



COMPARAÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEIEIRO ESQUELETADO COM PULVERIZAÇÃO DE DRONE E PULVERIZADOR COSTAL

João P. B. da Silva¹; Sthéfany B. V. da Silva²; João A. V. B. S. Gonçalves³; Rafael F. Lima⁴;
Guilherme B. Torsoni⁵; Glauco S. Rolim⁶; Lucas E. O. Aparecido⁷

RESUMO

O Brasil, maior produtor mundial de café, utiliza frequentemente a técnica de esqueletamento na poda do cafeeiro, seguida de pulverizações para proteger os ferimentos e estimular o crescimento dos ramos. Drones têm se mostrado uma alternativa eficaz para essas pulverizações, especialmente em terrenos inclinados, oferecendo maior precisão, menor tempo de aplicação e redução de custos. Este estudo comparou a eficácia das pulverizações realizadas por drone e pulverizador costal em cafeeiros podados, avaliando o crescimento mensal das plantas. Conduzido em Muzambinho-MG, o experimento usou blocos ao acaso, com sete pulverizações em ambos os tratamentos. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre os métodos, sugerindo que drones são uma opção viável para pulverizações em lavouras cafeeiras.

Palavras-chave:

Coffea arábica; Desenvolvimento vegetativo; Modelagem estatística.

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é um dos principais cultivos agrícolas do país (Guimarães et al., 2022) sendo praticado em grande parte por pequenos produtores, em pequenas áreas que por sua vez são caracterizadas por um relevo montanhoso (Dias et al., 2023). Essa condição de relevo acidentado dificulta a utilização de algumas tecnologias no setor, como a mecanização agrícola através de tratores e colhedoras.

Com isso, a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) tem se mostrado como uma ferramenta para áreas de topografia acidentada com o intuito realizar operações de pulverização, em que os tratores convencionais enfrentam limitações de acesso (Huang et al., 2021). Sendo principalmente utilizados na aplicação de defensivos e fertilizantes foliares.

Dessa forma, compreender as respostas de desenvolvimento do cafeeiro frente às pulverizações realizadas de forma convencional com pulverizadores costais, em comparação com aquelas realizadas por drones, pode auxiliar os produtores de café na tomada de decisões, ao buscar métodos mais sustentáveis para o manejo das lavouras.

¹Bolsista PIBIC/CNPq, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: 12171001882@muz.ifsuldeminas.edu.br

²Discente Ciências Biológicas, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: silvsthefany847@gmail.com

³Discente Agronomia, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: joaoaugustovbsg@gmail.com

⁴Discente de Mestrado em Agronomia, UNESP – *Campus* Jaboticabal. E-mail: rf.lima@unesp.br

⁵Docente, IFMS – *Campus* Naviraí. E-mail: guilherme.torsoni@ifms.edu.br

⁶Docente, UNESP – *Campus* Jaboticabal. E-mail: glauco.rolim@unesp.br

⁷Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho. E-mail: lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no sítio Cambuí, situado no Sul de Minas Gerais, durante o período de abril de 2022 a abril de 2024. As coordenadas geográficas do local são latitude 22°22'54" S, longitude 46°12'31" W, e altitude de 1001 metros. A área de cultivo possuiu 0,5 hectares, selecionada para facilitar operações de aplicação, manejo e uso de drones, evitando sobreposição em áreas pequenas.

As plantas de café empregadas no experimento são da cultivar Catucaí Amarelo 2 SL, plantadas em 17 de dezembro de 2006. Todas as práticas relacionadas ao controle de plantas daninhas, pragas, doenças e adubações foram conduzidas conforme exigências de manejo e resultados da análise de solo, já a poda (esqueletamento), realizada no mês de abril de 2022.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso (DBC), com 8 blocos e 2 tratamentos. O Tratamento 1- T1 envolveu a aplicação de pulverizações foliares com Pulverizador Costal 20 Litros (Figura 1.a), enquanto o Tratamento 2 – T2 utilizou o drone agrícola para a mesma finalidade. O drone utilizado foi o Drone Pulverizador DJI Agras T10 (Figura 1.b), equipado com um tanque de 8 litros e largura de pulverização de até 5 metros. O pulverizador costal utilizado foi o Jacto XP, capaz de suportar uma pressão máxima de 5.1 bar.



Figura 1: a) Aplicação com pulverizador costal; b) Drone pulverizador.

Foram realizadas 7 pulverizações mensais com os mesmos agroquímicos e doses para ambos os tratamentos, aplicados preferencialmente pela manhã. Os defensivos utilizados seguiram a sequência de aplicação mensal (agosto, setembro, outubro, novamente, dezembro, janeiro e fevereiro) sendo eles: Fertilizante Hold; Fertilizante Estimulus Root e Fertilizante Dacafe.

As avaliações mensais envolveram medições de altura das plantas (m), diâmetro de copa (m), comprimento dos ramos plagiotrópicos (cm) e número de gemas no ramo plagiotrópicos (un). As variáveis foram submetidas a análise estatística pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%, utilizando linguagem de programação Python, através das bibliotecas Scipy.stats, Letterstukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da variabilidade entre os dados dos tratamentos T1 e T2 por meio de gráficos de boxplot revelou uma baixa dispersão dos fatores bióticos analisados (Figura 2).

Para a variável biótica altura de planta (m) (Figura 2.a), a média do tratamento 1- T1 é de aproximadamente 1,0376, enquanto a média do tratamento 2- T2 é de 1,0647. Demonstrando uma média ligeiramente superior no tratamento 2 em relação ao tratamento 1. A diferença entre as médias dos tratamentos é de aproximadamente -0,0271, com um erro padrão associado de cerca de 0,0326. Para a análise de diâmetro da copa (m) (Figura 2.b), A média de T1 é de 0,9381, enquanto a média de T2 é de 1,0157. Isso indica uma diferença entre as médias dos tratamentos de aproximadamente -0,0776, com um erro padrão associado de aproximadamente 0,0377.

A análise de comprimento do ramo plagiotrópico (cm) (Figura 2.c), apresentou média de T1 com o valor de 32,744, enquanto a média de T2 foi de 33,744. Com diferença entre as médias das amostras é de aproximadamente -0,704, e um erro padrão associado de aproximadamente 0,951. Já na análise de número de gemas no ramo plagiotrópico (un) (Figura 2.d), o tratamento T1 apresentou o valor médio de 7,4285, enquanto a média de T2 foi de 7,894. Com a diferença entre as médias dos tratamentos de aproximadamente -0,4655, com um erro padrão associado de aproximadamente 0,226.

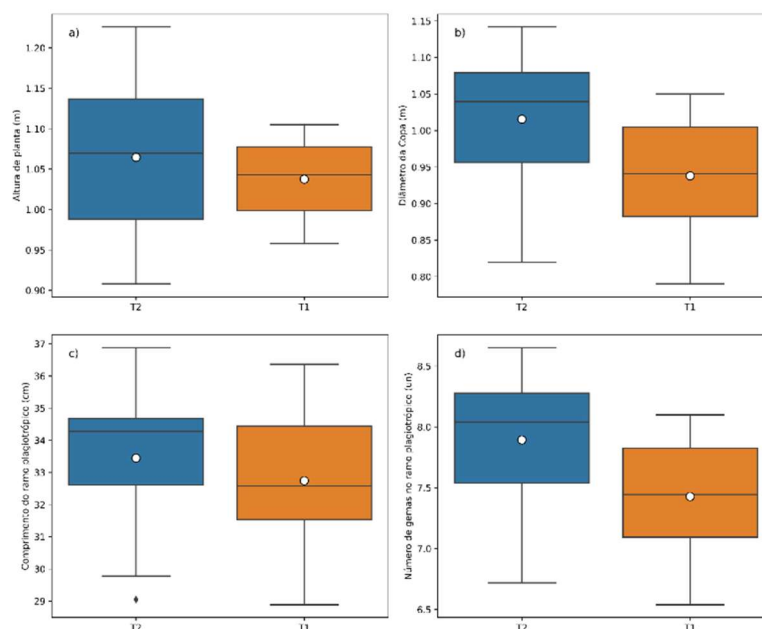


Figura 2 - Boxplot da variabilidade entre os tratamentos. a) Altura de planta (m); b) Diâmetro da copa (m); c) Comprimento do ramo plagiotrópico (cm); d) Número de gemas no ramo plagiotrópico (un).

A análise de teste de Tukey, realizada para avaliar as características bióticas da planta em relação a aplicação através de pulverizador costal (T1) e através de drone (T2), não revelou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos para todas as características bióticas analisadas (Tabela 1).

Alguns estudos, como os de Crause et al. (2023) e Vitoria et al. (2023), que investigaram a eficácia da aplicação de defensivos e fertilizantes utilizando drones na cafeicultura. Puderam observar bons índices de eficiência na aplicação por drones em comparação com métodos tradicionais, como pulverizadores costais e motorizados. Demonstrando que o uso do drone nas aplicações agrícolas, possui eficiência similar as praticadas atualmente com pulverizadores convencionais.

Tabela 1 – Média dos dados de altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP) e número de gemas no ramo plagiotrópico (NGRP) em resposta a dois tratamentos distintos de aplicação.

Tratamento	AP (m)	DC (m)	CRP (cm)	NGRP (un)
T1	1,04 ⁿ	0,94 ⁿ	32,74 ⁿ	7,43 ⁿ
T2	1,06 ⁿ	1,02 ⁿ	33,45 ⁿ	7,89 ⁿ
CV (%)	1,54 ⁿ	2,06 ⁿ	1,42 ⁿ	1,58 ⁿ

AP = Altura de planta (m); DC = Diâmetro da copa (m); CRP = Comprimento do ramo plagiotrópico (cm); NGRP = Número de gemas no ramo plagiotrópico (un). As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que tanto a aplicação com bomba costal (T1) quanto a aplicação por meio de drones agrícolas (T2) na lavoura de café apresentam respostas semelhantes em relação aos fatores de crescimento vegetativo avaliados. Dessa forma os resultados sugerem que o uso de drones em áreas de difícil acesso pode ser viável, reduzindo o risco de exposição do operador aos produtos químicos, ao mesmo tempo em que mantém um nível qualitativo de aplicação comparável ao realizado por pulverizadores costais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho, pela concessão de bolsa através do edital 20/2023 - Programa Institucional Unificado de Bolsas - Edital de Pesquisa.

REFERÊNCIAS

Guimarães, Y. M. et al. “Drivers and barriers in sustainable supply chains: The case of the Brazilian coffee industry”. *Sustainable Production and Consumption*, volume 34, November 2022, Pages 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.031>.

Huang, H. et al. “Deep color calibration for UAV imagery in crop monitoring using semantic style transfer with local to global attention”. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, volume 104, 15 December 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102590>.

Dias, C. G. et al. “Climate risks and vulnerabilities of the Arabica coffee in Brazil under current and future climates considering new CMIP6 models”. *Science of The Total Environment*, volume 907, 10 January 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167753>.

Crause, D. H. et al. Droplet Deposition of Leaf Fertilizers Applied by an Unmanned Aerial Vehicle in *Coffea Canephora* Plants. *Agronomy*, v. 13, n. 6, p. 1506, 2023.

Vitoria, E. L. et al. Efficiency of Fungicide Application an Using an Unmanned Aerial Vehicle and Pneumatic Sprayer for Control of *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola* in Mountain Coffee Crops. *Agronomy*, v. 13, n. 2, p. 340, 2023.