

APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM FEIJÃO COMUM POR VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

Antônio Henrique Aparecido Miloco^{1*}; Tiago Roque Benetoli da Silva¹; Luana Cristina Saldanha Alves Paulino¹

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus Regional de Umuarama – Paraná, Brasil.

*Autor para contato: henriquemiloco@hotmail.com

RESUMO: O feijão é um dos alimentos mais consumidos no país, possui relevante valor nutricional e representa uma das maiores fontes de proteína das populações de baixa renda, é produzido por pequenos e grandes agricultores e está presente em todo o território nacional. O Brasil se destaca como grande produtor mundial de feijão, estima-se que a classe feijão comum represente 70% da produção nacional, a maior parte da produção atende a demanda do mercado interno, apenas 5% é exportado. As plantas daninhas trazem grandes prejuízos às lavouras, pois competem com o cultivo por recursos como nutrientes, luz solar e água, além de hospedarem possíveis pragas e doenças dificultando o desenvolvimento da cultura, o uso de herbicidas é a forma de controle de plantas daninhas mais eficaz. A agricultura de precisão surgiu apresentando grande potencial, é uma ferramenta importante para o avanço tecnológico e a revolução causada pela Agricultura 4.0, este método se utiliza de recursos atuais da tecnologia da informação e instrumentação industrial para minimizar impactos ambientais e reduzir o uso de insumos agrícolas. O avanço tecnológico contemplou a modernização de máquinas e implementos tradicionais, além de utilizarem novas tecnologias emergentes, citando como exemplo o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), estes por não causarem contatos diretos, não provocam a compactação e degradação do solo, além de proporcionarem pulverizações direcionadas de insumos agrícolas dentre outras vantagens.

Palavras-chave: Drone, Tecnologia Agrícola, Pulverização, Plantas Daninhas.

HERBICIDE APPLICATION ON COMMON BEAN BY UNMANNED AERIAL VEHICLE

ABSTRACT: The bean is one of the most consumed foods in the country, it has relevant nutritional value and represents one of the major sources of protein for low-income populations, it is produced by small and large farmers and is present throughout the national territory. Brazil stands out as a major world producer of beans, it is estimated that the class common bean represents 70% of national production, most of the production meets the demand of the domestic market, only 5% is exported. Weeds bring great losses to crops, because they compete with the crop for resources such as nutrients, sunlight, and water, besides hosting possible pests and diseases hindering the development of the crop, the use of herbicides is the most effective form of weed control. Precision agriculture has emerged with great potential, is an important tool for technological advancement and the revolution caused by Agriculture 4.0, this method uses current resources of information technology and industrial instrumentation to minimize environmental impacts and reduce the use of agricultural inputs. The technological advance has included the modernization of traditional machines and implements, in addition to using new emerging technologies, citing as an example the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), which by not causing direct contact, do not cause compaction and soil degradation, and provide targeted spraying of agricultural inputs, among other advantages.

Keywords: Drone, Agricultural Technology, Spraying, Weeds.

INTRODUÇÃO

O feijão é um alimento básico e faz parte da dieta e cultura do brasileiro, sendo uma das principais fontes de proteína principalmente da população de baixa renda, o cultivo do feijão ocorre em vários níveis tecnológicos e condições de clima, tornando possível sua produção em todo território nacional (Rocha et al., 2017; Tavares et al., 2018; Lima et al., 2020).

O teor proteico do feijão pode chegar a 33% e valor energético de 341 cal 100 g¹, apontado como alimento de baixo custo, porém de grande valor nutricional. É uma cultura de ciclo curto e considerada atípica, pois é possível a colheita de até três safras anuais, sendo denominadas como safra das águas, safra da seca e safra de inverno ou simplesmente terceira safra (Bastos et al., 2013; Silva e Wander, 2013).

O estresse hídrico, é a maior razão para a perda de produtividade do feijão, assim como em outras culturas. Na produção de feijão, a falta de água é um fator limitante nos três estádios: germinação, florescimento e enchimentos de grãos, nos estádios citados, a germinação é considerada a fase mais sensível à deficiência hídrica (Garcia et al., 2012; Vale et al., 2012).

Fungos que habitam o solo, estão entre as principais causas de doenças do feijoeiro, estes fungos são de difícil controle e causam prejuízos consideráveis, as práticas integradas de manejo são formas ecológicas e eficientes para obter melhor controle dos fungos (Lehner et al., 2014). A pulverização de fungicidas é a aplicação mais utilizada no meio agrícola, entretanto, requer cuidados quanto a contaminação e degradação do solo, e conseqüentemente todo o ambiente (Lima et al., 2018; Zipperer et al., 2020). As principais formas de combate das doenças causadas pelos fungos, englobam o tratamento e melhoramento genéticos das sementes e a forma de manejo de cultivo da cultura (Wendland et al., 2018).

Conforme relata Araújo et al. (2008) e Galon et al. (2017), um fator que se destaca como causa da baixa produtividade dos feijoeiros, é a interferência das plantas daninhas, os estudos destes autores apontaram que a falta de manejo das plantas daninhas pode acarretar na redução de até 98% da produção do feijoeiro, a forma mais eficiente de controlar as plantas daninhas é o uso dos herbicidas, método amplamente utilizado devido a sua praticidade e eficiência. Segundo Araújo et al. (2008), o método com herbicidas tem a característica de controle das plantas daninhas em épocas chuvosas, em que os métodos mecânicos e manuais são complicados e até ineficientes.

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO FEIJÃO

Os diversos tipos de feijão produzidos no país, não estão estatisticamente separados por espécie, mas estima-se que a maior produção - cerca de 70% - seja do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*), seguido pelo feijão-caupi (*Vigna unguiculata L. Walp*), os estados da região Norte e Nordeste tem produção quase exclusiva de feijão-caupi (Fasolin et al., 2016; Salvador, 2020).

Conforme afirmaram Moraes e Menelau (2017), países como a Índia, China e Estados Unidos são relevantes na participação da produção mundial, porém o Brasil se destaca nesse cenário como um dos maiores produtores de feijão, os principais estados produtores são: Bahia, Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, conforme o 4º Levantamento da safra 2022/23 do CONAB (2023), os estados citados continuam sendo os maiores produtores nacionais. Pessôa et al. (2017), destaca que o crescimento constante da população, exige maiores produtividades, portanto é de suma importância, conhecer as condições limitativas para o desenvolvimento do feijoeiro.

Silva e Wander (2013) e Moraes e Menelau (2017), apontaram a diversidade das dimensões dos estabelecimentos agropecuários, apesar do feijão ser produzido desde o pequeno ao grande produtor, a maior parte da produção nacional é oriunda do pequeno produtor, sendo inclusos os agricultores familiares. Conforme Silva e Wander (2013), nas regiões de menores cultivos, grande parte da produção é designada para o consumo destas famílias produtoras, outra parte é enviada ao mercado, onde os valores monetários recebidos pelos produtores tem sido rentável e estimula a produção. O continente africano, registra perdas anuais de aproximadamente 300 mil toneladas devido a seca, porém o melhoramento genético e práticas de manejo, tem demonstrado bons resultados para aliviar este problema (Garcia et al., 2012; Vale et al., 2012).

Os dados apresentados no relatório do feijão para a primeira safra 2022/2023 demonstrou resultados diferentes aos apresentados no ciclo anterior, sendo eles: diminuição da área de plantio em 1,2%, totalizando 2.819,2 mil ha, houve aumento da produtividade em 0,4%, sendo 1.051 kg ha⁻¹, isso refletiu na produção de 2.961,1 mil toneladas, 0,9% menor que o ciclo anterior, 95% dessa produção foi destinada em atender a demanda do mercado interno, o restante para exportação. A principal causa da queda da área de cultivo, foi pela opção do produtor por culturas mais rentáveis, como soja e milho (CONAB, 2022).

Plantas daninhas

As plantas daninhas geralmente causam impactos prejudiciais para as atividades humanas, sejam florestais, agrícolas, pecuários ou ornamentais (Mendes e Silva, 2022), sua ocorrência é uma das razões para a perda de produtividade agrícola, estas plantas estão presentes desde o início da agricultura, apesar de no princípio não serem tratadas com essa denominação. O conceito de plantas daninhas é dado às plantas que surgem espontaneamente em meio a uma cultura de interesse, competindo por recursos naturais principalmente nos períodos iniciais de desenvolvimento da cultura de interesse comercial (Agostinetto et al., 2015; Sausen et al., 2020).

O termo planta daninha é ainda controverso, apesar de ser o termo que melhor se aplica a situação, pois expressa de forma mais adequada o conceito de interferência na atividade agrícola. Além de planta daninha, outros termos são utilizados como: ervas daninhas, plantas invasoras, plantas infestantes, juquira, mato, tiguera, pragas prioritárias, pragas quarentenárias, entre vários outros (Silva et al., 2021).

As plantas daninhas podem se reproduzir de forma sexuada e/ou assexuada, a forma sexuada ocorre por meio da fertilização de um óvulo através da polinização de uma flor e posterior produção de sementes, a forma assexuada, se apresenta através da propagação vegetativa, onde os novos indivíduos são clones do progenitor, ou seja, apresentam as mesmas características genéticas da planta de origem (Lai et al., 2021; Mendes e Silva, 2022).

Os métodos para controle das plantas daninhas, estão divididos em: manejo preventivo, controle cultural, biológico, físico, mecânico e químico, sendo os métodos mecânico e químico os mais utilizados (Silva et al., 2005). O controle mecânico é considerado o mais antigo dos métodos, consiste nas formas onde são retiradas as plantas indesejadas com as mãos ou utilizando instrumentos de corte – exemplo enxada – ou utilizando implementos tracionados por animais ou veículos tratores (Albrecht et al., 2021). O controle químico, que consiste na aplicação de herbicidas, é considerado o principal método de controle das plantas daninhas, devido a sua eficiência e praticidade (Araújo et al., 2008; Silva et al., 2022).

A ação das plantas daninhas na cultura do feijão, podem ocorrer principalmente de duas formas, sendo: alelopatia, onde o metabolismo secundário destas plantas daninhas libera substâncias que são nocivas ou inibidoras ao desenvolvimento das plantas de feijão;

e por competição, as plantas daninhas competem com a cultura por recursos como nutrientes, água e luz solar. De forma menos significativa, as plantas daninhas podem hospedar doenças e pragas nocivas à cultura do feijão (Pessoa et al., 2017; Schiessel et al., 2019).

A taxonomia é um método de classificação, onde as plantas daninhas são agrupadas conforme características em comum, este método segue uma hierarquia de categorias como: reino, classe, ordem, família, gênero e espécie. As principais espécies que ocorrem no Brasil, fazem parte da família das Poaceae, totalizando 21%, seguida das famílias Asteraceae (19%), Malvaceae (7%) e Fabaceae (6%) (Mendes e Silva, 2022).

Herbicidas

O método mais utilizado para controle das plantas daninhas é o químico, caracterizado pelo uso dos herbicidas, porém este método requer mão de obra qualificada e existe o risco de intoxicação, o uso de herbicidas pode também provocar o surgimento de plantas daninhas resistentes e sua utilização inadequada pode contaminar o ambiente (Salomão et al., 2019). Os herbicidas são classificados com base em seu mecanismo de ação e estrutura química básica, o Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), propõe que os herbicidas sejam classificados por ordem alfabética conforme seu mecanismo de ação e classes químicas (Oliveira et al., 2021).

O uso de herbicidas na cultura do feijão deve ser realizado de forma criteriosa e com total controle, pois o feijão é uma cultura de ciclo precoce tornando indispensável o manejo e controle das plantas daninhas. A seleção incorreta de herbicidas devido a seletividade de alguns cultivares de feijão, podem provocar danos como: menor estatura da planta, fitotoxicidade, entre outros (Kalsing e Vidal, 2013). Conforme Lehner et al. (2014), os herbicidas podem atacar organismos benéficos para o desenvolvimento do feijão, como bactérias fixadoras de nitrogênio e solubilizadoras de fosfato.

A aplicação mais usual de elementos herbicidas na cultura, é a pulverização, que consiste em fragmentar o líquido em frações menores para aplicação, este processo tem se mostrado o mais eficiente para o controle das plantas daninhas, porém fatores como: agente herbicida utilizado, planta a ser combatida, ambiente, período de aplicação e dispositivo pulverizador devem ser levados em consideração para minimizar os custos de aplicação, eficiência dos agentes, produtividade da cultura e impactos ambientais mínimos (Adegas e Gazziero, 2020; Griesang e Ferreira, 2021).

Em conformidade com Araújo et al. (2008), existe a crescente demanda de alta tecnologia entre os produtores de feijão em todo o país, dando destaque às lavouras irrigadas. Os herbicidas de pós-emergência são aplicados quando a cultura está nos estádios de desenvolvimento, em que pelo menos 50% das plantas estão com suas folhas primárias completamente desenvolvidas.

TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

O processo de modernização da agricultura brasileira, surgiu com a importação de novos mecanismos de produção na década de 50, destacando-se inicialmente no estado de São Paulo. Na década de 60 despontaram as primeiras máquinas nacionais e na década seguinte o governo brasileiro promoveu incentivos fiscais para alavancar o setor (Souza et al., 2020).

Diversos governantes procuram alternativas para minimizar o efeito estufa no planeta, uma das alternativas criadas é a Agricultura de Baixo Carbono (ABC), visando melhorias a partir de novas tecnologias e boas práticas de cultivo (Oliveira et al., 2018). O Brasil assumiu o compromisso de reduzir a produção de gases do efeito estufa em 2009, assim foi instaurada neste ano a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e no ano seguinte a elaboração do Plano ABC, que foi descrito como Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Telles et al., 2021).

Agricultura de precisão

A agricultura de precisão surgiu apresentando grande potencialidade no final do século XX. No Brasil é um tema bastante atual e está maximizando a produtividade dos agricultores que adotam este método (Oliveira et al., 2020). A agricultura de precisão e suas técnicas de tecnologias digitais, ajudam a resolver problemas da evolução humana que demandam cada vez mais recursos, como maior expectativa de vida, aumento da população e a urbanização constante (Bolfé et al., 2020).

A agricultura de precisão, é uma ferramenta fundamental na Agricultura 4.0 e pode ser definida como o uso de tecnologia da informação, instrumentação e automação no emprego das práticas agrícolas (Basso et al., 2019; Silva et al., 2019). Os dados coletados podem ser processados e analisados em centrais remotas, direcionando a melhor

solução para os problemas encontrados em campo, ou para definir as melhores estratégias para o avanço eficiente do cultivo (Arantes et al., 2019; Pinheiro et al., 2021).

Pela ordem cronológica, a Agricultura 1.0 surgiu com a utilização de tração animal para as atividades desenvolvidas no campo; a Agricultura 2.0 veio com a substituição da tração animal pelo motor a combustão, onde surgiram as máquinas agrícolas; o desenvolvimento do *Global Positioning System* (GPS) e sua incorporação nas máquinas agrícolas, fizeram surgir a Agricultura 3.0; com a utilização de automação e conectividade, veículos aéreos não tripulados e demais componentes tecnológicos, possibilitaram o surgimento da agricultura 4.0 (Esperidião et al., 2019; Massruhá et al., 2020).

A tendência é que a Agricultura 4.0 melhore a eficiência na utilização de água, defensivos e fertilizantes, com a tecnologia será possível aplicar esses insumos de forma direcionada e em quantidades mínimas. Alguns métodos estão em fases iniciais de pesquisa e possuem grande potencial de se tornarem realidade em um futuro próximo, citando exemplos: cultivo de carne, agricultura com água do mar e impressão 3D de alimentos (Ribeiro et al., 2018).

O uso da inteligência artificial é um dos principais recursos utilizados na indústria 4.0 e agricultura 4.0. Esta técnica é capaz de processar um grande volume de dados que seriam impossíveis pela mente humana, além de adotar medidas baseadas nos erros e acertos da análise anterior, seria como se a lógica computacional tivesse a capacidade de aprender constantemente em virtude de sua experiência (Souza et al., 2020; Pinheiro et al., 2021).

Aviação agrícola

O tráfego de máquinas e implementos agrícolas, provocam tensões mecânicas sobre o solo diretamente abaixo dos pneus destes equipamentos, estas tensões podem compactar o solo reduzindo a produtividade ou até mesmo inviabilizando o cultivo, além de provocar problemas ambientais (Souza et al., 2012; Mion et al., 2016). A aplicação aérea de defensivos agrícolas, se destaca principalmente pela rapidez e ausência de contato com o solo, não provocando a sua compactação e não ocasionando danos mecânicos à planta, popularmente chamado de amassamento da lavoura (Oliveira e Dalchiavon, 2018).

Em 1911, o agente florestal alemão Alfred Zimmermann utilizou uma aeronave para proteção das florestas de pinheiros de seu país, sendo considerada a primeira

utilização da aviação agrícola, em agosto de 1921 a Aviação do Exército Norte Americano junto do Departamento de Agricultura, utilizou esta ideia para proteção de florestas contra as larvas de mariposas. No Brasil em 1947 na cidade de Pelotas - RS, o agrônomo Leôncio Fontelles e o piloto Clovis Candiota, instalaram um dispositivo pulverizador em um biplano Muniz M-9 e combateram com sucesso uma praga de gafanhotos que assolava a região, sendo esta considerada a primeira utilização da aviação agrícola no Brasil (MAPA, 2023).

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei n. 917 de 07 de outubro de 1969, iniciou-se oficialmente o emprego da aviação no meio agrícola brasileiro, atribuindo ao Ministério da Agricultura a política de coordenação, orientação, supervisão e fiscalização desta atividade, a competência relacionada à operação da aviação ficou a cargo do Ministério da Aeronáutica, demais competências específicas ficaram a cargo dos Ministérios da saúde, Indústria e Comércio, Trabalho e Previdência Social (Arruda et al., 2016).

As tecnologias para informações geográficas, cartografias de solo, cartografia do campo para gestão de nutrientes, monitorização de rendimentos e fotografia aérea, desenvolveram-se rapidamente nos últimos anos, atraindo a atenção de órgãos governamentais e o meio agrícola, pois seriam ferramentas eficazes na redução de resíduos para a aplicação de defensivos agrícolas, diminuindo os impactos ambientais. Tais tecnologias viabilizam a aviação agrícola, considerada uma das partes mais importantes da agricultura moderna (Lan et al., 2017; Zhou et al, 2017).

Veículos Aéreos Não Tripulados

Conforme Carvalho et al., (2019) e Klidzio et al., (2020) drone é o termo popularizado para os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). Estes foram inspirados nas bombas alemãs V-1 (Figura 1) utilizadas pelo Eixo na segunda guerra mundial. O uso de VANT foi regulamentado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) em maio de 2017.

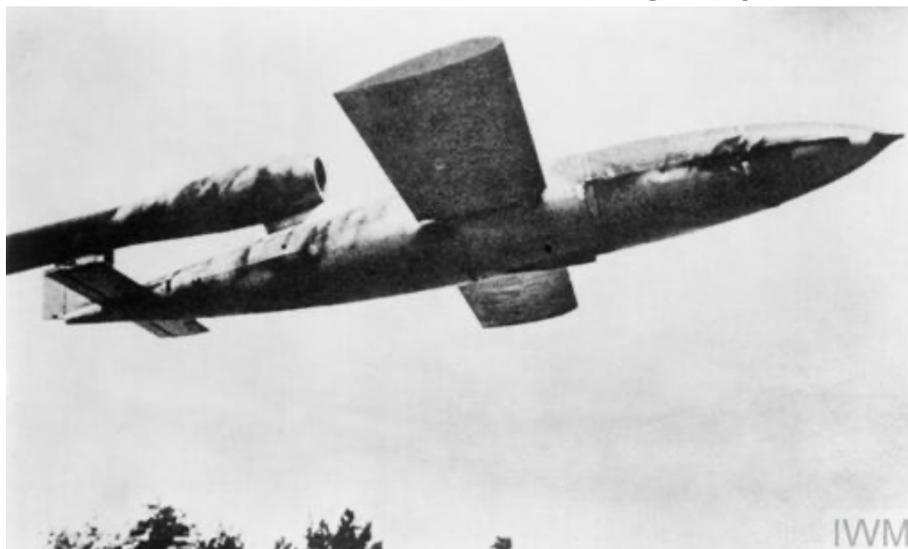


Figura 1 - Bomba Voadora V-1
Fonte: (Imperial War Museums, 2022)

Os drones foram criados inicialmente para o uso militar e atualmente são utilizados nas mais diversas áreas de atividades civis e podem ser utilizados na agricultura com a finalidade de redução de custos, fornecer agilidade e facilidade de acesso (Carvalho et al., 2019; Klidzio et al., 2020).

Para a agricultura, os VANT são equipados com sensores climáticos, de geoposição e multiespectrais, além de câmeras e *softwares* de gerenciamento de última geração, possibilitando melhores mapeamentos das áreas, aplicação precisa de fertilizantes e defensivos, principalmente em locais de difícil acesso pelas máquinas convencionais (Bernardo et al., 2019; Dutta e Goswami, 2020).

Os VANT não têm contato direto com a superfície, evitando a compactação do solo e reduzindo danos causados às plantas. Estes equipamentos podem atender desde os pequenos até os grandes produtores (Andrade et al., 2018). Na década de 80, os japoneses foram os pioneiros em utilizar a tecnologia dos VANT na agricultura e desenvolveram o modelo Yamaha RMAX (Figura 2) para pulverização das lavouras de arroz (Dutta e Goswami, 2020).



Figura 2 - VANT Yamaha RMAX

Fonte: (Yamaha, 2022)

Os VANT oferecem ambientes menos estressantes aos seus controladores e não requerem tantas qualificações se comparado aos pilotos embarcados em aeronaves, gerando assim economia em sua utilização, podem operar por mais tempo contínuo, pois não geram a fadiga que um piloto tem embarcado em uma aeronave, podem ser autônomos utilizando instrumentos de voo e controle da informática, além da potencialização do uso de instrumentos para desempenhar seu trabalho (Ahirwar et al., 2019; Pathak et al., 2020). 40% dos VANT registrados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), estão a serviço do agronegócio (Klidzio et al., 2020).

A ANAC é responsável pela regulamentação do uso de aeronaves civis no Brasil, e a RBAC-E n. 94 emitida em 2 de dezembro de 2021, é a regulamentação atual específica para o uso de VANT, o documento possui 26 páginas e classifica os VANT conforme sua massa de decolagem, definindo: requisitos e responsabilidades do piloto, regras de voo, registros e marcas, autorização de projetos, aeronavegabilidades e certificados de aeronavegabilidades. Os destaques principais para operações com VANT são: deve ser operado por pilotos com idade superior a 18 anos; o VANT deve estar registrado na ANAC conforme sua categoria, devendo o operador portar o documento de registro; para voos em altitudes superiores a 400 pés, o piloto deve possuir habilitação específica emitida pela ANAC e é proibido o transporte de animais, pessoas e artigos perigosos e/ou proibidos por autoridades competentes (ANAC, 2022).

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S.; GAZZIERO, D. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos**. Tecnologias de produção de soja, Londrina: Embrapa Soja, p.281-292, 2020.

AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D.L.P.; SILVA, A.A. Manejo de Plantas Daninhas. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BOREM, A. (Ed.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p.234-255.

AHIWAR, S.; SWARNKAR, R.; BHUKYA, S.; NAMWADE, G. Application of drone in agriculture. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Godhra, v.8, n.1, p.2500-2505, 2019.

ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; DANILUSSI, M.T.Y.; LORENZETTI, J.B. Métodos de Controle de Plantas Daninhas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Ed.). **Matologia: Estudos Sobre Plantas Daninhas**. Jaboticabal, 2021. p.145-169.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil, **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial**. Disponível em: < https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em: 21 de dezembro de 2022.

ANDRADE, J.M.A.; PRETTO, D.R.; CARVALHO, E.V.; BOLONHEZI, D.; SCARPELLINI, J.R.; VIEIRA, B.C. Avaliação de RPAs para pulverização em diferentes culturas. **Revista Ingeniería y Región**, Colômbia, v.20, p.73-78, 2018.

ARANTES, B.H.T.; ARANTES, L.T.; COSTA, E.M.; VENTURA, M.V.A. Drone aplicado na cultura digital. **Ipê Agronomic Journal**, v.3, n.1, p.14-18, 2019.

ARAÚJO, G.A.A.; SILVA, A.A.; THOMAS, A.; ROCHA, P.R.R. Misturas de herbicidas com adubo molíbdico na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.237-247, 2008.

ARRUDA, R.C.; MENDES JÚNIOR, A.A.; RAMOS, W. Legislação ambiental aplicável à aviação agrícola: aspectos civis e criminais. **5ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu**, Botucatu, 2016.

BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y.; BERNARDI, A.C.C.; VAZ, C.M.P.; SPERANZA, E.A.; CRUVINEL, P.E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, São Paulo, n.20, p.17-36, 2019.

BASTOS, J.C.F.; CUNHA, F.N.; RIBEIRO, N.L.; SILVA, N.F.; ROCHA, A.C.; TEIXEIRA, M.B. Resposta do feijão azuki à adubação nitrogenada sob irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.7, p.349-357, 2013.

BERNARDO, R.; JÚNIOR, V.M.C.; DENADAI, M.S. Uso de drones para aplicações de defensivos agrícolas. **8ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu**, Botucatu, 2019.

BOLFE, E.L.; BARBEDO, J.G.A.; MASSRUHÁ, S.M.F.S.; SOUZA, K.X.S.; ASSAD, E.D. Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. **Agricultura Digital**, Embrapa, Brasília, p.380-406, 2020.

CARVALHO, B.R.; OLIVEIRA, M.H.; CUNHA, T.N.; OLIVEIRA, L.C. Drone para pulverização agrícola e de inseticidas. **III Encontro de desenvolvimento de processos agroindustriais**, Uberaba, 2019.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2022/23 - primeiro levantamento**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 02 de outubro de 2022.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. **Tabela de Dados – Produção e Balanço de Oferta e Demanda de Grãos - 4º Levantamento – Safra 2022/23**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/45924_1cb2484b569a8eb32aad9bfc5900a386>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2023.

DUTTA, G.; GOSWAMI, P. Application of drone in agriculture: a review. **International Journal of Chemical Studies**, Haringhata, v.8, p.181-187, 2020.

ESPERIDIÃO, T.L.; SANTOS, T.C.; AMARANTE, M.S. Agricultura 4.0: Software de Gerenciamento de Produção. **Mogi das Cruzes: Pesquisa e Ação**, Mogi das Cruzes, v.5, 2019.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J.L.V.; ALÉCIO, M.R.; ALVES, S.B. Feijão. In: SILVA, N.M.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R.A. (ED.). **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**. Embrapa, 2016. p.323-343.

GALON, L.; WINTER F.L.; FORTE, C.T.; AGAZZI, L.R.; BASSO, F.J.M.; HOLZ, C.M.; PERIN, G.F. Associação de herbicidas para o controle de plantas daninhas em feijão do tipo preto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.4, p.268-278, 2017.

GARCIA, S.H.; ROZZETTO, D.S.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.11, n.1, p.34-41, 2012.

GRIESANG, F.; FERREIRA, M.C. Tecnologia de Aplicação para Herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Ed.). **Matologia: Estudos Sobre Plantas Daninhas**. Jaboticabal, 2021. p.428-449.

IWM. Imperial War Museums. **Rockets and Missiles**. Disponível em: <<https://www.iwm.org.uk/collections/item/object/205192896>>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

KALSING, A.; VIDAL, R.A. Nível crítico de dano de papuã em feijão-comum. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.4, p.843-850, 2013.

KLIDZIO, A.M.; KAGEYAMA, M.H.A.; OLIVA, S.H.; SILVEIRA, S.O. Uso de drones em logística. **XI FATECLOG: Os Desafios da Logística Real no Universo Virtual**, Bragança Paulista, 2020.

LAI, R.L.D.L.; RIBEIRO, S.R.S.; BARROSO, A.A.M.; SCHUSTER, M.Z. Ecologia De Populações e Comunidades de Plantas Daninhas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Ed.). **Matologia: Estudos Sobre Plantas Daninhas**. Jaboticabal, 2021. p.38-59.

LAN, Y.; SHENGDE, C.; FRITZ, B.K. Current status and future trends of precision agricultural aviation technologies. **Int J Agric & Biol Eng**, v.10, n.3, 2017.

LEHNER, M.S.; PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; LIMA, R.C.; SILVA, R.A.; SOARES, B.A.; NASCIMENTO, M.; CARNEIRO, J.E.S. Potencial de herbicidas para o controle de patógenos de solo do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.1, p.117-123, 2014.

LIMA, A.R.S.; SILVA, J.A.S.; SANTOS, C.M.G.; CAPRISTO, D.P. Agronomic performance of common bean lines and cultivars in the Cerrado/Pantanal ecotone region. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, 2020.

LIMA, M.F.; GORNI, G.R.; RIBEIRO, M.L. Avaliação da toxicidade do fungicida pirimetanil, utilizando a espécie *Eisenia fetida* (Oligochaeta: lumbricidae). **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v.21, n.2, p.57-65, 2018.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **História da aviação agrícola**. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/historia-da-aviacao-agricola>>. Acesso em 15 de janeiro de 2023.

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; LEITE, M.A.A.; JUNIOR, A.L.; EVANGELISTA, S.R.M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. **Agricultura Digital**, Embrapa, Brasília, p.20-45, 2020.

MENDES, K.F.; SILVA, A.A. **Plantas Daninhas: Biologia e manejo**. São Paulo: Oficina de Textos, v.1, 2022.

MION, R.L.; HOLANDA, A.S.; BARROSO, S.H.A.; SILVA, S.A.T. Tensões aplicadas no solo pelas diferentes pressões do pneu de um trator agrícola. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.63-77, 2016.

MORAES, E.S.; MENELAU, A.S. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de Política Agrícola**, p.81-92, 2017.

OLIVEIRA, A.J.; SILVA, G.F.; SILVA, G.R.; SANTOS, A.A.C.; CALDEIRA, D.S.; VILARINHO, M.K.C.; BARELLI, M.A.A.; OLIVEIRA, T.C. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.9, p.64140-64149, 2020.

OLIVEIRA, P.M.; FORNAZIER, A.; SILVA, A.M.; PONCIANO, N.J. Tecnologia na agricultura brasileira: uma análise das desigualdades regionais para os segmentos familiar e não familiar. **Revista Econômica do Nordeste**, FORTALEZA, v.49, n.3, p.147-169, 2018.

OLIVEIRA, R.S.; BIFFE, D.F.; MACHADO, F.G.; SILVA, V.F.V. Mecanismos de ação dos herbicidas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Ed.). **Matologia: Estudos Sobre Plantas Daninhas**. Jaboticabal, 2021. p.170-204.

OLIVEIRA, V.C.; DALCHIAVON, F.C. Investimentos na aplicação de defensivos agrícolas na região do Médio-Norte do estado Matogrossense. **Revista de Ciências Agrárias**, Campo Novo do Parecis, v.42, n.1, p.283-293, 2019.

PATHAK, K.; KUMAR, G.A.K.; MOHOPATRA, S.D.; GAIKWAD, B.B.; RANE, J. Use of Drones in Agriculture: Potentials, Problems and Policy Needs. **ICAR-National Institute of Abiotic Stress Management**, 2020.

PESSÔA, U.C.M.; OLIVEIRA, K.J.A.; SOUZA, A.S.; PIMENTA, T.A.; MUNIZ, R.V.S.; ARAÚJO NETO, A.G. Desempenho fisiológicos e crescimento do feijão-caupi,

sob manejos de plantas daninhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.12, n.2, p.246-250, 2017.

PINHEIRO, R.M.; GADOTTI, G.I.; MONTEIRO, R.C.M.; BERNARDY, R. Inteligência artificial na agricultura com aplicabilidade no setor sementeiro. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v.6, n.3, p.2996-3012, 2021.

RIBEIRO, J.G., MARINHO, D.Y.; ESPINOSA, J.W.M. Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. **Simpósio de Engenharia de Produção**, Catalão, 2018.

ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; FREIRE FILHO, F.R.; MENEZES JUNIOR, J.A.N. **Cultivo de Feijão-Caupi**. Embrapa Meio-Norte, ISSN 1678-8818 2, 2017.

SALOMÃO, P.E.A.; FERRO, A.M.S.; RUAS, W.F. Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v.9, n.2, 2019.

SALVADOR, C.A. **Prognóstico Feijão – Novembro de 2020**. DCA/DERAL Departamento de Economia Rural, 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-09/feijao_2021.pdf>. Acesso em 23 de setembro de 2022.

SAUSEN, D.; MARQUES, L.P.; BEZERRA, L.O.; SILVA, E.S.; CANDIDO, D. Biologia aplicada ao manejo de plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.5, p.23150-23169, 2020.

SCHIESSEL, J.J.; MELLO, G.R.; SCHMITT, J.; PASTORELLO, L.F.; BRATTI, F.; OLIVEIRA NETO, A.M.; GUERRA, N. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.18, n.4, p.430-437, 2019.

SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E.A. Métodos de Controle de Plantas Daninhas. **Controle de Plantas Daninhas**, Brasília, p.11-33, 2005.

SILVA, A.F.M.; GIRALDELI, A.L.; SILVA, G.S.; ARAÚJO, L.S.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; VICTÓRIA FILHO, R. Introdução à Ciência das Plantas Daninhas. In: BARROSO, A.A.M.; MURATA, A.T. (Ed.). **Matologia: Estudos Sobre Plantas Daninhas**. Jaboticabal, 2021. p.07-37.

SILVA, F.S.; WANDER A.E. **O Feijão-Comum no Brasil: Passado, Presente e Futuro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63p.

SILVA, L.M.; REIS, E.M.B.; SANTOS, B.R.C.; PINEDO, L.A.; MONTAGNER, A.E.A.D.; ARÉVALO, B.R.S.; SANTOS, A.M.P.; MAIA, G.F.N. Controle químico de plantas daninhas com diferentes dosagens de herbicida a base de fluroxipir+picloram. **Research, Society and Development**, v.11, n.12, 2022.

SILVA, W.R.; ALMEIDA, J.C.G.; OLIVEIRA, E.F.; NETO, E.R.; YNOGUTI, C.A.; HENRIQUES, J.P.C. Manufatura avançada para produção agrícola usando inteligência artificial e IoT. **Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente**, Ouro Preto, p.1908-1913, 2019.

SOUZA, G.S.; SOUZA, Z.M.; SILVA, R.B.; ARAÚJO, F.S.; BARBOSA, R.S. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.603-612, 2012.

SOUZA, K.X.S.; OLIVEIRA, S.R.M.O.; MACÁRIO, C.G.N.; ESQUERDO, J.C.D.M.; MOURA, M.F.; LEITE, M.A.A.; LIMA, H.P.; CASTRO, A.; TERNES, S.; YANO, I.H.; SANTOS, E.H. Agricultura digital: definições e tecnologias. **Agricultura Digital**, Embrapa, Brasília, p.46-67, 2020.

TAVARES, T.C.O.; SOUZA, S.A.; LOPES, M.B.S.; VELOSO, D.A.; FIDELIS, R.R. Divergência genética entre cultivares de feijão comum cultivados no estado do Tocantins. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.5, n.3, p.76-82, 2018.

TELLES, T.S.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; RIGHETO, A.J.; RIBEIRO, M.R. Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil. **IPEA - Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, 2021.

VALE, N.M.; BARILI, L.D.; ROZZETO, D.S.; STINGHIN, J.C.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; KÖOP, M.M. Avaliação para tolerância ao estresse hídrico em feijão. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.25, n.3, p.135-144, 2012.

WENDLAND, A.; LOBO JUNIOR, M.; FARIA, J.C. Manual de Identificação das Principais Doenças do Feijoeiro-Comum. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, 2018.

YAMAHA. **Precision Agriculture - RMAX**. Disponível em: <<https://www.yamahamotorsports.com/motorsports/pages/precision-agriculture-rmax>>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

ZHOU, Z.; MING, R.; ZANG, Y.; HE, X.; LUO, X.; LAN, Y. Development status and countermeasures of agricultural aviation in China. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v.33, n.20, 2017.

ZIPPERER, M.; MINOTTO, E.; GELINSKI, J.M.L.N.; BARATO, C.M.; GEREMIAS, R. Isolamento e seleção de fungos de solo de cultivo de videiras contaminado com dicarbamato para biorremediação. **Anuário pesquisa e extensão UNOESC Videira**, v.5, p.e26136-e26136, 2020.