



Efeito de diferentes taxas de aplicação utilizando aeronave remotamente pilotada na cultura da melancia

Luis Felipe Oliveira Ribeiro^{*}; João Victor Oliveira Ribeiro^{*}; Edney Leandro da Vitória^{*}.

^{*}Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Brasil.

Autor para correspondência e-mail: luis.f.ribeiro@edu.ufes.br

Palavras-chave

Veículo aéreo não tripulado
Citrullus lanatus L
 Eficiência
 ARP
 Tecnologia de aplicação

Keywords

Unmanned aerial Vehicle
Citrullus lanatus L
 Efficiency
 RPA
 Application technology

Resumo: A melancia é uma das olerícolas mais cultivadas no mundo, todavia, a produtividade e a qualidade dos frutos são influenciadas devido ao ataque constante de pragas e doenças. Nesse sentido, a utilização de aeronaves remotamente pilotadas se torna uma alternativa viável. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes taxas de aplicação (8, 12 e 16 L ha⁻¹) na distribuição de gotas em diferentes alvos da melancieira utilizando uma aeronave remotamente pilotada. Foram utilizadas etiquetas de papel sensível à água, posicionadas nos alvos da melancieira (folha face adaxial, fruto e gema apical) para coleta de dados. Os resultados indicaram que houve um acréscimo dos valores médios, conforme o aumento das taxas de aplicação em todos os alvos da melancieira, havendo diferença significativa apenas para menor taxa de aplicação (8,0 L ha⁻¹). Este estudo demonstrou, pela primeira vez, a viabilidade técnica da utilização de ARP na possível aplicação de produtos fitossanitários na cultura da melancia.

Effect of different application rates used by piloted aircraft on watermelon cultivation

Abstract: Watermelon is one of the most cultivated vegetables in the world; however, the productivity and quality of the fruits are influenced by constant attacks from pests and diseases. In this sense, the use of remotely piloted aircraft becomes a viable alternative. The aim of this study was to evaluate the effect of different application rates (8, 12, and 16 L ha⁻¹) on the distribution of droplets on different targets of the watermelon using a remotely piloted aircraft. Water-sensitive paper labels were used, positioned on the targets of the watermelon (adaxial leaf surface, fruit, and apical bud) for data collection. The results indicated an increase in average values as the application rates increased for all watermelon targets, with a significant difference observed only for the lowest application rate (8.0 L ha⁻¹). This study demonstrated, for the first time, the technical feasibility of using RPAs for potential pesticide application in watermelon cultivation.

Recebido em: 01/2024

Aprovação final em: 04/2024



Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma das principais olerícolas cultivadas no mundo, devido à importância econômica e nutricional presente nos frutos, comercializados *in natura*, com teores de vitaminas A e C e alto teor de licopeno (TEGEN *et al.*, 2021). Os maiores países produtores de melancia são a China, Turquia, Irã e Brasil (FAO, 2019). A produção brasileira de melancia se concentra principalmente nos Estados de Goiás, São Paulo e Rio Grande do Norte (IBGE, 2022).

O crescimento, produtividade e a qualidade dos frutos da melancia é ameaçada, devido ao ataque constante de pragas, doenças e plantas daninhas, acometidas em todas as fases fenológicas da cultura (VITÓRIA *et al.*, 2022). Os métodos convencionais para o controle fitossanitário na cultura da melancia, são feitos principalmente por meio de aplicações terrestres com pulverizadores costais e pulverizadores hidráulicos tratorizados.

No entanto, estas operações são por vezes ineficientes e onerosas, dado que, a melancieira possui hábito de crescimento rasteiro com inúmeras ramificações herbáceas e grande índice de área foliar, impossibilitando o tráfego de máquinas e implementos agrícolas nas entrelinhas da cultura, sendo sujeito a depender de carregadores perdendo área de cultivo para tal, simultaneamente.

A utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) está em constante expansão na aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes foliares na agricultura. Os estudos e avanços das pesquisas relacionadas a tecnologia de aplicação por meio de ARP's, são mais comuns em cultivos perenes, tais como, citrus (NASCIMENTO; VITÓRIA, 2022), café (VITÓRIA *et al.*, 2023; CRAUSE *et al.*, 2023), goiaba (VERMA *et al.*, 2022), e anuais, como, trigo (WANG *et al.*, 2019), milho (SHAN *et al.*, 2022; CUNHA; SILVA, 2023) e dentre outras. Entretanto, nas cucurbitáceas, a distribuição de gotas e penetração de calda pulverizada é variável, devido à folhagem desuniforme e direção de crescimento das ramificações incerto, não sendo aplicáveis os parâmetros operacionais encontrados nos estudos supracitados.

Considerando a importância do controle fitossanitário necessário e a lacuna de estudos relacionados a tecnologia de aplicação utilizando as ARP's em olerícolas e especificamente na cultura da melancia, objetivou-se neste estudo avaliar o impacto de diferentes taxas de aplicação na qualidade da pulverização utilizando uma ARP em uma lavoura de melancia.

Material e métodos

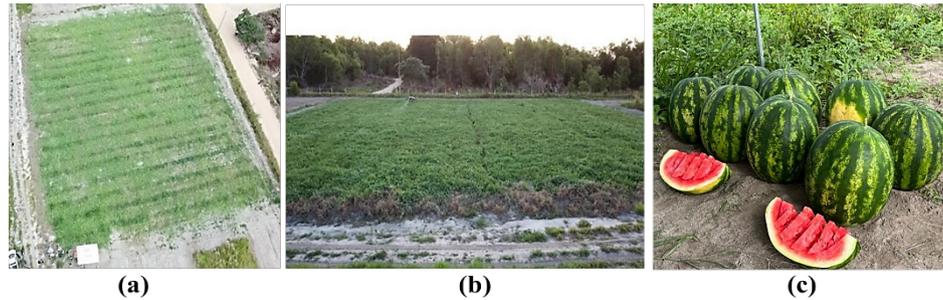
O experimento foi implementado, conduzido e avaliado na Fazenda Experimental do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de São Mateus-ES, Brasil, entre as coordenadas 18° 40' 25" S, 40° 51' 23" W, em solo tipo Argissolo de textura franco arenosa. O clima da região é quente e úmido, tipo Aw, com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão, conforme a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013).

A lavoura experimental foi de 2,500 m² (50 m x 50 m), cultivada com melancia híbrida 'Liverpool' (Syngenta®, São Paulo/SP, Brasil) (Figura 1a), plantadas no espaçamento de plantio de 3,0 m x 0,8 m. Todas as práticas e manejo cultural foram realizadas na área experimental, desde a semeadura até o pós-colheita. A melancieira apresenta as seguintes características: híbrido comercial vigoroso com grande cobertura foliar, polpa firme de coloração vermelha e crocante (Figura 2c), peso do fruto varia entre 12-14 kg e o tempo médio de colheita é entre 72 e 94 dias.

Foi utilizada uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), da marca DJI Agras, modelo T10 (D-Jiāng Innovations Science and Technology, Shenzhen/China). A ARP possui capacidade de tanque de 10,0 L que foi previamente regulada e calibrada antes das aplicações, equipada com quatro pontas de pulverização tipo jato plano modelo XR110-015 VS (TeeJet Technologies, Springfield/IL, USA), distribuídas de forma equidistante e perpendicular ao eixo da aeronave em um espaçamento de 1,0 m. A altura operacional de voo de 3,0 m, velocidade de voo de 5,0 m s⁻¹, faixa de aplicação de 5,0 m e rota de aplicação perpendicular a linha de plantio considerando o vento cruzado, foram mantidos constantes em todos os tratamentos.



Figura 1 - (a), (b): Área experimental implantada com a melancia híbrida 'Liverpool', (c) Frutos de melancia híbrida 'Liverpool' colhidos 80 dias após a semeadura.



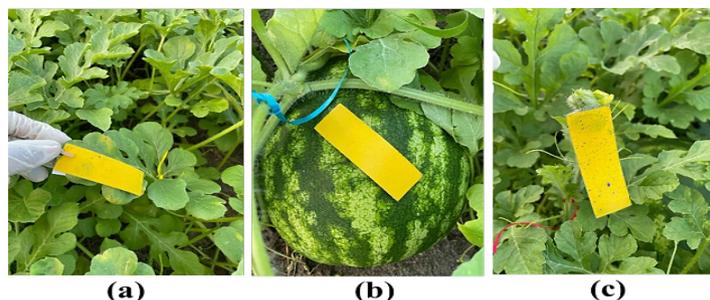
Fonte: Elaboração própria.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com os tratamentos compostos por três taxas de aplicação (8, 12 e 16,0 L ha⁻¹), repetidos quatro vezes. Cada repetição correspondeu a um dia de aplicação, ou seja, a variação dos blocos foram os diferentes dias de aplicação. A área das unidades experimentais foi igual a 1,500 m² (50 m x 30 m) e quatro plantas centrais de maior vigor compuseram cada unidade experimental.

As soluções pulverizadas em todos os tratamentos foram compostas por água, corante azul brilhante (MarcAzul[®], Porto Alegre/RS, Brasil) na dose de 1,25 mL L⁻¹ e adjuvante não siliconado a base de polímeros balanceados e específicos para aplicações aéreas com baixo volume de calda (0,2% v v⁻¹) (Helper Air[®], ICL, São Paulo/SP, Brasil). As aplicações foram feitas no estágio fenológico de formação de produção da melancia, visando o máximo vigor vegetativo da cultura e preenchimento foliar na área experimental.

Etiquetas de papel sensível à água com dimensões de 76 x 26 mm foram utilizadas para caracterização das variáveis relacionadas a qualidade da pulverização: cobertura de gotas (%), estimativa da deposição de gotas ($\mu\text{L cm}^{-2}$), densidade de gotas (gotas cm⁻²) e o diâmetro da mediana volumétrica (μm). Os alvos definidos em cada planta alvo para coleta de dados foram a folha face adaxial (Figura 2 a), fruto (Figura 2 b) e gema apical (Figura 2 c), sendo que as etiquetas foram posicionadas por meio de fita dupla face siliconada em cada alvo.

Figura 2 - Etiquetas de papel sensível posicionadas nos alvos da melancieira: (a) Folha face adaxial, (b) Fruto, (c) Gema apical.



Fonte: Elaboração própria.

Para garantir a evaporação da solução pulverizada e reter apenas o corante, as etiquetas foram removidas cinco minutos após a aplicação de cada tratamento, com o auxílio de luvas de nitrilo sem pó, colocadas em sacos de papel kraft e encaminhadas para o laboratório. O sistema sem fio DropScope[®] wireless (SprayX, São Carlos/SP, Brasil) foi utilizado para digitalizar as etiquetas de papel sensível, visando à análise e obtenção dos dados. Este sistema é constituído por softwares de aplicação e um microscópio digital sem fio, dotado de um sensor de imagem digital com resolução superior a 2.500 dpi, permitindo a detecção de gotas parcialmente sobrepostas. Pesquisas recentes



apontam a confiabilidade dos dados obtidos pelo DropScope® na avaliação do espectro de gotas pulverizadas por meio de ARP (VITÓRIA *et al.*, 2022; RIBEIRO *et al.*, 2023a; CRAUSE *et al.*, 2023 CUNHA; SILVA, 2023).

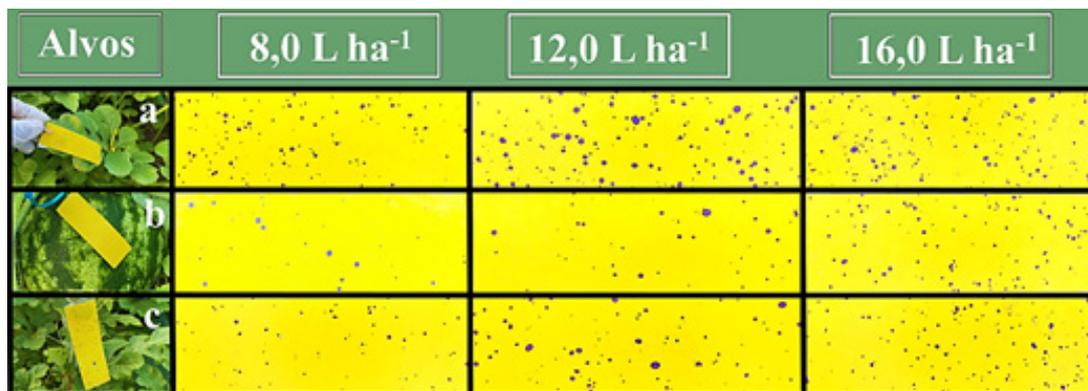
As aplicações foram realizadas no vespertino/noturno (16:00-19:00 h), sendo registrados os dados referentes às condições meteorológicas por meio de uma estação meteorológica automática da marca Davis®, modelo Vantage Pro2 wireless K6152, localizada a cerca de 100 metros da área experimental. A temperatura do ar variou entre 24,7 °C e 28,1 °C, a umidade relativa média foi superior a 55% e a velocidade média do vento esteve entre 1,8 e 4,3 km h⁻¹ no momento das aplicações.

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para avaliar a normalidade dos resíduos. Para comparação das médias quando os fatores ou as interações foram significativas entre os tratamentos, foi aplicado o teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas com o software Rbio (BHERING, 2017), considerando o nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Os resultados indicaram que as taxas de aplicação tiveram um efeito significativo na cobertura, densidade e deposição de gotas (Tabela 1), com um acréscimo nestas variáveis, conforme aumento das taxas de aplicação na folha face adaxial e gema apical da melanciaira. Observa-se o mesmo efeito das taxas de aplicação nos impactos das gotas nas etiquetas de papel sensível nos respectivos alvos (Figura 3). Resultados semelhantes foram encontrados na cultura da cana-de-açúcar (ZHANG *et al.*, 2020), macieira (WANG *et al.*, 2022) e recentemente no cafeeiro arábica (VITÓRIA *et al.*, 2023) e mamoeiro (RIBEIRO *et al.*, 2023a).

Figura 3 - Efeitos das taxas de aplicação na distribuição de gotas pulverizadas nas etiquetas de papel sensível (representativas) posicionadas nos diferentes alvos da melanciaira: folha face adaxial (a), fruto (b) e gema apical (c).



Fonte: Elaboração própria.

Apesar da maior taxa de aplicação (16,0 L ha⁻¹) ter proporcionado um aumento na cobertura, densidade e deposição de gotas em todos os alvos (Tabela 1), o presente estudo avaliou apenas a eficiência da aplicação por meio de corante traçador, visto que, em aplicações utilizando as ARP's, as gotas pulverizadas são extremamente concentradas devido à menor capacidade do tanque e taxas de aplicação. Isso permite inferir que nem sempre as maiores taxas de aplicação permitem a melhor eficácia no controle desejado (WANG *et al.*, 2019; VITÓRIA *et al.*, 2023). Outro fator limitante na utilização de maiores taxas de aplicação é devido à vida útil da bateria, capacidade de carga das ARP's e tempo de reabastecimentos de calda fitossanitária CHEN *et al.*, 2022).



Tabela 1 - Valores médios da cobertura de gotas (COB-%), densidade de gotas (DENS-gotas cm⁻²) e deposição de gotas (DEP-µL cm⁻²) utilizando diferentes taxas de aplicação na folha face adaxial, gema apical e fruto da melanciaira.

Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)	Folha face adaxial		
	COB (%)	DENS (gotas cm ⁻²)	DEP (µL cm ⁻²)
8,0	1,11 b	28,02 b	0,037 b
12,0	1,64 ab	34,90 ab	0,051 ab
16,0	2,44 a	54,82 a	0,073 a
CV (%)=	24,88	26,27	26,46
Fc=	9,60*	6,83*	6,38*
Gema apical			
8,0	0,98 b	26,97 b	0,027 b
12,0	1,68 a	33,36 ab	0,054 a
16,0	1,91 a	43,27 a	0,057 a
CV (%)=	17,05	25,83	19,25
Fc=	13,93**	13,69**	13,15**
Fruto			
8,0	0,54 a	12,08 a	0,013 a
12,0	0,94 a	18,00 a	0,028 a
16,0	0,98 a	20,92 a	0,029 a
CV (%)=	26,0	35,17	26,66
Fc=	5,24 ^{ns}	2,27 ^{ns}	4,70 ^{ns}

Médias seguidas de letras minúsculas distintas diferem-se entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Anova (Fc-F calculado): * Significativo no nível $p < 0,05$, ** significativo no nível $p < 0,01$. ns: não significativo. CV (%): coeficiente de variância da Anova.

Fonte: Elaboração própria.

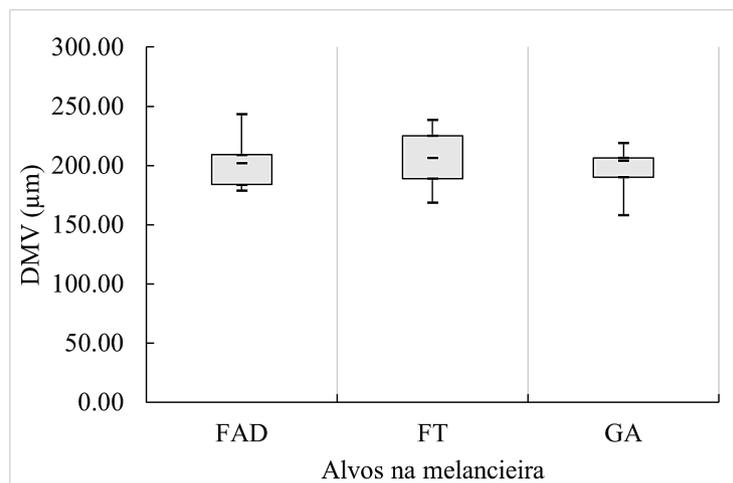
A taxa de aplicação de 12,0 L ha⁻¹ não diferiu de 16,0 L ha⁻¹ em todas as variáveis (Tabela 1), apresentando resultados satisfatórios em alvos da melanciaira, nos quais, não havia interferências impostas pela planta (folha face adaxial e gema apical), como ramificações e sobreposição de folhas, com diferenças menores equivalentes a 50% entre as taxas de aplicação 12 e 16,0 L ha⁻¹, em todas as variáveis nestes alvos. Isso expõe o potencial do controle de doenças fúngicas que se iniciam o crescimento na face adaxial foliar, como a *Pseudoperonospora cubensis* considerada uma das principais doenças foliares da melanciaira, com a utilização de fungicidas multissítios, cuja recomendação mínima da densidade de gotas durante as aplicações é de 20 gotas cm⁻² (vide bula).

Nos frutos da melanciaira, observa-se que as taxas de aplicação apresentaram ser estatisticamente iguais em todas as variáveis (Tabela 1). Independente das taxas de aplicação, durante as aplicações verificou-se o chamado "efeito guarda-chuva", no qual as folhas superiores impediram a penetração das gotas nos frutos da melanciaira, mesmo com o efeito downwash da ARP, visto que estes estavam localizados abaixo da sobreposição foliar. Isso explica os menores valores médios das variáveis no fruto, comparados com a folha face adaxial e gema apical, dado que, durante as aplicações, foi utilizada a ponta de pulverização do tipo jato plano simples. Estudos recentes utilizando as ARP's verificaram que a distribuição de gotas proporcionadas por pontas de pulverização do tipo jato plano/leque, são maiores na camada superior e menores na camada inferior de cultivos arbustivos (VERMA *et al.*, 2022; RIBEIRO *et al.*, 2023a), em virtude de a distribuição da calda ser pulverizada transversalmente.



Os valores do diâmetro da mediana volumétrica, independentemente da taxa de aplicação (Figura 4), indicaram que alvos, como o fruto, que devido à sua localização, possuem maiores barreiras impostas pela planta (ramificações e sobreposição de folhas), necessitam preferencialmente de gotas finas para que os valores dos depósitos de gotas sejam potencializados. Entretanto, conforme a redução do tamanho da gota, os riscos relacionados à deriva primária e evaporação de gotas em condições meteorológicas não adequadas são maiores (WANG *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2023b). No geral, nenhum valor discrepante acima de 300,00 μm foi encontrado, independente do alvo, ou seja, não houve valor além do intervalo de detecção interquartil (Figura 4).

Figura 4 - Resultados comparativos do diâmetro da mediana volumétrica (μm) independente da taxa de aplicação na folha face adaxial (FAD), fruto (FT) e gema apical (GA) da melanciaira.



Fonte: Elaboração própria.

Embora os resultados do presente estudo comprovem a distribuição de gotas nos diferentes alvos da melanciaira, este é o primeiro relato científico da utilização de ARP na cultura da melancia acerca da qualidade da aplicação, sendo necessários novos estudos utilizando outros parâmetros operacionais na ARP (altura e velocidade operacional de voo, taxas de aplicação, faixa de aplicação, pontas de pulverização). Além disso, a eficácia na utilização de defensivos agrícolas no controle de pragas e doenças, bem como fertilizantes foliares, precisam ser considerados como parâmetros para completar as avaliações da qualidade das gotas depositadas nas culturas alvo por meio de ARP's (GARCIA-RUIZ *et al.*, 2023; CRAUSE *et al.*, 2023).

Conclusão

As taxas de aplicação de 12,0 a 16,0 L ha⁻¹ podem ser utilizadas como referência para futuras avaliações na eficácia de fungicidas e/ou inseticidas utilizando ARP's, pois ambas as taxas de aplicação apresentaram valores estatisticamente iguais acerca da eficiência da aplicação.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio no desenvolvimento do trabalho por meio do EDITAL - 004/2022 - SEAG/FAPES – 'Banco de Projetos - Fase II'.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507



- BHERING, L. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.187-190, 2017. <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>
- CHEN, P.; DOUZALS, J. P.; LAN, Y.; COTTEUX, E.; DELPUECH, X.; POUXVIEL, G.; ZHAN, Y. Characteristics of unmanned aerial spraying systems and related spray drift: A review. **In Frontiers in Plant Science**, v.13, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.870956>
- CUNHA, J.P.A.R.da; SILVA, M.R.A. da. Spray deposition from a remotely piloted aircraft on the corn crop. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 54, p. e20217862, 2023. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20230027>
- CRAUSE, D.H.; VITÓRIA, E.L.D.; RIBEIRO, L.F.O.; FERREIRA, F.D.A.; LAN, Y.; CHEN, P. Droplet Deposition of Leaf Fertilizers Applied by an Unmanned Aerial Vehicle in Coffea Canephora Plants. **Agronomy**, v. 13, n. 6, p. 1506, 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061506>
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Watermelon crop information; 2019**. Available from: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/watermelon/en/>. Acesso em: 06 de ago. de 2023.
- GARCIA-RUIZ, F.; CAMPOS, J.; LLOP-CASAMADA, J.; GIL, E. Assessment of map based variable rate strategies for copper reduction in hedge vineyards. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.207, e107753, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107753>
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL—PAM (2022)**. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados—SIDRA IBGE-PAM 2023. Disponível online: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 23 de set. de 2023.
- NASCIMENTO, V. P. DO.; VITÓRIA, E. L. DA. Spraying quality using unmanned aerial vehicle in citrus. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v.30, p.214–221, 2022. <https://doi.org/10.13083/reveng.v30i1.13700>
- RIBEIRO, L.F.O.; VITÓRIA, E.L.D.; SOPRANI JÚNIOR, G.G.; CHEN, P.; LAN, Y. Impact of Operational Parameters on Droplet Distribution Using an Unmanned Aerial Vehicle in a Papaya Orchard. **Agronomy**, v.13, p.1138, 2023a. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041138>
- RIBEIRO, L. F. O.; RIBEIRO, M. E. A.; SANTOS, T. M.; AIALA, M. L. C.; VITÓRIA, E. L. da. Simulated herbicide application between rows of black pepper crops. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v.9, n.1, p.41–55, 2023b. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v9i1.39943>
- SHAN, C.; WU, J.; SONG, C.; CHEN, S.; WANG, J.; WANG, H.; WANG, G.; LAN, Y. Control Efficacy and Deposition Characteristics of an Unmanned Aerial Spray System Low-Volume Application on Corn Fall Armyworm Spodoptera frugiperda. **Frontiers in Plant Science**, v.13, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.900939>
- TEGEN, H.; ALEMAYEHU, M.; ALEMAYEHU, G.; ABATE, E.; AMARE, T. Response of watermelon growth, yield, and quality to plant density and variety in Northwest Ethiopia. **Open Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 655-672, 2021. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0037>
- VERMA, A.; SINGH, M.; PARMAR, R. P.; BHULLAR, K. S. Feasibility study on hexacopter UAV based sprayer for application of environment-friendly biopesticide in guava orchard. **J. Environ. Biol.**, 43, p.97-104, 2022. <http://dx.doi.org/10.22438/jeb/43/1/MRN-1912>
- VITÓRIA, E. L. D.; ALVES, D. D. S.; ROSSI, M. T.; FAVERO, R. G.; FERNANDES, A. A.; SILVA, M. B. D., ... LACERDA, É. D. G. Spray Deposition on Watermelon Crop in Aerial and Ground Application. **Journal of Agricultural Science**, v. 14, n. 3, p. 172, 2022a. <https://doi.org/10.5539/jas.v14n3p172>
- VITÓRIA, E. L. DA.; KROHLING, C. A.; BORGES, F. R. P.; RIBEIRO, L. F. O.; RIBEIRO, M. E. A.; CHEN, P.; LAN, Y.; WANG, S.; MORAES, H. M. F. E; FURTADO JÚNIOR, M. R. 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. 340, 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020340>
- WANG, J.; LAN, Y.; ZHANG, H.; ZHANG, Y.; WEN, S.; YAO, W.; DENG, J. Drift and deposition of pesticide



applied by UAV on pineapple plants under different meteorological conditions. **International Journal Agricultural & Biological Engineering**, v.11, n.6, p.5–12, 2018. DOI:10.25165/j.ijabe.20181106.4038

WANG, G.; LAN, Y.; QI, H.; CHEN, P.; HEWITT, A.; HAN, Y. Field evaluation of an unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of spray volume on deposition and the control of pests and disease in wheat. **Pest management science**, v. 75, n. 6, p. 1546-1555, 2019. <https://doi.org/10.1002/ps.5321>

WANG, C.; LIU, Y.; ZHANG, Z.; HAN, L.; LI, Y.; ZHANG, H.; WONGSUK, S.; LI, Y.; WU, X.; HE, X. Spray performance evaluation of a six-rotor unmanned aerial vehicle sprayer for pesticide application using an orchard operation mode in apple orchards. **Pest Management Science**, v.78, n.6, p.2449–2466, 2022. <https://doi.org/10.1002/ps.6875>

ZHANG, X.Q.; SONG, X.P.; LIANG, Y.J.; QIN, Z.Q.; ZHANG, B.Q.; WEI, J.J.; LI, Y.-R.; WU, J.M. Effects of spray parameters of drone on the droplet deposition in sugarcane canopy. **Sugar Tech**, v.22, p.583–588, 2020. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12355-019-00792-z>