

TAMANHO ÓTIMO DA PARCELA EXPERIMENTAL PARA REPOLHO UTILIZANDO O MÉTODO DA COMPARAÇÃO DE VARIÂNCIAS

OPTIMAL SIZE OF EXPERIMENTAL PLOT FOR CABBAGE USING THE VARIANCE COMPARISON METHOD

Jacimar Luís de Souza¹, David Brunelli Viçosi², José Salazar Zanuncio Júnior³, Andréa Ferreira da Costa⁴, Helcio Costa⁵, Maurício José Fornazier⁶ e Rogério Carvalho Guarçoni⁷

^{1,4,5,6,7}Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Domingos Martins, Espírito Santo, Brazil, jacimarsouza@yahoo.com.br, andreacosta_2000@yahoo.com.br, helciocosta@incaper.es.gov.br, mauriciofornazier@gmail.com, rogerio.guarconi@gmail.com; ²Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Domingos Martins, Espírito Santo, Brazil, davidvicosi@hotmail.com; ³Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Vitória, Espírito Santo, Brazil, jose.zanuncio@incaper.es.gov.br.

RESUMO- No Espírito Santo a olericultura representou 2.302,17 milhões de reais, ou seja, 10,13% do Valor Bruto da Produção Agropecuária – VBPA do Estado em 2023. Diante dessa importância no contexto socioeconômico Capixaba, há necessidade de disponibilizar aos produtores rurais novas tecnologias de produção, colheita e pós-colheita, através da geração de novas pesquisas. Nos planejamentos de experimentos, os pesquisadores devem definir a parcela experimental visando aumentar a precisão através das informações obtidas, além de melhorar a relação custo/benefício do experimento, gerando tecnologias apropriadas com menores custos, a partir de metodologias que são utilizadas para a determinação do tamanho ótimo de parcelas experimentais, de maneira a deixar o método empírico de lado. Vários métodos são utilizados para a determinação do tamanho ótimo de parcelas experimentais, dentre eles, o da comparação de variâncias, o do modelo linear de resposta a platô e o da máxima curvatura modificado. Mediante a essa demanda, o objetivo do trabalho foi determinar os tamanhos ótimos de parcelas experimentais para avaliação das características físicas de repolho, utilizando o método da comparação de variâncias. O ensaio de uniformidade com 300 plantas de repolho Híbrido F1 Shinsei, foi conduzido na Unidade de Referência em Agroecologia do Incaper. Para as análises estatísticas foram realizadas simulações pelo método de bootstrap e verificação das homogeneidades das variâncias pelo teste de Bartlett, para a obtenção do tamanho ótimo de parcelas experimentais. Para o método da comparação de variâncias são necessárias pelo menos 12 plantas úteis por parcela experimental para as características massa e diâmetro de cabeças e 6 plantas para compactidade de cabeças.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação. Bootstrap. Precisão Experimental. Planejamento Experimental.

ABSTRACT- In the Espírito Santo, horticulture accounted for R\$2,302.17 million, or 10.13% of the state's Gross Value of Agricultural Production (GVAP) in 2023. Given its importance in the socioeconomic context Capixaba, there is a need to provide rural producers with new production, harvesting, and post-harvest technologies through the generation of new research. In the planning of experiments, the researchers must define the experimental plot aiming increasing precision through the information obtained, in addition to improving the cost/benefit ratio of the experiment, generating appropriate technologies with lower costs, based on methodologies that are used to determine the optimal size of experimental plots, in order to leave the empirical method aside. Several methods are used to determine the optimal size of experimental plots, among them, the comparison of variances, the linear plateau response model, and the modified maximum curvature model. Given this demand, the objective of this study was to determine the optimal sizes of experimental plots for evaluating the physical characteristics of cabbage, using the variance comparison method. The uniformity test with 300

plants of Shinsei F1 hybrid cabbage was conducted at the Agroecology Reference Unit of Incaper. For the statistical analyses, simulations were performed using the bootstrap method and the homogeneity of variances was verified using the Bartlett test to obtain the optimal size of experimental plots. For the variance comparison method, at least 12 useful plants per experimental plot are required for the characteristics mass and diameter of heads and 6 plants for compactness of heads.

KEYWORDS: Simulation. Bootstrap. Experimental Accuracy. Experimental Planning.

1 INTRODUÇÃO

No Espírito Santo a olericultura representou 2.302,17 milhões de reais, ou seja, 10,13% do Valor Bruto da Produção Agropecuária – VBPA do Estado em 2023, que somando aos VBPA da cafeicultura, produção animal e fruticultura, respectivamente, 41,21; 22,42 e 13,71%, representam 87, 47% do VBPA total do Estado (Incaper, 2024).

Diante da importância da olericultura no contexto socioeconômico Capixaba, há necessidade de disponibilizar aos produtores rurais, novas tecnologias de produção, colheita e pós-colheita, através da geração de novas pesquisas. Porém, essas investigações científicas apresentam diferentes tamanhos de parcelas experimentais, definido, muitas vezes, pela experiência do pesquisador, com base nos recursos financeiros e humanos disponíveis para a condução dos experimentos.

Vários trabalhos publicados com a cultura de repolho apresentam tamanhos de parcelas variáveis como por exemplo Xavier et al. (2019) que utilizaram quatro plantas centrais em cada parcela útil, num estudo que teve como objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de bokashi sobre o desenvolvimento e a produtividade; Silva et al. (2012), em outro experimento onde avaliaram os teores de boro foliar, área foliar, número de folhas externas, número de folhas internas, altura e diâmetro transversal da cabeça, compactidade e peso da cabeça, de cultivares de repolho em função de doses de boro, utilizaram parcelas experimentais com 16 plantas úteis; e por fim, Moreira et al. (2011), utilizaram 44 plantas na parcela útil, num experimento onde avaliaram a massa da matéria fresca de folhas, caules e raízes, o comprimento do caule, número de folhas, massa da matéria seca e teores de N de repolho híbrido em função de doses de nitrogênio.

Nos planejamentos de experimentos, os pesquisadores devem definir a parcela experimental visando aumentar a precisão através das informações obtidas, além de melhorar a relação custo/benefício do experimento, gerando tecnologias apropriadas com menores custos, a partir de metodologias que são utilizadas para a determinação do tamanho ótimo de parcelas experimentais, de maneira a deixar o método empírico de lado. Com isso, nos planejamentos experimentais, o pesquisador deve definir o tamanho da parcela experimental visando aumentar a precisão dos resultados, pois se o tamanho da parcela for menor do que o necessário, as estimativas serão menos precisas. No entanto, se forem usadas parcelas em tamanhos excessivos, serão despendidos tempo e recursos além do necessário. Portanto, a determinação do tamanho ótimo de parcela experimental auxiliará o pesquisador em novos experimentos (GALVÃO et al., 2018).

Vários métodos são utilizados para a determinação do tamanho ótimo de parcelas experimentais, dentre eles, o da comparação de variâncias, o do modelo linear de resposta a platô e o da máxima curvatura modificado. Zandonadi et al. (2022) utilizaram o método da comparação de variâncias em estudos de tamanho de parcelas experimentais para características físicas do café arábica e Brioschi Junior et al. (2020) utilizaram o mesmo método para a determinação do tamanho de parcelas experimentais para características físico-químicas de café arábica.

Os métodos do modelo linear de resposta a platô e da máxima curvatura modificado foram utilizados por Guarçoni et al. (2017), para a obtenção das dos tamanhos de parcelas de características físicas de repolho, Leonardo et al. (2014) para a obtenção do tamanho ótimo da parcela experimental do abacaxizeiro ‘Vitória’ e Guimarães et al., (2019) para determinar tamanho de amostra para características de palma forrageira.

Visando maior consistência dos métodos comparação de variâncias, modelo linear de resposta a platô e da máxima curvatura modificado, na obtenção do tamanho ótimo de parcela experimental, Mammen e Sandi (2012) empregaram o método de bootstrap que consiste numa técnica estatística de reamostragem, baseada na simulação.

Investigações sobre tamanho ótimo de parcela experimental para a cultura do repolho são importantes para aumentar a eficiência experimental e otimizar a relação custo/benefício dos ensaios. Mediante a essa demanda, o objetivo do trabalho foi determinar os tamanhos ótimos de parcelas experimentais para avaliação das características físicas de repolho, utilizando o método da comparação de variâncias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização Experimental

O ensaio de uniformidade com 300 plantas de repolho Híbrido F1 Shinsei, foi conduzido na Unidade de Referência em Agroecologia da Fazenda Experimental Mendes da Fonseca, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper, sob manejo orgânico (Figura 1). As plantas foram submetidas às mesmas práticas agrônômicas, num ensaio em branco formado por unidades básicas (UB's) constituídas por três plantas, num total de 100. Empregou-se o espaçamento de 0,6m x 0,4m, equivalente a uma população de 41.667 plantas por hectare.

Figura 1 – Unidade de referência em agroecologia da Fazenda Experimental Mendes da Fonseca, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper (QGIS, 2025).



O preparo de solo foi realizado com rotativa de microtrator, sendo feita a abertura das covas logo em seguida, que receberam uma adubação com composto orgânico na base de 500 g, equivalendo a um gasto total de 20,8 t ha⁻¹.

Foram realizadas três capinas manuais para controle de ervas espontâneas, com irrigações periódicas nos períodos de estiagem em turno de rega de 3 dias, na condução do experimento. Não foram necessários aplicar métodos alternativos de controle de pragas e patógenos. A colheita de cabeças foi feita no 136º dia. Logo após a colheita foram avaliadas as características massa, diâmetro e compacidade de cabeças.

2.2 Estimativa do tamanho ótimo de parcela experimental pelo método da comparação de variâncias

Para o método da comparação de variâncias (Tabela 1), as análises estatísticas foram realizadas conforme o critério onde as parcelas diferiam em tamanho e número de plantas, de modo que todas elas combinadas preenchiam toda a área experimental, conforme mostrado na Tabela 1 (VALLEJO e MENDONZA, 1992; BRIOSCHI JUNIOR et al., 2020), sendo as variâncias obtidas para as 100 parcelas com uma planta até duas parcelas com 50 plantas.

Em seguida, foram aplicados consecutivos testes de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias, excluindo em cada teste, a parcela de menor tamanho em que a variância foi estatisticamente diferente. Os testes continuaram até que um grupo de tamanhos de parcelas com variâncias estatisticamente semelhantes foi obtido. Em seguida, foi inferido que o menor tamanho de parcela do grupo testado correspondeu ao tamanho ótimo de parcela experimental (VALLEJO e MENDOZA, 1992; BRIOSCHI JUNIOR et al., 2020).

Tabela 1 – Número de unidades básicas, número de plantas e número de parcelas.

Nº de unidades básicas	Nº de plantas	Nº de parcelas
1	3	100
2	6	50
4	12	25
5	15	20
10	30	10
20	60	5
25	75	4
50	150	2

2.3. Análise estatística

Foram realizadas simulações pelo método de bootstrap e verificação das homogeneidades das variâncias pelo teste de Bartlett, para a obtenção do tamanho ótimo de parcelas experimentais (R Core Team, 2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se que a variâncias das parcelas com uma unidade básica (três plantas) e com duas unidades básicas (seis plantas) não diferiram estatisticamente entre si, para as características massa e diâmetro, e que as variâncias das parcelas com uma unidade básica (três

plantas) e duas unidade básicas (seis plantas) foram consideradas diferente entre si, para a característica compacidade, as variâncias dos demais tamanhos de parcelas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Bartlett, a 5% de probabilidade, para as três variáveis (Figura 2). Observou-se que o tamanho ótimo de parcela experimental foi de 12 plantas para as variáveis Massa e Diâmetro e seis plantas para compacidade obtidos dos grupos de menores variâncias homogêneas, sendo a parcela com menor número de plantas (Figura 2) (VALLEJO e MENDONZA, 1992).

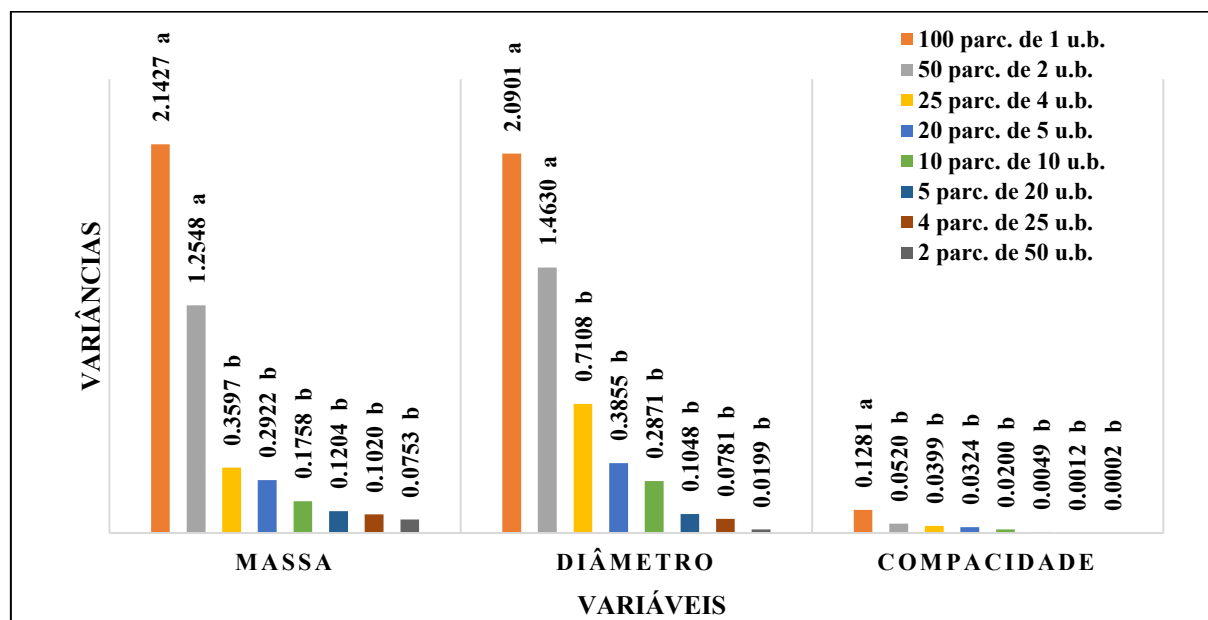
Esses dados confirmam a relação inversa existente entre os tamanhos das parcelas e suas respectivas variâncias, porque estas tendem a diminuir com aumento do tamanho da parcela (Vallejo e Mendonza, 1992; Brioschi Junior et al., 2020; Guarçoni et al., 2020; Zandonadi et al., 2022).

Esses resultados diferem dos obtidos Guarçoni et al. (2017), onde o tamanho ótimo de parcela experimental para as características massa, diâmetro e compacidade foi de 20 plantas de repolho por parcela útil, utilizando o método da regressão linear de resposta a platô e para o método da curvatura máxima modificado foi de 16, 7 e 5 plantas por parcela útil, respectivamente, para as características massa, diâmetro e compacidade.

Nos planejamentos experimentais as parcelas devem ser definidas com o objetivo de aumentar a precisão dos resultados. Moreira et al. (2011) que utilizaram 44 plantas por parcela útil, num experimento com repolho híbrido, onde avaliou características agrônômicas em função de doses de nitrogênio podem ter despendidos tempo e recursos financeiros e humanos além do necessário, na condução do ensaio.

Por outro lado, Xavier et al. (2019) que avaliaram o efeito de diferentes doses de bokashi sobre o desenvolvimento e a produtividade, utilizaram quatro plantas por parcela útil, número inferior ao observado nesses resultados e, com isso, o tamanho da parcela experimental menor do que o necessário pode gerar resultados menos precisos.

Figura 2- Estimativas das variâncias dos tamanhos de parcelas e unidades básicas – u.b..



*Variâncias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Bartlett ($p < 0,05$). Fonte: Autores.

4 CONCLUSÃO

A modelagem aplicada neste estudo permite concluir que de acordo com os dados testados, que é possível recomendar o tamanho ótimo de parcelas experimentais para repolho, para estas condições edafoclimáticas e variedade. Com isso, conclui-se que os tamanhos ótimos de parcelas experimentais, pelo o método da comparação de variâncias, são de 12 plantas para as características massa e diâmetro de cabeça e seis plantas para compacidade de cabeça.

5 AGRADECIMENTOS

À Unidade de Referência em Agroecologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, pela parceria na condução dos trabalhos.

REFERÊNCIAS

BRIOSCHI JUNIOR, D. et al. Tamanho ótimo de parcela experimental para avaliar características físico-químicas de café arábica. **Revista Ifes Ciência**. v.6, n.3, p.03-11, 2020. <https://doi.org/10.36524/ric.v6i3.857>

GALVÃO, R. N. et al. Tamanho de amostra para avaliar características físico-químicas de tomate. **Revista Científica Intelletto**, v.3, p.1-10, 2018. <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/857>

GUARÇONI, R. C. et al. Determinação do tamanho ótimo de parcela experimental para experimentos com repolho utilizando simulação e métodos de estimação. **Revista Científica Intelletto**, v.2, n.2, p.79-87, 2017. <https://doi.galoa.com.br/digital-object/234>

GUARÇONI, R. C. et al. Plot size for evaluation of agronomic and sensorial characteristics of arabica coffee. **Rev. Bras. Biom.** v.38, n.1, p.57-68, 2020. <https://doi.org/10.28951/rbb.v38i1.426>

GUIMARÃES, B.V.C. et al. Methods for Estimating Optimum Plot Size for ‘Gigante’ Cactus Pear. **Journal of Agricultural Science**. v.11, n.14, p. 205-215. 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n14p205>

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba – 2023**. Vitória, 2024. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4778/1/Boletim-Conjuntura-Agropecuaria-v10n1-jan-jun-2024-Incaper.pdf>> Acesso em: 12/12/2024.

LEONARDO, F.A.P. et al. Tamanho ótimo da parcela experimental de abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p.909-916, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-396/13>

MAMMEN, E.; NANDI, S. Bootstrap and resampling. In: GENTLE, J.E. et al. (Org.). **Handbook of computational statistics, springer handbooks of computational statistics**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. cap. 17, p. 499-527.

MOREIRA, M. A. et al. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 117-121, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000100020>

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Versão 3.40. [S.l.]: Open Source Geospatial Foundation Project, 2023. Disponível em: <https://qgis.org/download/>. Acesso em: 03/12/2024.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Viena, Áustria: R foundation for statistical computing. 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 02/02/2025.

SILVA, K.S. et al. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 520-525, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300027>

VALLEJO, R. L.; MENDOZA, H. A. Plot technique studies on sweet potato yield trials. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 3, p508-511, 1992. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.3.508>

XAVIER, M. C. G. et al. Produtividade de repolho em função de doses de bokashi. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.6, n.1, p.17–22 2019. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i1.2372>

ZANDONADI, C. U. et al, Determining the minimum size of experimental plot for evaluating field parameters for Arabica coffee. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29384>

Recebido em: 15.Fev.2025

Aceito em: 17.ago. 2025