

Comparativo entre pulverização terrestre e pulverização aérea com drone agrícola no controle de doenças foliares de soja

Robsson Marcello de Araujo^{1*}, Jorge Alberto Gheller¹, Marcio Luiz Sganzerla¹

^{1*}Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná

^{1*}Robsson_12@hotmail.com

Resumo: A busca por novas tecnologias de pulverização aérea com drones agrícolas (RPAS - Sistema de aeronaves remotamente pilotadas) vem tomando conta do mercado progressivamente. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a eficácia da técnica de pulverização de produtos químicos no controle de doenças na cultura da soja com drone agrícola, bem como seus custos e comparar com o método convencional de pulverização. Sendo assim o trabalho foi realizado no município de Cascavel-PR durante o período de setembro/2022 a janeiro/2023, em duas parcelas de 1ha cada. Cada tratamento foi distribuído ao longo de um hectare, área que posteriormente foi subdividida em 10 sub-parcelas para cada tratamento, totalizando 20 unidades experimentais, sendo os tratamentos realizados: (T1) - aplicações com pulverização terrestre, (T2) - aplicações com pulverizador aéreo (Drone). Os parâmetros avaliados foram a severidade de doenças, produtividade da cultivar, massa de mil grãos e viabilidade econômica. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e aplicado a análise Teste de t-student para amostras independentes dos parâmetros PMS e Produtividade e, Teste de Mann-Whitney para parâmetro Severidade. Não houve diferença significativa em produtividade e severidade de doenças. Já para a variável PMS houve diferença estatística em favor da aplicação terrestre. Na análise de rentabilidade econômica obteve-se um resultado de vantagem para o tratamento com aplicação aérea Drone com diferença de 8,36 sacas a mais por hectare.

Palavras Chave: Glycine max; RPAS (Sistema de aeronaves remotamente pilotadas) efeito vortex.

Comparison between ground spraying and aerial drone spraying in the control of soybean foliar diseases

Abstract: The search for new aerial spraying technologies with agricultural drones (RPAS - Remotely Piloted Aircraft System) has progressively taken over the market. In this context, the objective of this work was to investigate the effectiveness of the chemical spraying technique in the control of diseases in the soybean crop with an agricultural drone, as well as its costs and compare it with the conventional spraying method. Therefore, the work was carried out in the municipality of Cascavel-PR during the period from September/2022 to January/2023, in two plots of 1ha each. Each treatment was distributed over one hectare, an area that was subsequently subdivided into 10 sub-plots for each treatment, totaling 20 experimental units, with the following treatments being carried out: (T1) - applications with ground spraying, (T2) - applications with sprayer Aerial (Drone). The evaluated parameters were disease severity, cultivar productivity, thousand-grain weight and economic viability. The data were submitted to the Shapiro Wilk normality test and applied to the analysis Student's t-test for independent samples of the PMS and Productivity parameters and, Mann-Whitney Test for the Severity parameter. There was no significant difference in productivity and disease severity. As for the PMS variable, there was a statistical difference in favor of land application. In the analysis of economic profitability, an advantage result was obtained for the treatment with aerial application Drone with a difference of 8.36 more bags per hectare.

Keywords: Glycine max; RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) vortex effect.

Introdução

Os assuntos de grande destaque nos dias atuais com respeito a utilização de novas tecnologias no sistema produtivo de grãos são os métodos de aplicação de defensivos agrícolas, a agricultura de precisão (AP), que juntamente com boas práticas de cultivo tem propiciado o avanço dos sistemas produtivos, otimizando recursos e mitigando efeitos no ambiente.

A soja é a principal oleaginosa cultivada no Brasil, sendo que na safra 2021/2022 foram cultivados 41.452,0 milhões de ha, atingindo uma produção de 125.552,3 milhões de toneladas. Segundo dados da CONAB (2022) no Paraná a produção total na mesma safra foi de 12.250,3 milhões de toneladas, sendo cultivada em uma área de 5.668,8 milhões de ha, totalizando um rendimento médio de 2.161 kg ha⁻¹.

As doenças e insetos invasores que infectam e infestam a cultura têm provocado danos em grandes proporções, além de criarem dificuldades de controles e acarretando maiores gastos financeiros. Assim a diminuição dos danos é um grande desafio para o controle fitossanitário das pragas e doenças, visto que em seu ciclo produtivo, a soja é atacada por diversos organismos capazes de inviabilizar sua produção, trazendo inúmeros prejuízos (JUHÁSZ *et al.*, 2013).

Muitas doenças vêm atacando a soja em proporções maiores e consequentemente reduzindo sua produtividade. Alguns fatores como clima, cultivares não certificadas, patógenos instalados no solo e falta de manejo adequado, como rotação de cultura, criam ambiente favorável para o desenvolvimento de doenças. Ito (2013) mostra que algumas doenças têm requerido controle químico, como as de final de ciclo, oídio, mofo branco e ferrugem. A ferrugem tem proporcionado altos custos para seu controle com fungicidas, há mais de uma década.

O crestamento bacteriano é causado pela bactéria *Pseudomonas savastanoi pv. glycinea*. Essa doença pode ocorrer em regiões produtoras de soja que apresentem as condições ideais de umidade com temperaturas amenas entre 20 a 26 °C na presença da bactéria. Para o seu combate é importante realizar rotação de culturas, emprego de sementes com tolerância genética, entre outras práticas.

A ferrugem asiática, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, foi descrita pela primeira vez no Brasil na década de 70, sendo que no Paraná chegou por volta de 2001, já demonstrando tratar-se de uma doença de alto potencial destrutivo causando danos principalmente desfolhamento da planta de soja. (YORINORI e PAIVA, 2002).

O fungo da ferrugem é disseminado por ventos ou outros vetores, que levam ele até novas lavouras onde acabam infectando, sobretudo as folhas. Sendo assim, os danos à planta da soja ocorrem diretamente nas folhas provocando desfolha precoce, diminuindo a fotossíntese e não permitindo o desenvolvimento normal de grãos. Os danos da ferrugem depois de instalada podem reduzir até 90% da produtividade final.

A ferrugem é controlada a partir de fungicidas do grupo dos triazóis, associados a fungicidas dos grupos estrubilurinas e carboxamidas. Antes da pulverização de fungicidas é ideal que a lavoura seja monitorada constantemente, desde a emergência sobretudo se o clima estiver favorável ao desenvolvimento do fungo causador da doença. A alta umidade e água na superfície do tecido da planta, por no mínimo seis horas de período de molhamento é um excelente cenário para a propagação da doença.

O míldio é causado pelo patógeno cromista *Peronospora manshurica*, que é de ocorrência generalizada. Não tem apresentado, até o momento, grandes danos à cultura, não demonstrando necessidade de controle químico. Porém recentemente tem sido observado em cultivos comerciais com maior severidade, sendo que em condições de alta umidade com temperaturas amenas forma-se o micélio do organismo que é sua esporulação, semelhante à teia de aranha. Os sintomas provocam uma mancha amarela clara e na parte superior.

A doença oídio, causada pelo fungo *Microsphaera diffusa*, era de ocorrência comum em plantas de soja, porém passou a ter importância econômica, com necessidade de controle químico em algumas safras e muitas regiões produtoras de soja. Pode ocorrer em qualquer estágio da cultura, sendo que o desenvolvimento da doença ocorre com temperaturas próximas de 18° C e baixa umidade relativa do ar. Os sinais do fungo são de formação de micélios de coloração esbranquiçada com aspecto pulverulento sobre a superfície foliar em toda a parte aérea da planta. (ITO, 2013).

Como os custos operacionais da aplicação são altos, e trazem grandes desafios para proporcionar maior lucratividade ao produtor, Lidório (2021), expõe que se perde cerca de 40% de eficiência dos produtos na área de controle de doenças, 30% na área de controle de plantas invasoras e aproximadamente 27% de perdas de eficiência na área de controle de insetos-pragas, representando uma estimativa de perdas no Brasil de mais de US\$ 920.2 milhões, US\$ 634.9 milhões e US\$ 595 milhões, respectivamente.

Lamas (2017), realizando trabalhos adotando novas práticas de aplicação de defensivos agrícolas com o emprego de drones, afirma que tais ferramentas são importantes e necessárias para superar desafios impostos à agricultura, como o fácil acesso ao local de

aplicação, oferecendo segurança de um bom controle dos agentes que causam problemas sanitários resultando em melhora na produtividade.

Segundo Cunha e Ruas (2006) grandes avanços vêm ocorrendo em tecnologia de aplicações de defensivos agrícolas, tanto como aplicação de baixos volumes de caldas e a redução do diâmetro de gotas, fatores estes que, contribuem para maior capacidade de cobertura atingindo então as diversas partes do alvo com maior facilidade. Com essas características, pode-se ter uma economia em aplicação, sendo que os gastos com insumos são reduzidos em até 80%, otimizando recursos e aplicando defensivos no momento e local correto (ANDRADE *et al.*, 2018).

O objetivo deste trabalho foi investigar a eficácia da técnica de pulverização de produtos químicos no controle de doenças na cultura da soja com drone agrícola, bem como seus custos e comparar com método convencional de pulverização.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na área experimental no Centro de Difusão e Tecnologia (CEDETEC), localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG, situado no município de Cascavel, Paraná, foi conduzido de setembro de 2022 a fevereiro de 2023.

O clima da região se caracteriza pelo tipo Cfa, sendo temperado úmido com verão quente, possuindo altitude média de 700 m (APARECIDO *et al.*, 2016). O solo da região é do tipo latossolo vermelho distroférrico típico, (EMBRAPA 2013).

Antes da semeadura da cultura, foi realizado o controle de plantas daninhas, com dessecção e coleta de amostra de solo que foi encaminhada para análise em laboratório para verificar o estado nutricional da área.

A semeadura foi realizada na segunda quinzena do mês de setembro de 2022, utilizando-se uma semeadora composta de 24 linhas, com espaçamento de 0,50 m entre linhas, constituindo uma população de 320.000 plantas por ha. A adubação de base foi realizada com o fertilizante superfosfato simples em dosagem 400 kg ha⁻¹ e posteriormente uma adubação de cobertura com 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. A cultivar utilizada foi a BRASMAX TORQUE que possui características do grupo de maturação 5.7, com crescimento indeterminado com média de peso de mil grãos de 177g, com uma excelente aceitação em regiões de maior altitude, possuindo geneticamente resistência à doença podridão radicular (*Phytophthora*) (BRASMAX GENÉTICA, 2021).

O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado com produtos que apresentam recomendação de uso para a cultura, sendo que a forma de aplicação dos mesmos variou em

função dos tratamentos empregados. Os fungicidas que foram utilizados para controle de doenças foliares da cultura foram definidos e aplicados na parcela de pulverização terrestre bem como na parcela de pulverização aérea de acordo com o manejo e épocas definidas no CEDETEC.

O experimento foi realizado em duas parcelas maiores, onde os tratamentos Tratamento 1 (T1) - aplicação de fungicidas com uso de pulverizador terrestre, Tratamento 2 (T2) - aplicação de fungicidas com pulverizador aéreo (drone) foram distribuídos ao longo de um hectare cada, constituindo a parcela experimental, que posteriormente foi subdividida em 10 subparcelas, totalizando 20 unidades experimentais no total.

O experimento foi conduzido dentro de uma área maior de produção de soja e as pulverizações com drone programadas para serem realizadas juntamente com as aplicações com o equipamento terrestre da fazenda. Assim realizou-se as pulverizações no mesmo dia do pulverizador terrestre, que totalizaram 4 no total do ciclo, utilizando os mesmos produtos químicos conforme consta na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Produtos empregados no experimento, momentos e doses de aplicação.

1 ^o - Aplicação 01/12/2022	Doses L ha ⁻¹ (ml ou g)	2 ^o - Aplicação 15/12/2022	Doses L ha ⁻¹ (ml ou g)
Orkestra	310	Ativum	1050
Wetcit	165	Status	625
Magnésio	620	Wetcit	165
Boro	186	Perito	826 g
Purakelp	165	-	-
3 ^o - Aplicação 29/12/2022	Doses L ha ⁻¹ (ml ou g)	4 ^o - Aplicação 11/01/2023	Doses L ha ⁻¹ (ml ou g)
Wetcit	165	Versatilis	310
Status	625	Status	495
Aproach	620	Wetcit	165
Imidacloprid	165	Fipronil	17g
Fipronil	17g	Imidacloprid	165
Cobre	33		
Magnésio	620		
Ferro	612		
Zinco	20		

Fonte: O autor, 2023.

O drone utilizado foi a T-30 da marca DJI contando com um recipiente para 30 litros de calda, equipado com bico teejet TXA80015VK cone vazio, juntamente com o bico utilizado antideriva Econ, reduzindo proporcionando gotas mais uniformes, redução de deriva entre outros benefícios.

A velocidade da aplicação foi de 21 km/h em uma altura em relação a cultura de 3,5 metros sendo utilizado na aplicação a vazão de 10 L ha⁻¹

Na parcela do experimento da aplicação terrestre, foi utilizado um pulverizador da marca Massey Ferguson 9330 equipado com um sistema de barras de 30 metros com um tanque reservatório de 3.000 litros utilizando um bico de pulverização de Hypro3D leque contendo uma vazão de 124 L ha⁻¹.

Os parâmetros avaliados foram severidade de doenças foliares medidos em porcentagem de área foliar afetada por diversas doenças fúngicas, massa de mil grãos, produtividade e rentabilidade.

Para as avaliações de severidade de doenças, foram coletados dez trifólios de cada uma das dez subparcela de cada tratamento, extraídos no dia anterior de cada aplicação. No mesmo dia nos unifólios dos trifólios, realizou-se as leituras foliares da quantidade de doença. Assim até o final realizou-se quatro leituras de severidade cada sub-parcela. Como padrão para quantificação foram empregadas escalas diagramáticas de severidade existentes (CANTERI E GODOY, 2003).

Antes da colheita realizou-se a contagem de plantas para a quantificação de amassamento realizada pelo o pulverizador.

A colheita foi realizada no dia 18/02/2023, medindo com uma fita métrica 2 linhas de 4 metros centrais cada sub-parcela, totalizando uma área de 4 m², coletando-se manualmente todas as plantas. Antes da debulha das plantas foi realizada a contagem de plantas para a obtenção de melhores resultados nos dados analisados.

Os parâmetros rendimento e massa de mil grãos foram obtidos após a trilha separada de todas plantas colhidas nas sub-parcelas. Colheita das dez sub-parcelas. O volume de grãos obtido foi limpo (livre de impurezas) e após pesado foi medido a umidade dos grãos num determinador de umidade do modelo G800. Depois de transformar o volume para a umidade de 13%, calculou-se o rendimento por hectare. Para massa de mil grãos, foram retiradas oito amostras de 100 grãos de cada volume das sub-parcelas e pesadas individualmente em uma balança analítica. Após a pesagem, foi obtida a média dos pesos das amostras e multiplicado por dez (BRASIL, 2009). A rentabilidade ou viabilidade econômica foi contabilizada empregando-se valor de venda dos grãos e custos dos insumos e operações realizadas.

Após isto, os dados levantados foram anotados em uma planilha no Excel para realizar um comparativo de médias de ambos os sistemas de produção conhecido como teste T-student. O teste T é utilizado para comparar diversos grupos independentes que foram medidos por meio de números em uma variável quantitativa. Segundo Borges e Ferreira

(1999), em várias situações, na experimentação agropecuária, o pesquisador se depara com o problema de comparar as médias de duas populações ou tratamentos independentes, essa comparação pode ser realizada sem nenhuma dificuldade quando as variâncias das duas populações em que as amostras foram obtidas são iguais.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os valores das médias dos parâmetros estudadas e obtidas no experimento.

Tabela 2- Peso de mil sementes, rendimento e severidade, em Cascavel-PR, 2023.

Sistemas de pulverização	(PMS) Peso de mil grãos (g)	Rendimento Kg ha ⁻¹	Severidade de Doenças (%)
(T1) pulverizador terrestre	161,93	2983,77	6,02%
(T2) pulverizador aéreo (drone)	156,21	3406,88	4,86%
P-valor	0,0347 *	0,0604 ^{ns}	0,5702 ^{ns}

ns: Não significativo pelo teste T; *: Significativo pelo teste T.

Fonte: O autor, 2023.

Diante de resultados obtidos para as variáveis analisadas e expressas na Tabela 2, verifica-se que houve diferença estatística apenas para a variável PMS, sendo que para as outras variáveis não houve diferença.

Já os resultados das médias apresentados no experimento para as os parâmetros Rendimento e Severidade foliar, observa-se que não houve diferenças estatísticas entre ambos os sistemas. Contudo nota-se que no sistema de pulverização aérea, as médias para Rendimento foram numericamente maiores (+ 423,11 kg ha⁻¹) e no parâmetro porcentagem de severidade as médias foram menores (- 23,86%), demonstrando possivelmente um melhor controle de doenças para tal método. Bianchi (2022), relata que em seu experimento com a cultura do trigo em que houve uma melhor eficácia da pulverização com drone quando comparada com a pulverização terrestre, pois constatou uma maior deposição de gotas avaliando com papel hidro sensível.

Silva (2022), pesquisando deposição de gotas com aeronave remotamente pilotadas (RPA) em milho, verificou a presença de 26 a 39 gotas por cm² em papel hidro sensível alocadas em folhas do terço médio do milho, resultando em apenas 1,3% de cobertura da área total do papel. Verificaram ainda que pulverizações com RPA produzem boa uniformidade em aplicações com faixas de cobertura de 5,7 a 7,6 metros em voos de 1,5 a 3,0m de altura.

Quando realizou-se a pesquisa em soja, Silva (2022), constatou que aplicação terrestre permitiu maiores densidades de gotas em folhas medianas e superiores da soja que a aplicações realizadas por RPA. Verificaram ainda que a cobertura da pulverização terrestre foi de 1,2% e a de RPA 0,2% sobre papel hidro sensível.

Oliveira *et al.* (2021), comparando avaliações deposições de calda de inseticidas em soja, realizadas por drone com 10 L ha⁻¹ e pulverizador tratorizado com 80 L ha⁻¹, concluíram que em folhas superiores e medias da planta da soja o deposito propiciado de gotas propiciados foi bem menor que realizado pelo o drone. Já nas folhas inferiores o deposito das gotas realizado foi 1,9 superior ao volume de calda realizada pela a aplicação tratorizada.

Com relação aos resultados de PMS (peso de mil sementes), onde houve diferença estatística entre os dois tratamentos, com vantagens para a pulverização terrestre, não se encontrou justificativas, já que nas outras variáveis as médias foram estatisticamente iguais, mas com vantagens numéricas para a aplicação aérea com o drone.

No presente trabalho também realizou-se comparação de cálculo de custos e rentabilidade entre os dois tratamentos testados os quais encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3- Custos e rentabilidade econômica da soja por hectare em função de aplicação terrestre e drone.

Insumos/Serviços	T1- Pulverização terrestre (R\$)	T2- Pulverização Drone (R\$)
Sementes	930,60	930,60
Fertilizantes	1226,80	1226,80
Inseticidas	210,78	210,78
Orkestra (1x)	181,32	181,32
Ativum (1x)	190,80	190,80
Status (3x)	227,50	227,50
Aproach prima (1x)	161,62	161,62
Versatilis (1x)	77,50	77,50
Óleo (4x)	56,10	56,10
Foliales	123,56	123,56
Pulverização	51,00	100,00
Amassamento	212,50	X
Custo total	3650,08	3486,58
Rendimento (kg ha ⁻¹)	2983,77	3406,88
Receita bruta	6216,18	7097,66
Receita liquida	2566,10	3611,08

Valores de produtos obtidos por meio de pesquisa no mês 05/2023; Orkestra: R\$ 451,05/L; Ativum: R\$ 176,66/L; Status: R\$ 137,55/L; Aproach prima: R\$ 200,78/L; Versatilis: R\$ 254,20/L; Óleo: R\$ 65,21; Foliales: R\$ 31,70/L; Inseticidas: R\$ 116,97/L; Valor da saca de soja 60 Kg R\$ 125,00.

Fontes: ORTOPIXEL, 2021; FUNDAÇÃO ABC, 2022; Os autores, 2023.

Analisando a rentabilidade dos tratamentos realizados nessa pesquisa conforme Tabela 3, nota-se que a receita liquida obtida pela pulverização com drone apresentou maior

vantagem econômica de R\$ 1.044,98 por hectare, sendo equivalente a 8,36 sacas a mais. Mesmo que os custos operacionais do drone sejam o dobro do valor do pulverizador, obteve-se um resultado melhor por questão de não haver amassamento da cultura e ter um melhor controle das doenças ali presente.

De acordo com o experimento realizado por Reis e Zanatta (2017), avaliando danos por amassamento em trigo pelo rodado do equipamento tratorizado com larguras de 14 m constataram perdas de 157,76 kg ha⁻¹ de trigo. Em outro experimento realizado pela empresa Águas Claras Aviação Agrícola LTDA (2012), um pulverizador com 18 m de barra amassa 0,05 hectares de soja, que corresponde aproximadamente à 180 kg de soja que são deixadas de colher num rendimento médio de 3600 kg ha⁻¹.

No presente trabalho foi realizado a contagem de plantas antes da colheita para quantificação por amassamento e concluiu-se um valor de amassamento próximo a 21 plantas por metro linear, totalizando um amassamento de 3,42% sobre a produtividade.

Conclusão

Concluiu-se que não houve diferença significativa estatística entre as medias dos tratamentos das variáveis produtividade e severidade. Já para a variável PMS ocorreu diferenças estatísticas entre as medias dos tratamentos, com vantagem o tratamento pulverização terrestre (T1).

Com relação a rentabilidade calculada entre os dois tratamentos verificou-se vantagem para o tratamento com aplicação aérea drone com diferença de R\$ 1044,98 por hectare.

Referências

- ÁGUAS CLARAS AVIAÇÃO AGRÍCOLA LTDA. **Será que agora decola?**. 2012. Disponível em: < http://www.aguasclarasaviacao.com.br/vantagens_custos.htm >. Acesso em: 14 de mai. de 2023.
- ANDRADE, J. M. A.; PRETTO, D. R.; CARVALHO, E. V.; BOLONHEZI, D.; SCARPELLINI, J. R.; VIEIRA, B. Avaliação de RPAS para pulverização em diferentes culturas. **Revista Ingeniería y Región**, v. 20, p. 73-78, 2018.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrometeorologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BIANCHI, E. **Deposição de gotas na cultura do trigo: comparação entre aplicação com drone versus aplicação tartorizada**. 2022. Tese (TCC Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Erechim, Rio Grande do Sul.
- BORGES, L. C.; FERREIRA, D. F. Comparação de duas aproximações do teste t com variâncias heterogêneas através de simulação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 390-403, 1999.
- BRASIL. Regras para análises de sementes/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- BRASMAX GENÉTICA. **Cultivares região sul**. 2021. Disponível em: < <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=14271> >. Acesso em: 14 de mai. de 2023.
- CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Escala diagramática da ferrugem da soja (P. pachyrhizi). **Summa Phytopathologica, Araras**, v. 1, p. 32, 2003.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da Safra de Grãos**. Brasília, 2022.
- CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 61-66, 2006.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3 ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- FUNDAÇÃO ABC. **Planilha de Custos de Mecanização Agrícola**. 2022. Disponível em: < https://fundacaoabc.org/wp-content/uploads/2022/05/PLANILHA-DE-CUSTO-DE-MECANIZACAO-MAIO-2022.pdf?_=1658467707 > Acesso em: 20 de mai de 2023.
- ITO, M. F. Principais doenças da cultura da soja e manejo integrado. **Nucleus**, v. 10, n. 3, p. 83-101, 2013.

JUHÁSZ, A. C. P.; PÁDUA, G. P.; WRUCK, D. S. M.; FAVORETO, L.; RIBEIRO, N. R. Desafios fitossanitários para a produção de soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 34, n. 276, p. 66-75, 2013.

LAMAS, F. M. **A tecnologia na agricultura**. EMBRAPA, 2017.

LIDÓRIO, H. F. **Estimativa do impacto das perdas devido ao uso inadequado da tecnologia de aplicação no manejo fitossanitário da cultura da soja**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, V. R.; BASSETTO FILHO, J. J.; ESTABELE, D. L.; OLIVEIRA, T. L.; GOMES, L. R. O.; PINHO, C. A.; MATULAITIS, A. K. Y.; ADEGAS, F. S.; SOARES, R. M.; ROGGIA, S. **Depósito de inseticida em diferentes estratos da planta de soja obtido na pulverização com drone**. Documentos 440. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

ORTOPIXEL. Quanto custa a pulverização com drone?. 2021. Disponível em: < <https://ortopixel.com.br/quanto-custa-a-pulverizacao-com-drone/> >. Acesso em: 20 de mai de 2022.

REIS, E. M.; ZANATTA, M. Cálculo do dano do amassamento, na cultura do trigo, pelo rodado do equipamento na primeira aplicação de defensivos. **Agrosservice – Pesquisa e consultoria agrícola**. 2017.

SILVA, M. R. A. **Deposição de calda aplicada com aeronave remotamente pilotada nas culturas de milho e soja**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. Londrina: Embrapa Soja, 2002.