, T. H.; BANCROFT, T. A. Field plot technique with hybrid corn under Alabama conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 49, n. 1, p.1-4, 1957.

FRANCO, J. D. Uso de las superficies de resposta em el cálculo del tamaño óptimo de parcela experimental em ensayo metodológico. **Instituto Colombiano Agropecuario**, Bogotá, v. 12, n. 3, p. 325-341, 1977.

GALLANT, A. R. **Nonlinear statistical model**. New York: John Wiley, 1942. 610p.

GOMEZ, K. A.; GOMEZ, A. A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2. ed., New York: John Wiley, 1984. 680p.

HALLAUER, A. R. Estimation of soil variability and convenient plot size corn trials. **Agronomy Journal**, Madison, v. 56, n. 5, p. 493-499, 1964.

HATHEWAY, E. H. Convenient plot size. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, n.4, p.279-280, july/aug. 1961.

HATHEWAY, W. H.; WILLIAMS, E. J. Efficient estimation of the relationship between plot size and the variability of crop yields. **Biometrics**, Tallahassee, v.14, n. 2, p.207-222, 1958.

HENRIQUES NETO, D. **Estimativas de tamanho e forma de parcelas experimentais para avaliação do rendimento de grãos de trigo**. 2003. 138f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa , Viçosa-MG, 2003.

HENRIQUES NETO, D.; SEDIYAMA, T.; SOUZA, M. A.; CECON, P. R.; YAMANAKA, C. H.; SEDIYAMA, M. A. N.; VIANA, A. E. S. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 517-524, jun. 2004.

HUNSAKER, D. J.; BUCKS, D. A. Statistical analyses of soil variability: effects of variability on level-basin irrigation of wheat. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 21, n. 2 p. 177-195, 1992.

HUMADA-GONZÁLEZ, G. G.; LISKA, G. R.; MENDOZA, C. A. C.; MORAIS, A. R. Métodos de estimação de tamanho ótimo de parcela em experimento com batata. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 58^a, e SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 15^o, 2013, Campina Grande, **Anais...**, Campina Grande: UEPB, 2013. CD-ROM.

KELLER, K. R. Uniformity trials on hops (*Humulus lupulus* L.) for increasing the precision of field experiments. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, n. 8, p. 389-392, 1949.

KOCH, E. J.; RIGNEY, J. A. A method of estimating plot size from experimental data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, n. 1, p. 17-21, 1951.

LANA, E. P.; HOMEYER, P. G.; HABER, E. S. Field plot technique in vegetable crops. **American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 78, n.1.p. 20-30, 1953.

LE CLERG, E. L. Significance of experimental design in plant breeding. In: FREY, K. J. (ed.) **Plant breeding symposium**. Ames: Iowa State University, 1967, p. 243-313.

LE CLERG, E. L.; LEONARD, W. H.; CLARK, A. G. **Field plot technique**. 2. ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1962. 373p.

LEITE, M. S. O.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Effects of plot size on the estimation of genetic parameters in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 6, p. 40-46, 2006.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. **Crop Science**, Madison, v.3, n. 5, p. 477-481, 1963.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S.; FARIA, G. A. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com plantas de mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1411-1415, set./out., 2007.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. Relative efficiency of two randomized block design having different plot sizes and numbers of replications and of plots per block. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n. 3, p.531-534, 1986.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. Working rules for determining the plot size and numbers of plots per block in field experiments. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 103, p. 11-15, 1984.

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**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 525-530, jun. 2005.

LORENTZ, L. H.; BOLIGON, A. A.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. Plot size and experimental precision for sunflower production. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.67, n.4, p.408-413, july/aug. 2010.

LORENTZ, L. H.; ERICHSEN, R.; LÚCIO, A. D. Proposta de método para estimação de tamanho de parcela para culturas agrícolas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 772-780, nov./dez. 2012.

LORENTZ, L. H.; MARTIN, T. N.; BOLIGNON, A. A.; STORK, L.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Tamanho de parcela e precisão experimental em ensaios com trigo em plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 129-135, 2007.

LORENTZ, L. H. **Relação entre estatísticas do planejamento experimental e tamanho de parcela para pimentão em estufa plástica**. 2008. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

LÚCIO, A. D.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; BENZ, V. Estimativa do tamanho de parcela para experimento com alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 510-515, out./dez. 2011.

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**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 660-668, out./dez. 2012.

LÚCIO, A. D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 1997.

MARTIN, T. N.; DUTRA, L. M. C.; JAUER, A.; STORCK, L.; ZABOT, L.; UHRY, D.; SANTI, A. L.; STEFANELO, C.; LUCCA FILHO, O. A. Tamanho ótimo de parcela e número de repetições em soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 271-276, mar./abr. 2005a.

MARTIN, T. N.; JAUER, A.; DUTRA, L. M. C.; SANTI, A. L.; ZABOT, L. Metodologia experimental para rendimentos de grãos de soja em condições de restrição de espaço. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 521-526, 2007.

MARTIN, T. N.; STORCK, L.; LOPES, S. J.; SANTOS, P. M.; CARVALHO, M. P.; DAMO, H. P. Definição de plano experimental para comparações de cultivares de milho em áreas limitadas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3 n. 3, p. 325-332, set/dez. 2004.

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**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 35-40, jan. 2005b.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v.11, n. 3, p. 648-650, 1971.

MILLER, M. P.; SINGER, M. J.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 6, p. 1133-1141, 1988.

MORAES, B. F. X. **Tamanho de parcela e de amostra na avaliação da produtividade de grãos de café arábica**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2013.

MOURA, K. H. S. **Determinação do tamanho da amostra para avaliação de híbridos de melão amarelo**. 2008. 55f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2008.

MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H.; SIMPLÍCIO, E.; SOARES, A. R. Estudo do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill, usando parcelas lineares. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1002-1010, jul./ago. 2009.

MUNIZ, J. A.; SIMPLÍCIO, E.; AQUINO, L. H.; SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill, II: parcelas retangulares. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 446-453, abr./jun., 1999.

NAGAI, V.; PASSOS, F. A.; SCARANARI, H. J.; MARTINS, F. P. Tamanho da parcela e número de repetições em experimentos com morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v.37, n. 9, p.71-81, 1978.

NUNES, R. P. **Métodos para a pesquisa agronômica**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará – Centro de Ciências Agrárias, 1998. 564p.

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*. **CERNE**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 327-338, jul./set. 2011.

OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, H. W. L.; CARVALHO, C. G. P.; LIRA, M. A.; FERREIRA, F. M. de B.; TABOSA, J. N.; CARVALHO, J. J. G.; FEITOSA, L. F.; RODRIGUES, C. S.; MELO, K. E. de O.; MENEZES, A. F.; SANTOS, M. L. 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. **Comunicado Técnico**, Aracajú, n. 105, 6p., jul. 2010.

OLIVEIRA, P. H.; ESTEFANEL, V. Tamanho e forma ótimos da parcela para avaliação de rendimento em experimentos com batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.205-208, mar./abr. 1995.

OLIVEIRA, R. P. **Estudo comparativo de alguns métodos de estimação do tamanho adequado de parcelas experimentais**. 1976. 100f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade de Brasília, Brasília-GO, 1976.

OLIVEIRA, S. J. R. **Dependência entre o tamanho da unidade básica e as estimativas das dimensões da parcela experimental de batata**, 2005. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008.

OLIVEIRA, S. J. R.; STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; FEIJÓ, S.; DAMO, H. P. Plot size and experimental unit relationship in exploratory experiments. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 585-589, nov./dez. 2005.

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**, Santa Maria, v. 36, n.6, p.1710-1716, nov./dez. 2006.

ORTIZ, R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of management. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 1, p. 63-69, 1995.

PABLOS HACH, J. L.; CASTILLO MORALES, A. Determinación del tamaño de parcela experimental óptimo mediante la forma canónica. **Agrociência**, México, v. 23, n. 23 p. 39-48, 1976.

PÁRRAGA L., C. E.; CHACÍN L., F. Comparación de metodologías univariadas em la determinación de unidades experimentais de campo: renglón maíz (*Zea mays* L.). **Revista Faculdade de Agronomia**, Maracay, v. 26, p. 175-190, 2000a.

PÁRRAGA L., C. E.; CHACÍN L., F. Métodos multivariados para determinar el número de réplicas, la forma y el tamaño óptimo de unidad experimental en el cultivo maíz (*Zea mays* L.). **Revista Faculdade de Agronomia**, Maracay, v. 26, p. 163-173, 2000b.

PARANAÍBA, P. F. **Proposição e avaliação de métodos para estimar o tamanho ótimo de parcelas experimentais**. 2007. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.

PARANAÍBA, P. F.; FERREIRA, D. F.; MORAIS, A. R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 255-268, abr./jun. 2009.

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**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 81-90, jan./mar. 2009.

PARODI, P. P. C.; NEBRED, M. I. M. Efecto del número de repeticões y el tipo de parcelas sobre la eficiência experimental em la determinacion del comportamiento agronômico de trigo candeal. **Ciência e Investigación Agraria**, Santiago, v. 24, n. 1, p. 46-58, 1997.

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**, Santa Maria, v. 41, n. 11, p. 1907-1913, nov. 2011.

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

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba-SP: FEALQ, 2009. 451p.

PIMENTEL GOMES, F. Novos aspectos do problema do tamanho ótimo das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n.1, p.59-62, jan. 1988.

PIMENTEL GOMES, F. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1507-1512, dez. 1984.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2012. Disponível em: < <http://www.R-project.org> > Acesso em: 09 jul 2012.

RESENDE, M. D. V.; SOUZA JÚNIOR, C. L. de. Número de repetições e tamanho da parcela para seleção de progênies de milho em solos sob cerrado e fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.8, p. 781-788, ago. 1997.

RIBEIRO, V. Q.; SILVA, E. C.; FREIRE FILHO, F. R. Tamanho e forma de parcelas de culturas consorciadas e solteiro de caupi e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 11, p. 1365-1371, nov. 1984.

ROSSETTI, A. G. **Determinação do tamanho ótimo de parcelas em ensaios agrícolas**. 1979, 70f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 1979.

ROSSETTI, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 433-438, abr. 2002.

ROSSETTI, A. G.; PIMENTEL GOMES, F. Determinação do tamanho ótimo de parcelas em ensaios agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 5, p. 477-487, mai. 1983.

ROSSETTI, A. G. Precisão experimental e tamanho da área de experimentos de campo com frutíferas e outras plantas perenes arbóreas em função da unidade experimental e do número de repetições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 704-708, dez. 2001.

SANCHEZ, F. M. Tamño de muestra para representar poblaciones de maiz. **Agrociência**, México, série B: 163-177, 1978.

SASMAL, B. C.; KATIAL, V. Note on the size and shape of plots and blocks in field experiments with tossa jute. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 50, n. 10, p. 791-793, 1980.

SHEELA, M. A.; UNNITHAN, V. K. G. Optimum size of plots in cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Journal of Plantation Crops**. Kerala, V. 17, n. 1, jun., p. 18-22, jun., 1989.

SILVA, E. C. **Estudo do tamanho e forma de parcelas para experimentos de soja**. 1972. 71f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1972.

SILVA, J. R. da. **Tamanho de parcela e efeito de bordadura em experimentos com meloeiro**. 2009. 142f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2009.

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

SILVA, P. S. L.; SOUSA, R. P.. **Técnicas experimentais para o milho**. Mossoró-RN: Fundação Guimarães Duque, 19991. 192 p. (Coleção Mossoroense, série C, v. 655).

SILVA, R. L.; XAVIER, A.; LEITE, H. G.; PIRES, I. E. Determinação do tamanho ótimo da parcela experimental pelos métodos da máxima curvatura modificado, do coeficiente de correlação intraclasse e da análise visual em testes clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27. n. 25, p. 669-676, set./out. 2003.

SIMPLÍCIO, E.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H.; SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, I: parcelas retangulares. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 53-65, 1996.

SMIDERLE, J. O. **O girassol como alternativa de combustível**. 2008 Disponível em: < <http://www.agrisustentavel.com/artigos/girassol.htm> > Acesso em: 19 jan 2012.

SMIDERLE, J. O. Efeito residual de doses de calcário na produtividade, teor e acidez de óleo do girassol produzido em cerrado de Roraima. **Comunicado Técnico**, Boa Vista, n.57, 5p., dez. 2010.

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

STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics**. 3th. Ed. Nova York: McGraw Hill Book, 1997. 666p.

STORCK, L. **Estimativa para tamanho e forma de parcela e número de repetições para experimentos com milho (*Zea mays* L.)**. 1979. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santa Maria – RS, 1979.

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**, Sete Lagoas, v.5, n.1, p.48-57, jan./abr. 2006b.

STORCK, L.; SACCOL, A. V.; SCHINEIDER, F. M. Comparação de métodos de estimativa do índice de heterogeneidade do solo e do tamanho ótimo de parcela em experimentos com soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.12, n.2/3, p.189-202, 1982.

STORCK, L.; UITDEWILLIGEN, W. P. M. Estimativa para tamanho e forma de parcelas e número de repetições para experimentos com milho. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.16, n.2, p.269-282, jul./dez. 1980.

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

VALLEJO, R. L.; MENDOZA, H. A. Plot technique studies on sweet potato yield trials. **Journal of American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 117, n. 3 p. 508-511, 1992.

VIANA, A. E. S. **Estimativas do tamanho de parcelas e características do material de plantio em experimentos com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1999. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999.

VIANA, A. E. S.; SEDIYAMA, T.; CECON, P. R.; LOPES, S. C.; SEDIYAMA, M. A. N. Estimativas de tamanho de parcela em experimentos com mandioca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1 p. 58-63, mar. 2002.

WEBER, C. R.; HORNER, T. W. Estimates of cost and optimum plot size and shape for measuring yield and chemical characters in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 49, n. 8, p. 444-449, 1957.

ZANON, M. L. B.; STORCK, L. Tamanho de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* em dois estádios em desenvolvimento. **Cerne**, Lavras, v.6, n.2, p.104-111, abr./jun. 2000.

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

ZUHLKE, T. A.; GRITTON, E. T. Optimum plot size and shape estimates pea yield trials. **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n. 6, p. 905-908, 1969.

APÊNDICE

Tabela 1A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 03. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	6030,60	6030,60
2	6	5	13987,19	3496,80
3	4	3	21693,12	2410,35
4	3	2	38106,34	2381,65
6	2	1	46115,49	1280,99

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 2A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 04. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	1550,31	1550,31
2	6	5	3706,93	926,73
3	4	3	5952,04	661,34
4	3	2	9447,41	590,46
6	2	1	10739,48	298,32

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 3A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 05. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	3848,92	3848,92
2	6	5	9376,80	2344,20
3	4	3	19967,83	2218,65
4	3	2	18719,41	1169,96
6	2	1	33393,55	927,60

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 4A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Aguará 06. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2026,95	2026,95
2	6	5	3980,04	995,01
3	4	3	10300,61	1144,51
4	3	2	7176,04	448,50
6	2	1	20730,49	575,85

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 5A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol BRS 324. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2305,05	2305,05
2	6	5	5777,83	1444,46
3	4	3	6853,76	761,53
4	3	2	15040,24	940,01
6	2	1	19602,90	544,52

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 6A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Charrua. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	1755,22	1755,22
2	6	5	4144,78	1036,20
3	4	3	6126,28	680,70
4	3	2	10774,66	673,42
6	2	1	10452,65	290,35

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 7A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Embrapa 122. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2370,13	2370,13
2	6	5	5832,41	1458,10
3	4	3	5469,44	607,72
4	3	2	14346,99	896,69
6	2	1	14832,09	412,00

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 8A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol M 734. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	1046,37	1046,37
2	6	5	2599,64	649,91
3	4	3	4670,81	518,98
4	3	2	7085,60	442,85
6	2	1	9927,44	275,76

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 9A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Neon. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2884,97	2884,97
2	6	5	6386,91	1596,73
3	4	3	8277,40	919,71
4	3	2	14935,45	933,47
6	2	1	13174,47	365,96

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 10A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Olisun. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	5265,90	5265,90
2	6	5	11879,59	2969,90
3	4	3	28313,13	3145,90
4	3	2	24286,82	1517,93
6	2	1	59223,18	1645,09

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 11A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 55. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	1198,11	1198,11
2	6	5	2587,74	646,94
3	4	3	3904,88	433,88
4	3	2	5786,94	361,68
6	2	1	8657,16	240,48

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 12A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 65. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	3543,99	3543,99
2	6	5	7910,29	1977,57
3	4	3	11704,93	1300,55
4	3	2	13714,44	857,15
6	2	1	24831,45	689,76

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 13A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Paraíso 103 CL. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2517,07	2517,07
2	6	5	5188,65	1297,16
3	4	3	8598,10	955,34
4	3	2	10245,97	640,37
6	2	1	17394,70	483,19

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 14A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos da cultivar de girassol Zenit. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	1651,80	1651,80
2	6	5	3337,25	834,31
3	4	3	3031,34	336,82
4	3	2	6590,83	411,93
6	2	1	5749,97	159,72

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 15A – Tamanho da parcela, número de parcelas, graus de liberdade, variância entre as parcelas e variância por unidade de área entre parcelas, utilizados para estimar o coeficiente de heterogeneidade do solo, usando-se o rendimento de grãos de girassol, considerando-se todas as cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidade básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Variância entre parcelas *	Variância por unidade de área *
1	12	11	2713,96	2713,96
2	6	5	6192,57	1548,14
3	4	3	10347,40	1149,71
4	3	2	14018,37	876,15
6	2	1	21058,93	584,97

*Média aritmética dos S_{xi}^2 e V_x das parcelas de diferentes formas, mas com o mesmo tamanho originados dos dez blocos (repetições); UB = 0,7 m x 0,9 m.

Tabela 16A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 03, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	31,76
2	6	5	23,20
3	4	3	19,85
4	3	2	18,76
6	2	1	12,94

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

Tabela 17A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 04, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	24,35
2	6	5	19,12
3	4	3	15,94
4	3	2	15,77
6	2	1	8,79

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

Tabela 18A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 05, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	36,00
2	6	5	27,93
3	4	3	26,34
4	3	2	19,44
6	2	1	15,10

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

Tabela 19A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Aguará 06, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	27,29
2	6	5	18,71
3	4	3	18,13
4	3	2	12,69
6	2	1	11,05

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

Tabela 20A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar BRS 324, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	35,82
2	6	5	27,14
3	4	3	19,46
4	3	2	19,71
6	2	1	13,93

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

Tabela 21A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Charrua, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	27,26
2	6	5	20,38
3	4	3	16,60
4	3	2	15,24
6	2	1	9,13

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

Tabela 22A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Embrapa 122, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	32,13
2	6	5	23,19
3	4	3	14,72
4	3	2	15,82
6	2	1	10,20

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

Tabela 23A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar M 734, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	27,54
2	6	5	21,56
3	4	3	19,80
4	3	2	18,12
6	2	1	12,39

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

Tabela 24A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Neon, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	28,08
2	6	5	20,50
3	4	3	16,16
4	3	2	14,78
6	2	1	9,43

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

Tabela 25A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Olisun 03, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	39,21
2	6	5	28,78
3	4	3	29,56
4	3	2	20,53
6	2	1	19,90

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

Tabela 26A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 55, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	28,58
2	6	5	20,71
3	4	3	16,57
4	3	2	15,22
6	2	1	11,06

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

Tabela 27A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 65, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	34,32
2	6	5	25,86
3	4	3	20,67
4	3	2	17,28
6	2	1	13,02

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

Tabela 28A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Paraíso 103 CL, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	35,45
2	6	5	24,45
3	4	3	20,78
4	3	2	14,88
6	2	1	12,58

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

Tabela 29A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol da cultivar Zenit, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº de parcelas	Graus de liberdade	Coeficiente de variação (%)*
1	12	11	27,35
2	6	5	19,20
3	4	3	11,88
4	3	2	13,51
6	2	1	7,01

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

Tabela 30A – Tamanho e número de parcelas, graus de liberdade, coeficiente de variação entre as parcelas e rendimento de grãos de girassol considerando-se todas as cultivares, utilizados para estimar os parâmetros A e B do método da máxima curvatura modificado e os parâmetros β_0 , β_1 e coeficiente de variação no platô do modelo linear segmentado com platô. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tamanho da parcela (Número de unidades básicas)	Nº 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

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