



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

LUCAS DA SILVA GUIMARÃES

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA:
Uma Revisão Bibliográfica

URUÇUÍ - PI
2023

LUCAS DA SILVA GUIMARÃES

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA:
Uma Revisão Bibliográfica

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite

URUÇUÍ - PI

2023

ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA:

Uma Revisão Bibliográfica

Lucas da Silva Guimarães¹

Wallace de Sousa Leite²

RESUMO

A produtividade de grãos da soja é muito influenciada pela interferência de plantas daninhas. Estas podem afetar a partir do estabelecimento da densidade de plantas desejada da cultura até a colheita dos grãos, devido a dificuldades na operação final. Contudo, a soja em convivência com plantas daninhas, tem o seu crescimento e desenvolvimento mais prejudicado durante a fase vegetativa (entre 20 a 50 dias após a emergência), considerado o período crítico de interferência das plantas daninhas na soja, devido a intensa competição por recursos como água, luz e nutrientes, causando sérios danos econômicos quando não manejadas corretamente. A presente revisão teve como objetivo discutir a importância da interferência de plantas invasoras, bem como relatar as principais estratégias e ferramentas de manejo que possam garantir maior flexibilização e eficiência no controle de plantas daninhas na soja. A aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas na soja, ainda é a prática mais adotada pelos produtores. No entanto, a aplicação sucessiva de determinados ingredientes ativos pode levar ao desenvolvimento de plantas resistentes, diminuindo a eficácia dos produtos, aumentando os custos de produção, além de possíveis danos ambientais e risco a segurança alimentar das populações. O uso das estratégias e ferramentas de manejo integradas, é determinante para a obtenção de maior eficiência na redução do nível de interferência de plantas daninhas na soja. Tais medidas de manejo, são chaves e podem minimizar o surgimento de invasoras com resistência à herbicidas, além de auxiliar na manutenção da vida útil das biotecnologias disponíveis.

Palavras-Chaves: biotecnologias na soja, matologia, *Glycine max*, manejo pós-emergente, resistência à herbicidas

ABSTRACT

Soybean grain productivity is greatly influenced by weed interference. These can affect everything from establishing the desired plant density of the crop to grain harvesting, due to difficulties in the final operation. However, soybeans in coexistence with weeds have their growth and development most impaired during the vegetative phase (between 20 and 50 days after emergence), considered the critical period of weed interference in soybeans, due to intense competition for resources such as water, light and nutrients, causing serious economic damage when not managed correctly. The present review aimed to discuss the importance of interference from invasive plants, as well as report the main strategies and management tools that can guarantee greater flexibility and efficiency in the control of weeds in soybeans. The application of herbicides to control weeds in soybeans is still the practice most adopted by producers. However, the successive application of certain active ingredients can lead to the

¹Graduando em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal do Piauí - *campus* Uruçuí. E-mail: lucasguimaraes.0342@gmail.com.

²Doutor em Agronomia - produção vegetal, professor e coordenador de pesquisa e inovação, Instituto Federal do Piauí - *campus* Uruçuí. E-mail: wallace.leite@ifpi.edu.br.

development of resistant plants, reducing the effectiveness of the products, increasing production costs, in addition to possible environmental damage and risking food security for populations. The use of integrated management strategies and tools is crucial to achieving greater efficiency in reducing the level of weed interference in soybeans. Such management measures are key and can minimize the emergence of weeds with resistance to herbicides, in addition to helping to maintain the useful life of available biotechnologies.

Keywords: biotechnologies in soybeans, matology, Glycine max, post-emergence management, herbicideresistance

Data de aprovação: ____/____/____ (data de apresentação do TCC)

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa originária da Ásia que apresenta uma grande importância para a economia mundial. No Brasil, a cultura é cultivada em várias regiões, o que contribui para o país se consolidar como o maior produtor e exportador mundial do grão (Usda, 2023). A produção nacional de grãos de soja alcançou 154,6 milhões de toneladas no ano agrícola 2022/23, 23,6% superior a produção nacional obtida na safra 2021/22, em uma área cultivada de 44,07 milhões de hectares, alcançando uma produtividade média de grãos de 3.508 kg ha⁻¹ (Conab, 2023).

Embora o país apresente um elevado potencial para a produção de soja, é importante destacar que vários fatores podem influenciar a produtividade das lavouras, sendo bem comum a interferência de fatores tanto de natureza biótica quanto abiótica (variações climáticas), podem influenciar negativamente a produtividade das lavouras. As plantas daninhas estão entre os fatores bióticos de maior preocupação, pois caracterizam-se como redutores do nível médio da produtividade, o que se torna um desafio importante para a sojicultura e exigem um manejo criterioso e estratégico para evitar e/ou minimizar seus efeitos nas lavouras (Silva, 2022).

Plantas daninhas refere-se a todas as plantas que interferem no desenvolvimento daquelas cultivadas, e que atuam de forma negativa nas atividades humanas, sendo consideradas como plantas indesejadas (Karam; Melhorança, 2006). Estas podem incluir uma variedade de espécies, tanto gramíneas como dicotiledôneas, o que dificulta mais ainda o controle eficiente destas, uma vez que competem com a cultura principal por recursos como água, luz e nutrientes, além de, algumas daninhas específicas, serem hospedeiras de pragas e doenças.

De modo geral, os herbicidas têm sido historicamente dominantes em muitos sistemas agrícolas em comparação com outros métodos de controle. Isso se deve a vários fatores, incluindo eficácia, praticidade e eficiência econômica (Toledo, 2017). Os herbicidas são aplicados para o controle de plantas daninhas que competem com a cultura da soja por recursos como água, nutrientes e luz, afetando o desenvolvimento e a produtividade das plantas (Silva Neto, 2021).

No entanto, é importante destacar que o uso excessivo e inadequado de herbicidas pode levar a problemas ambientais, como a resistência de plantas orgânicas, contaminação de águas e impactos na saúde humana. Além disso, o uso não racional e contínuo de um mesmo princípio ativo com o mesmo modo e mecanismo de ação pode levar ao desenvolvimento de resistência em populações (Valle; Belinato; Martins, 2015). Este processo limita o alcance de produtividades elevadas na cultura, ocasionando um acréscimo nos custos de produção e inviabilizando a aplicação de determinados herbicidas (Karam *et al.*, 2018).

Existem vários grupos químicos de herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas, mas segundo Karam *et al.*, (2018), há somente 26 mecanismos de ação conhecidos. Os mais comuns são inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), inibidores da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), inibidores da ação da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase), inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO) e os auxínicos sintéticos, que interferem na síntese de aminoácidos essenciais, na síntese de lipídeos, na produção de clorofila e na divisão celular das plantas daninhas, respectivamente, são exemplos da ação específica sobre o alvo que estas substâncias visam a combater (Heap, 2021).

O uso integrado de diversas medidas de manejo, culturas transgênicas com resistência a até três herbicidas, é fundamental para melhorar a sustentabilidade e a eficácia das práticas agrícolas modernas. Essa abordagem contribui para a preservação das características biotecnológicas das culturas, ao mesmo tempo em que promove sistemas agrícolas mais resilientes, diversificados e ambientalmente sustentáveis.

Além disso, conhecimento das principais moléculas de defensivos utilizadas, bem como os modos e mecanismos de ação desses compostos, é fundamental para o planejamento e a implementação de um programa de rotação eficiente e eficaz, que permita a produção sustentável de soja e a manutenção da competitividade no mercado global. A presente revisão teve como objetivo discutir a importância da interferência de plantas invasoras, bem como relatar as principais estratégias e ferramentas de manejo que possam garantir maior eficiência no controle de plantas daninhas na cultura da soja.

2. METODOLOGIA

Foi realizada uma análise literária sistemática, cuja finalidade foi escolher, reunir e consolidar as informações relevantes quanto as estratégias de manejo de plantas daninhas na cultura da soja. A seleção dos temas foi em artigos científicos, dissertações e teses disponíveis nas plataformas Scopus, Web of Science, CAB Abstracts, SCIENCE DIRECT, SCIELO (ScientificElectronic Library Online), ERIC (Educational Resources Information Center), google acadêmico, Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de NívelSuperior) e a BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações). Nesta pesquisa foram utilizados critérios de inclusão dos artigos, sendo eles, prioritariamente de pesquisas publicadas nos últimos 10 anos (2013 a 2023), com exceção de temas e conceitos considerados fundamentais, pois representam os pilares da Ciência das plantas daninhas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Botânica, características morfológicas e fenológicas da Soja

A soja (*Glycine max* (L.) pertencente à família das leguminosas (Fabaceae) é amplamente cultivada em todo o mundo devido ao seu valor nutricional e em várias aplicações, desde a alimentação humana e animal até a produção de óleo e produtos industriais. O ciclo da cultura varia de acordo com a cultivar, podendo ser de ciclo precoce, médio e tardio, que dependendo do grupo de maturação, se estende de 90 a 150 dias (Trentin, 2013).

Em relação à fenologia, a soja possui duas fases fenológicas, a vegetativa, que vai da emergência (VE) ao enésimo trifólio completamente desenvolvido (VN), e o reprodutivo, que vai de R1 (início dos botões florais) ao R8 (maturação plena da cultura). Estes estádios fenológicos da soja são essenciais para o manejo da cultura, permitindo aos agricultores adotarem práticas agrícolas adequadas em cada fase, como a aplicação de fertilizantes, supervisão, controle de ervas daninhas, pragas e doenças, e determinar o momento ideal para a colheita, direcionar a administração de altos rendimentos (Trentin *et al.*, 2013). O acompanhamento do periódico da lavoura é imprescindível, principalmente durante o período crítico de estabelecimento da cultura, que geralmente dura desde a emergência até o fechamento de linha ou de 30 a 50 dias após a semeadura, podendo variar de acordo com a cultivar e as condições edáficas locais (AGOSTINETTO *et al.*, 2015).

3.2 Importância do controle de plantas daninhas na produção da cultura da soja

O controle de plantas daninhas é fundamental na produção da cultura da soja por vários motivos, pois competem com a soja por recursos essenciais, como água, nutrientes e luz solar, além de, em alguns casos, serem hospedeiras de pragas e patógenos que poderão desencadear outros prejuízos de danos econômicos mais expressivos. Assim, o controle eficaz de plantas específicas na produção de soja é essencial para maximizar o rendimento da cultura, garantir a qualidade do produto e reduzir os custos de produção, contribuindo para o sucesso econômico e ambiental da atividade agrícola (Donini, 2019).

3.3 Plantas daninhas que afetam a cultura da soja no Cerrado

As plantas daninhas mais comuns na cultura da soja no cerrado brasileiro podem variar de acordo com a localização exata, as condições climáticas e as práticas agrícolas específicas. Porém, as mais frequentemente observadas em lavouras de soja são: vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), trapoeraba (*Commelia benghalensis* L.), papua (*Brachiaria plantaginea*), apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), picão-preto (*Bidens pilosa*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), caruru (*Amaranthus viridis*), capim-timbete (*Cenchrus echinatus*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e capim-colchão (*Digitaria* spp.) (Gazziero et al., 2015; Diniz, 2019). Algumas plantas daninhas de interesse agrônomo serão apresentadas nas imagens a seguir:



Figura 1. Vassourinha-de-botão



Figura 2. Trapoeiraba



Figura 3. Guanxuma



Figura 4. Caruru



Figura 5. Capim-amargoso



Figura 6. Capim colchão



Figura 7. Capim-carrapicho



Figura 8. Capim-pé-de-galinha

3.4 Resistência de plantas daninhas a herbicidas

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é considerada um dos maiores desafios para o cultivo da soja e de outras culturas anuais extensivas na atualidade. Desde a introdução do 2,4-D como primeiro herbicida seletivo em 1947, os herbicidas tiveram um grande impacto positivo no manejo de plantas daninhas em todo o mundo, surgindo também a resistência de plantas daninhas aos herbicidas logo após a introdução dos herbicidas. O fenômeno da resistência pode ser definido como a sobrevivência de um segmento da população de uma

espécie de planta daninha após uma dose de herbicida letal para a população normal (Penner, 1994), ou é um fenômeno que ocorre como resultado de alterações hereditárias nos processos bioquímicos que permitem a sobrevivência das espécies de plantas daninhas quando tratadas com um herbicida (Preston; Mallory-Smith, 2001). Também, pode ser definido como a capacidade de uma população sobreviver e reproduzir-se, mesmo após receber a aplicação da dose, recomendada na bula, de herbicida que normalmente seria letal a essa espécie (Markus et al., 2021).

Nesse contexto, existem mutações raras que conferem resistência a herbicidas em populações selvagens/ervas daninhas antes de qualquer introdução de herbicida. Essas mutações aumentam ao longo do tempo, após cada aplicação de herbicida, até se tornarem predominantes, momento em que a população de ervas daninhas é chamada de resistente (Heap, 2014). A resistência de plantas invasoras é um fenômeno que tem chamado a atenção de cientistas e profissionais no manejo de ecossistemas. Devido à capacidade de adaptação desses organismos, o controle dessas espécies torna-se um desafio crescente. As plantas invasoras são espécies não desejadas que competem com as plantas cultivadas por recursos e espaço, e podem causar impactos negativos nos ecossistemas.

Uma das características que as tornam invasoras é a capacidade de desenvolver resistência ou tolerância a herbicidas (Heap, 2021). Existem três tipos de resistências, cada uma com suas especificidades, a simples (planta daninha resistente a um herbicida); a cruzada (dois ou mais herbicidas de um único mecanismo de ação) e a múltipla (resistente a dois ou mais herbicidas de mecanismos de ação diferentes).

Tabela 1 - Tipos de resistência de plantas daninhas a herbicidas.

TIPOS	Situação	Exemplos
Simple s	Planta daninha é resistente a herbicidas de um mesmo grupo herbicida.	Sulfonilureias
Cruzada	Planta daninha ser resistência a dois ou mais herbicidas de um único mecanismo de ação pertencentes a diferentes grupos químicos.	Pyridazinones e Sulfonilureias
Múltipla	Planta daninha apresenta resistência a dois ou mais herbicidas com diferentes mecanismos de ação.	EPSPS e ALS

Fonte: (Karam et al., 2018)

A resistência pode ser definida como a capacidade de uma planta em sobreviver e se reproduzir após exposição a uma dose de herbicida indicada na bula que normalmente seria letal para a maioria dos indivíduos da mesma espécie (Heap, 2021). Tolerância é quando a

planta daninha suporta uma dose de herbicida que normalmente seria letal para a maioria das plantas de espécies diferentes.

Espécies como trapoeraba (*Commelina spp.*), corda-de-viola (*Ipomoea spp.*) erva-quente (*Spermacoce latifolia*) e poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), são alguns exemplos de plantas daninhas que apresentam níveis diferenciados de tolerância aos herbicidas inibidores da enzima EPSPs, a base de glifosato, enquanto buva (*Conyza spp.*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e azevém (*Lolium multiflorum*), dentre outras, eram sensíveis e adquiriram resistência ao mesmo grupo de herbicida (Karam *et al.*, 2018). Desde os anos 70, o glifosato tornou-se uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas. Porém, seu uso intensivo selecionou algumas espécies resistentes ou tolerantes Corteva (2021). Na Tabela 1 podem ser visualizados relatos de ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil.

Tabela 2 – Relatos de ocorrência de plantas daninhas resistentes a herbicidas no Brasil.

Espécie	Nome comum	Mecanismo de ação	Princípio ativo	Ano
<i>Urochloa plantaginea</i>	Capim-marmelada	ACCCase (A/1)	Haloxyfop	1997
<i>Cyperus difformis</i>	Tiririca	ALS (B/2)	Imazapic	2000
<i>Fimbristylis miliacea</i>	Cuminho	ALS (B/2)	Chlorimuron	2001
<i>Digitaria ciliaris</i>	Milhã	ACCCase (A/1)	Fluazifop	2002
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro	ALS (B/2) / Inibidores de Protox	Diclossulam / Flumioxazin	2004
<i>Conyza canadensis</i>	Buva	EPSPS (G/9)	Glifosato	2005
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Aguapé-de-flexa	ALS (B/2) / (FSII) ligantes de histidina 215 (C3/6)	Metsulfuron / Metribuzin	2009
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	ACCCase (A/1) /EPSPS (G/9)	Fluazifop/ Glifosato	2010
<i>Amaranthus viridis</i>	Caruru	ALS (B/2) / (FSII)	Imazamox / Atrazina	2011

		ligantes da serina 264 (C1 C2/5)		
<i>Cyperus iria</i>	Tiririca do brejo	ALS (B/2)	Oxasulfuron	2014
<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	Capim-arroz	ACCCase (A/1) / ALS (B/2) / Inibição da Síntese de Celulose (L/26)	Clefoxydim / Imazapyr	2015
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto	ALS (B/2) / (FSII) ligantes da serina 264 (C1 C2/5)	Imazetapir / Atrazina	2016
<i>Conyza sumatrensis</i>	Buva	ALS (B/2) / EPSPS (G/9) / (FSI) / (FSII) / Inibidores de Protox / Mimetizadores de auxinas	Imazaquin / Glifosato / Diquat / Terbutilazina / Lactofen / Dicamba	2017
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	ACCCase (A/1) / EPSPS (G/9)	Cletodin / Glifosato	2017
<i>Amaranthus hybridus</i> (syn: <i>quitensis</i>)	Caruru-roxo	ALS (B/2) / EPSPS (G/9)	Imazetapir / Glifosato	2018
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	ACCCase (A/1) / EPSPS (G/9)	Cletodin / Glifosato	2020
<i>Bidens subalternans</i>	Picão-preto	EPSPS (G/9)	Glifosato	2023
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Sagitária	Mimetizadores de auxinas	Florpyrauxifen-benzil	2023

(Heap, 2024)

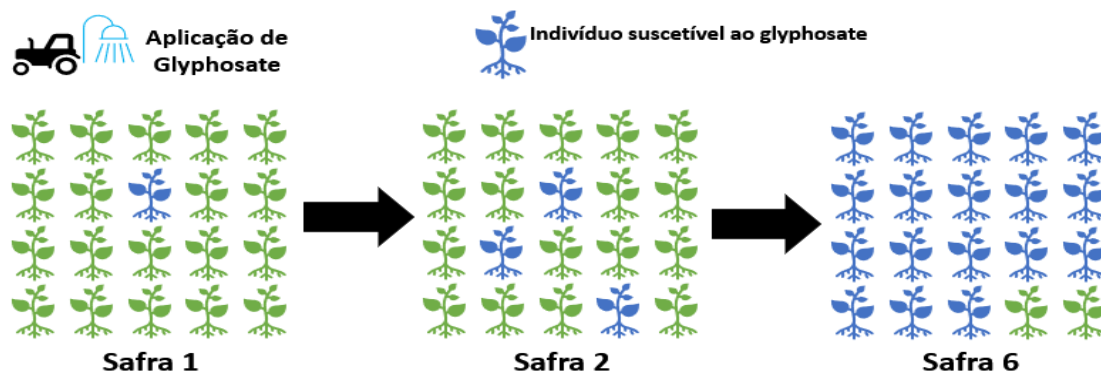


Figura 9 - Aumento da frequência do biótipo resistente devido aplicações repetidas do mesmo princípio ativo. Fonte: (Agroadvance, 2021).

Várias estratégias podem ser empregadas no controle de plantas daninhas, que vão além da alternância de princípios ativos de herbicidas, alternativas que bem adotadas podem fazer grande diferença no manejo eficiente de plantas daninhas na cultura da soja.

4. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

O manejo de plantas daninhas na cultura da soja é fundamental para garantir o desenvolvimento saudável da cultura e maximizar a produtividade de grãos da lavoura. O manejo integrado de plantas daninhas, combinado às práticas agrícolas, químicas e biológicas, é a estratégia mais recomendada para minimizar os danos econômicos causados pelas plantas invasoras (Reis, 2023), além de ser uma tática essencial para o manejo sustentável deste agente competidor da cultura da soja, contribuindo para a preservação da eficácia dos defensivos agrícolas e a redução dos impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. Assim, foram desenvolvidas várias estratégias a fim de mitigar os danos econômicos causados pelas invasoras.

Visando um manejo eficiente e sustentável, a adoção de várias estratégias de manejo integrada como rotação de culturas, cobertura do solo, controle mecânico, tecnologia de agricultura de precisão, adoção de cultivares resistentes a herbicidas, monitoramento e tomada de decisões baseadas em dados estão entre as principais forma de controles, diminuindo a dependência do método de controle químico, além se fortalecer os sistemas de produções agrícolas. Neste cenário, a alternância de princípios ativos distintos em um programa de manejo pode diminuir a pressão seletiva sobre as populações desse agente, contribuindo, assim, para uma maior sustentabilidade no sistema de produção. Essa abordagem tem sido sugerida como uma estratégia para evitar ou retardar o surgimento de resistência, ao mesmo tempo em que

minimiza os efeitos adversos no meio ambiente e na saúde humana (Brunharo; Christoffoleti; Nicolai, 2014).

4.1. Controle preventivo

O controle preventivo de plantas específicas na cultura da soja é crucial para reduzir a competição por recursos como luz, água, nutrientes e espaço, permitindo um crescimento saudável e uma melhor produtividade da soja. A dispersão das plantas invasoras geralmente ocorre devido às atividades humanas, como o uso de maquinaria agrícola, animais e sementes contaminadas. Medidas preventivas, como a limpeza minuciosa de máquinas e equipamentos, juntamente com o controle de invasoras, impedem a produção de sementes e/ou estruturas reprodutivas, prevenindo, assim, a disseminação dessas espécies (Barbosa; Santiago, 2013.)

4.2. Controle cultural

O controle cultural de plantas envolve a implementação de práticas agrícolas que visam reduzir a germinação, o crescimento e a propagação das plantas indesejadas de forma natural, sem depender principalmente do uso de produtos químicos (Martins; Golçalves; Silva Junior, 2016). Essas práticas visam criar condições desfavoráveis para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas específicas. Além disso, ajuda a promover o desenvolvimento saudável das culturas desejadas (Agostinetto *et al.*, 2015).

Algumas estratégias de controle cultural incluem: a) Densidade de plantio e espaçamento adequado: o plantio com densidade e espaçamento corretos pode criar uma cobertura mais densa do dossel da cultura, reduzindo a luz disponível para as plantas orgânicas e inibindo seu crescimento; b) Adubação e manejo de nutrientes: o manejo adequado de nutrientes favorece o desenvolvimento das culturas desejadas, tornando-se mais competitivo em relação às plantas específicas; c) Manejo da supervisão: uma supervisão adequada ajuda a garantir que as culturas desejadas recebam a quantidade necessária de água, enquanto as plantas específicas podem ser menos tolerantes às condições de estresse hídrico; d) Preparo do solo: técnicas de preparação do solo, como a aração e gradagem, podem enterrar sementes de plantas específicas, impedindo sua germinação; e) Uso de cultivares competitivas: seleção e cultivo de variedades de culturas que são naturalmente mais competitivas e possuem uma taxa de crescimento rápida, minimizando o espaço e recursos disponíveis para as plantas fluorescentes; f) Uso de sementes de alta qualidade: a pureza e qualidade fisiológica da semente são fundamentais na prevenção de plantas invasoras, uma vez que esta está associada a fatores como germinação e vigor que auxiliam num mais rápido estabelecimento da lavoura, e aquela diz respeito a não presença de sementes de daninhas que poderão a vir se propagar na área da cultura.

4.3. Uso de cobertura morta

O uso de cobertura morta, também conhecido como mulching, é uma estratégia eficaz no controle de plantas específicas na agricultura, inclusive na cultura da soja. Essa técnica envolve a aplicação de uma camada de material orgânico (como palha, folhas, restos de culturas, casca de árvores, entre outros) sobre o solo ao redor das plantas de soja.

A cobertura morta atua como uma barreira física que impede a germinação de sementes de plantas específicas, suprimindo seu crescimento e competindo com as plantas de soja. Além disso, ela oferece diversos benefícios, tais como: redução da incidência de plantas específicas, retenção de umidade, melhoria da estrutura do solo e controle de temperatura do solo. A escolha do tipo de material de cobertura morta pode variar de acordo com a disponibilidade e as condições locais. Contudo, é essencial garantir que a camada de cobertura morta seja aplicada de forma adequada, cobrindo uniformemente o solo ao redor das plantas de soja e evitando o acúmulo excessivo que possa impedir a emergência das próprias plantas cultivadas.

A cobertura permanente do solo é uma técnica complementar que, quando combinada com outras práticas de manejo integradas de plantas específicas, pode ajudar a reduzir significativamente a presença e o impacto dessas plantas invasoras na lavoura de soja. O plantio direto é o principal exemplo desta prática que está se consolidando cada vez mais, diminuindo os custos operacionais, com herbicidas, bem como com fertilizantes de forma indireta (Salomão, 2023).

4.4. Uso do sistema de rotação de culturas

O sistema de rotação de culturas é uma estratégia agrícola usada para diversos propósitos, incluindo o controle de plantas específicas na cultura da soja. O plantio rotativo de diferentes culturas em uma determinada área durante diferentes estações tem vários benefícios no controle de daninhas. Na cultura da soja, isso pode ser especialmente útil devido à natureza da rotação e à diversificação do ambiente agrícola. No entanto, na maioria dos casos, a rotação é negligenciada, pois é comumente adotada a sucessão, principalmente soja e milho safrinha (Migliavacca, *et al.*, 2014)

4.5. Eventos biotecnológicos de resistência a herbicida na soja

Eventos biotecnológicos de resistência a herbicidas na soja referem-se a tecnologias geneticamente modificadas que conferem resistência a certos herbicidas. Essa é uma estratégia chave na agricultura moderna, especialmente na produção de soja, e que permitiu avanços significativos no controle de plantas daninhas, de forma fácil, flexível e eficiente. Atualmente,

existem três tecnologias principais de resistência à herbicidas na soja, são as biotecnologias: Roundup Ready® (RR), Intacta 2 Xtend® (I2X) e Enlist E3® (E).

Cultivares de soja com a biotecnologia Roundup Ready, são resistentes ao glifosato. Esse evento biotecnológico foi desenvolvido pela Monsoy (marca da Bayer), um dos exemplos mais proeminentes. Uma soja geneticamente modificada para ser resistente ao herbicida glifosato permite que os agricultores apliquem o glifosato sobre uma plantação sem prejuízo para a soja. Isso simplifica o controle de plantas daninhas, pois os agricultores podem aplicar o herbicida de amplo espectro para eliminar as ervas indesejadas sem afetar a soja resistente. Além da soja resistente ao glifosato, outras cultivares transgênicas de soja foram desenvolvidas com resistência a outros herbicidas com mecanismos de ação diferentes.

As cultivares de soja com a biotecnologia Intacta 2 Xtend® e tecnologia Xtend® são tolerantes ao herbicida dicamba e glifosato, conferindo maior flexibilidade ao manejo de plantas daninhas. Assim, essa biotecnologia associada ao dicamba apresenta eficiência no manejo de plantas daninhas de folhas largas, como a buva, o caruru, a corda-de-viola, o picão-preto, dentre outras, sendo uma ferramenta importante no manejo de plantas daninhas que apresentam resistência ao herbicida glifosato (Embrapa, 2021).

Com o surgimento da biotecnologia Intacta 2 Xtend® o produtor passa a contar com uma nova ferramenta para manejo de resistência de plantas daninhas, com a opção de uso do herbicida dicamba (além do glifosato), podendo ser aplicado na dessecação (antes da semeadura ou até o plantio) ou em pós-emergência (Bayer, 2021).

A biotecnologia Enlist E3, é outra ferramenta disponível que contribui para o manejo eficiente de plantas daninhas na soja. Lançada na safra 2022/2023, essa plataforma apresenta tolerância tanto ao glifosato quanto ao glufosinato de amônio e ao 2,4-D (Corteva, 2021). As cultivares de soja Enlist E3® permitem a aplicação dos herbicidas Enlist® Colex-D® (novo 2,4-D sal colina), glifosato e glufosinato de amônio na dessecação pré-plantio, plante-aplique ou aplique-plante e na pós-emergência da soja, possibilitando uma maior flexibilidade e eficiência no manejo das plantas daninhas (Corteva, 2021).

Os eventos biotecnológicos são essenciais no manejo pós-emergente de plantas daninhas na cultura da soja, pois a soja transgênica, cultivar com tolerância a herbicidas, é uma ferramenta vantajosa para o manejo pós-emergente de plantas daninhas. Graças a este tipo de biotecnologia, os herbicidas aplicados nas plantas daninhas não comprometem o desempenho da cultura da soja (Bayer, 2021).

Essas tecnologias de resistência a herbicidas na soja foram desenvolvidas para aumentar a eficácia do controle de plantas específicas e facilitar o manejo da lavoura. No

entanto, o uso extensivo de herbicidas pode levar à seleção de plantas específicas e resistentes, criando desafios de resistência e exigindo estratégias de manejo integradas para lidar com essas questões.

4.6. Controle químico

4.6.1. Diversificação de modos e mecanismos de ação

A rotação de princípios ativos, associada a outros manejos, é uma estratégia fundamental no manejo integrado de plantas daninhas em culturas como a soja, com o objetivo de preservar a eficácia dos herbicidas e retardar o desenvolvimento de resistência (Barbieri, 2022). Ao alternar substâncias químicas que atuam em diferentes sítios de ação, reduz-se a pressão seletiva sobre as plantas indesejadas, diminuindo a probabilidade de desenvolvimento de resistência (Araújo, 2022).

4.6.2. Principais grupos e modos de ação dos herbicidas

4.6.3. Herbicidas

Herbicidas são compostos que apresentam substâncias capaz de inibir o desenvolvimento ou causar a morte de plantas daninhas ou invasoras.

4.6.3.1. Inibidores da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3fosfato sintase (EPSPs)

Possui como representante o Glifosato, que é o herbicida mais utilizado atualmente no Brasil tanto no controle de folhas largas como estreitas, principalmente na dessecação pré-plantio. É um tipo de substância que inibe a enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3fosfato sintase (EPSPs) que é a enzima responsável pela reação da biossíntese de aminoácidos aromáticos, como triptofano, tirosina e fenilalanina (Carvalho, 2013; Santos *et al.*, 2015).

4.6.3.2. Inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)

Herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) interferem na síntese de aminoácidos essenciais, levando ao crescimento descontrolado e morte das plantas daninhas. Cloransulam-metil, imazetapir e diclosulam são exemplos de herbicidas inibidores da ALS usados na cultura da soja (Vidal *et al.*, 2014).

4.6.3.3. Atuam inibindo a ação da enzima acetil coenzima A carboxilase (ACCase)

Também conhecidos como graminicidas, são herbicidas que atuam no tecido vegetal inibindo a produção de lipídeos, componentes essenciais na formação da membrana celular. Os herbicidas inibidores da ACCase, usados no Brasil, são divididos em dois grupos químicos: Ariloxifenoxi-propionatos (FOPs) – clodinafop-propargyl, cyhalofop-butyl, diclofop-methyl, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-pbutyl, haloxyfop-R-methyl e quizalafop-p-ethyl;

Ciclohexanodionas (DIMs) – clethodim, profoxydim, sethoxydim, tepraloxym e tralkoxydim. (Carvalho, 2013).

4.6.3.4. Inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase PROTOX (ou PPO)

Bloqueiam a produção de clorofila e fotossíntese nas plantas daninhas, levando à morte celular (Andrade, 2022): São concentrados em quatro grupos químicos: Difeniléteres – acifluorfen-sodium, fomesafen, lactofen e oxyfluorfen; Fenilftalimidas – flumioxazin e flumiclorac-pentyl; Oxadiazóis - oxadiazon; Triazolinonas – carfentrazone-ethyl e sulfentrazone (Carvalho, 2013).

4.6.3.5. Mimetizadores de auxinas (ou Auxinas sintéticas)

Auxínicos sintéticos, como 2,4-D e dicamba, são herbicidas que desregulam o crescimento e divisão celular das plantas daninhas, causando deformações e morte. Esses compostos têm sido empregados no controle de plantas daninhas de folhas largas, fazendo parte de três grupos químicos: Ácidos fenoxi-carboxílico – 2,4-D amida e 2,4-D éster; ácidos piridino-carboxílico – fluroxypyr, picloran e triclopyr; ácidos quinolino carboxílico – quinclorac (Carvalho, 2013).

4.6.3.6. Inibidores da fotossíntese no fotossistema II (FSII)

Estes herbicidas se associam à proteína D-1 (no ponto de união com a plastoquinona Qb), disputando com a plastoquinona Qb parcialmente reduzida (QbH) pelo local de ligação na proteína D-1. Uma vez que a plastohidroquinona (QbH₂) não é gerada (a responsável pela transferência de elétrons para o complexo citocromo Cyt b6f), o fluxo de elétrons entre os fotossistemas é interrompido. e NADPH) na fase fotoquímica do processo de fotossíntese, levando a uma redução subsequente nas proteínas de carboidratos, açúcares e outros compostos que dependem de energia metabólica para sua produção, o que culmina na morte da planta. São exemplos de herbicidas inibidores do FSII: ametryne e atrazine.

4.6.3.7. Inibidores da fotossíntese no fotossistema I (FSI)

Estes herbicidas não bloquearam a transferência de elétrons, ao contrário dos inibidores do FSII, participando, em vez disso, na aquisição de elétrons das ferredoxinas, desviando, conseqüentemente, o fluxo regular de elétrons no FSI. Esses elétrons são então transferidos através do herbicida (que age como catalizador do processo) para o oxigênio, gerando substâncias tóxicas (radicais livres) que são altamente reativas com os radicais hidroxila. Os radicais livres rompem as ligações de proteínas e lipídios das membranas, causando a perda de sua função e permitindo o extravasamento do conteúdo celular. Isso, por sua vez, provoca uma rápida necrose dos tecidos, levando à morte da planta (Carvalho, 2013). São exemplos de herbicidas destes mecanismos de ação: paraquat e diquat.

4.7. Manejo de plantas daninhas antes e pós semeadura

O manejo adequado de plantas específicas na cultura da soja, tanto na pré-emergência quanto na pós-emergência, oferece vários benefícios importantes para a produção agrícola (Dan, *et al.*, 2011; Ponte, 2023).

Na pré-emergência:

- **Redução da Competição por Recursos:** O controle de plantas orgânicas antes da emergência da soja reduz a competição por luz solar, água e nutrientes. Isso permite que as plantas de soja se estabeleçam e cresçam de forma mais eficiente.
- **Prevenção de Perdas de Produtividade:** Evitar a emergência de plantas específicas impede que elas concorram com as plantas de soja desde o início, evitando perdas de produtividade associadas à competição.
- **Melhoria nas Condições de Colheita:** Reduzir a presença de plantas na fase inicial da soja facilita a colheita, pois evita a interferência dessas plantas durante o processo de colheita.
- **Manejo Integrado:** O controle pré-emergente pode ser parte de uma estratégia de manejo integrada de plantas especificamente, que inclui diversas táticas para maximizar a eficácia a longo prazo e minimizar o desenvolvimento de resistência.

Pós-emergência

- **Controle Direto de Plantas Daninhas Estabelecidas:** A aplicação pós-emergente permite o controle direto de plantas que já emergiram, limitando seu impacto sobre o desenvolvimento e a produtividade da soja.
- **Adaptação a Condições Variáveis:** O controle pós-emergente permite ajustes com base nas condições específicas do campo, levando em consideração a composição específica de plantas presentes e as condições climáticas.
- **Minimização de Resistência:** A rotação de herbicidas e a aplicação pós-emergente diversificaram os métodos de controle, ajudando a minimizar o desenvolvimento de resistência por parte das plantas isoladas.
- **Preservação de Culturas Desejadas:** A aplicação seletiva pós-emergente permite o controle de plantas específicas sem afetar o crescimento e o desenvolvimento da soja.
- **Manejo Flexível:** O controle pós-emergente oferece flexibilidade no manejo, permitindo que os agricultores ajustem suas estratégias com base nas condições do campo e nas necessidades específicas da cultura.

Portanto, o manejo eficiente de plantas apresentado na cultura da soja, seja na pré-emergência ou pós-emergência, é fundamental para otimizar a produção, minimizar perdas de produtividade e preservar as condições ideais para o desenvolvimento saudável da soja. A

combinação de estratégias de manejo integrada é muitas vezes a abordagem mais eficaz para enfrentar os desafios associados ao controle de plantas.

5. USO DE TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

Possuir uma aplicação eficiente de defensivos agrícolas é fundamental para garantir a eficácia dos princípios ativos no controle de daninhas na cultura da soja. O uso de tecnologias de aplicação adequadas pode melhorar a eficiência, reduzir o desperdício e minimizar o impacto ambiental dos defensivos (Mota et al., 2013). A escolha dos equipamentos de aplicação deve considerar fatores como o tipo de defensivo, a área a ser tratada e as condições ambientais.

5.1. Planejamento da aplicação

Esta é uma etapa fundamental na gestão de cultivos agrícolas e na manutenção de áreas livres de plantas específicas. Uma aplicação convencional de herbicidas pode resultar em perdas de safra, resistência às plantas específicas e danos ao meio ambiente (Contiero; Biffe; Catapan, 2018). Portanto, é importante seguir um plano cuidadoso para garantir que a aplicação seja eficaz e segura. A identificação de plantas daninhas, seleção de herbicidas, calendário de aplicação, condições climáticas, equipamentos de aplicação e manutenção destes, são de suma importância para o sucesso do controle de plantas invasoras na cultura da soja (Baesso, 2014).

5.2. Seleção de equipamentos de aplicação

A escolha dos equipamentos de aplicação deve considerar fatores como o tipo de defensivo, a área a ser tratada e as condições ambientais. Equipamentos como pulverizadores hidráulicos, atomizadores e aeronaves agrícolas são utilizados na aplicação de defensivos, e cada um possui características específicas que podem influenciar a eficiência da aplicação (Althman, 2021).

5.3. Calibração e manutenção de equipamentos

A calibração e a manutenção dos equipamentos de aplicação são fundamentais para garantir a eficácia dos defensivos agrícolas. A calibração adequada permite o controle preciso da dosagem e a uniformidade da aplicação, enquanto a manutenção periódica dos equipamentos evita falhas e desperdício de defensivos (Chechetto *et al.*, 2013).

5.4. Técnicas de aplicação eficientes

A adoção de técnicas de aplicação eficientes é essencial para otimizar o uso de defensivos agrícolas. As técnicas de aplicação devem levar em consideração fatores como o estágio de desenvolvimento das plantas, densidade populacional e as condições meteorológicas. Além disso, é importante seguir as recomendações do fabricante quanto à

dosagem, o intervalo de aplicação e o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) (Contiero; Biffe; Catapan, 2018).

5.5. Uso de adjuvantes e formulações de defensivos

Os adjuvantes e as formulações de defensivos podem melhorar a eficiência da aplicação e a eficácia dos princípios ativos. Adjuvantes, como espalhantes adesivos e umectantes, auxiliam na uniformização da cobertura das plantas e na absorção dos defensivos. As formulações de defensivos podem variar quanto à solubilidade, volatilidade e persistência no ambiente, e a escolha adequada da formulação pode melhorar a eficiência no controle de pragas e doenças (Hoffmann, 2016).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidencia o sinergismo entre as diferentes práticas de controle de plantas daninhas, seja preventiva, mecânica, cultural genética, bem como o controle químico, não limitando-se somente a este último. A adoção de cultivares de soja resistente a mais de um herbicida, mostra-se com uma excelente alternativa por meio do controle químico, pois possui resistência a diferentes princípios ativos.

O controle de plantas invasoras em diferentes épocas, como em pré-emergência e pós-emergência é fundamental para diminuir as populações infestantes. O uso das estratégias de manejo integradas, é determinante para a obtenção de maior eficiência na redução do nível de interferência de plantas daninhas na soja. Métodos culturais, métodos mecânicos, métodos químicos, controle biológico, cobertura morta (mulching) e rotação de herbicidas precedidos de um bom monitoramento e avaliação, ajuda o produtor na tomada de decisão. Tais medidas de manejo, são chaves e podem minimizar o surgimento de invasoras com resistência à herbicidas, além de auxiliar na manutenção da vida útil das biotecnologias disponíveis.

7. REFERÊNCIA

AGOSTINETTO, D. et al. Manejo de plantas daninhas. **Sediyama, T.; Silva, F.; Borém, A. Soja: do Plantio à Colheita. Viçosa: Ed. UFV, v. 1, p. 234, 2015.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204207/1/CNPT-ID43073.pdf> Acesso em: 26 set. 2023.

AGOSTINETTO, D. et al. Manejo de plantas daninhas. **Sediyama, T.; Silva, F.; Borém, A. Soja: do Plantio à Colheita. Viçosa: Ed. UFV, v. 1, p. 234, 2015.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204207/1/CNPT-ID43073.pdf> Acesso em: 04 jan. 2024.

AGROADVANCE. **Novas biotecnologias para o controle de plantas daninhas resistentes** - Agroadvance. 2021. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-biotecnologias-plantas-daninhas-resistentes/> . Acesso em: 25 ago. 2023.

ALTHMAN, M. P. F. **Avaliação da faixa de deposição em função do modelo de aeronave e volume de calda aplicado**. 2021. 65 f. Dissertação (Faculdade de Ciência Agrônomicas) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/215086/althman_mpf_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y . Acesso em: 19 ago 2023.

ANDRADE, C. L. L. **Desempenho fisiológico e agrônômico da soja submetida a aplicação de herbicidas e bioestimulante a base de ascopillum nodosum**. 2022. 115 f. Tese (Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde) – IFGO, Rio Verde, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3149/1/TESE.%20Christiano%20Lima%20Lobo%20de%20Andrade.%20PPGCA.%20final.pdf> . Acesso em: 20 ago. 2023.

ARAÚJO, R. M. **Análise da conjuntura atual, desafios e oportunidades do uso do controle biológico no manejo de resistência de pragas às plantas geneticamente modificadas de algodão, milho e soja com tecnologia BT no Brasil**. 2022. 113 f. Dissertação (Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas – EESP/FGV) - EESO/FVG, São Paulo, 2022. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/31901/2022.04.29_Dissertacao%20a7a%20cc%83o%20Roberto%20Arau%20cc%81jo%20FGV-MPAGro.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 24 ago 2023.

BAESSO, M. M. et al. **Tecnologias de aplicação de agrotóxicos**. *Revista Ceres*, v. 61, n. suppl, p. 780–785, dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000003> Acesso em: 26 set. 2023.

BARBIERI, F. M. **Uso de defensivos agrícolas no estado do Paraná**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR) - UTFPRA, Pato Branco, 2020. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29058/1/usodefensivosagricolasparana.pdf> Acesso em: 27 ago 2023.

BARBOSA, F. R; SANTIAGO, C. M. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Mato Grosso do Sul**: 2012. 2013.

BAYER. **Bayer lança Intacta 2 Xtend®, nova geração de soja que irá revolucionar o potencial produtivo do Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-lanca-intacta-2-xtend-nova-geracao-soja-que-ira-revolucionar-potencial-produtivo-brasil>. Acesso em: 06 dez. 2023.

BRUNHARO, C. A. de C. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas**. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 13, n. 2, p. 163-177, 2014. <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/293> Acesso em: 27 ago 2023
CARVALHO, L. B. **Herbicidas**. 1. ed. Lages, SC: Editado pelo autor, 2013. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_herbicidas.pdf. Acesso em: 24 ago 2023.

CHECHETTO et al., **Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 1, p. 37–46, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/74315> . Acesso em: 19 ago. 2023.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; FERNANDO, R. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo**. Aspectos de resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001707731> . Acesso em: 18 ago. 2023.

COLMENAREZ, Y. C. et al. **Uso do manejo integrado de pragas e controle biológico pelos agricultores na América Latina e no Caribe: Desafios e oportunidades. Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Embrapa, Brasília, p. 802-853, 2016. Disponível em: <https://www.plantwise.org/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/2016-Livro-Embrapa-Uso-Do-Mip-E-Control-Biolo%CC%81gico-Pelos-Agricultores.pdf> . Acesso em: 27 ago. 2023.

CONAB, Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v.10, safra 2022/23, n. 5 ° quinto levantamento, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> . Acesso em: 1 set. 2023.

CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. **Tecnologia de Aplicação. Hortaliças-fruto**, p. 401–449, 2018. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-15.pdf> . Acesso em: 01 set. 2023.

CORTEVA. **Sistema Enlist®**. 2021. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>. Acesso em: 06 dez. 2023.

DAN, H. A. et al. **Atividade residual de herbicidas pré-emergentes aplicados na cultura da soja sobre o milheto cultivado em sucessão**. *Planta Daninha*, v. 29, p. 437-445, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/dGgNhQVnstd7JBLzN9whdnF/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 5 nov. 2023.

DIAMANTINO, M. L. **Gestão de estabelecimento rural: adequação de propriedade à implantação do Sistema de Mitigação de Risco para a praga Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**. Uft.edu.br, 2020. Disponível em: <http://umbu.uft.edu.br/handle/11612/1842> . Acesso em: 19 ago. 2023.

DINIZ, Raísa Gomes et al. Quantificação de plantas daninhas na cultura da soja no cerrado. In: **Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da**. Universidade De Rio Verde, 2019. p. 67. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/ANAI%20I%20CEPEX-UniRV%20-%20II%20SPG%20-%202019.pdf> . Acesso em: 18 set. 2023.

DONINI, Alberto Luiz Dalcin Alberto Luiz Dalcin. **Programas de dessecação em coberturas vegetais de inverno e interferência em plantas daninhas e na cultura da soja**. 2019. 85 f .Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/1764/2/2019AlbertoLuizDalcinDonini.pdf> Acesso em: 4 nov. 2023.

EMBRAPA. **Fungicidas no controle de doenças da soja**. Circular Técnica, n. 125, 2017. Disponível em:

https://www.embrapa.br/documents/10180/34199807/Circular_Tecnica_125_Fungicidas.pdf Acesso em: 05 de maio de 2023.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). GENÉTICA Embrapa: tecnologia intacta 2 xtend©. **Embrapa Soja-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, Londrina, 2021. 8 p.

FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). **FRAC Code List ©*2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels)**. 2021. Disponível em:

<https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2021-final.pdf> . Acesso em: 5 de maio de 2023.

FREITAS, M. **A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopedia biosfera, [S. l.], v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4287> Acesso em: 2 nov. 2023.

GAZZIERO, D. L. P. et. Al. Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 126 p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 274). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126196/1/manual-de-identificacao-de-plantas-daninhas.pdf> . Acesso em: 18 set. 2023.

GAZZONI, D. L. **A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas**. Ciência. Culto., São Paulo, v. 3, pág. 16 a 18 de julho de 2018 . Disponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005&lng=en&nrm=iso acesso em 02 nov. 2023. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000300005>.

GIRALDELI, A. L. **Tudo o que você precisa saber sobre resistências a defensivos agrícolas**. 2021. Lavoura. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/wp-content/uploads/2021/01/resistencias-defensivos-agricolas-20210125180630.pdf> Acesso em: 4 set. 2023.

HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Disponível em: www.weedscience.org Acesso em: 06 de março, 2024.

HOFFMANN, L. L. **Controle da ferrugem asiática da sola e suas relações com a planta, manejo e tecnologia de aplicação**. 2016. 176 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2016. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1297> Acesso em: 20 ago. 2023.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Online. Internet. Friday, February 16, 2024. Disponível em: <http://www.weedscience.org>. Acesso: 16 fev. 2024.

HUNGRIA, M; NOGUEIRA, M. A. **Fixação biológica do nitrogênio**. 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1147044/1/cap-8-Bioinsumos-na-cultura-da-soja.pdf> acesso em 26 nov

KARAM, D. et al. **Situação atual da resistência de plantas daninhas a herbicidas nos sistemas agrícolas**. 2018. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1095417/1/Cap31Situacaoatual.pdf>
f Acesso em: 01 set 2023.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L. **Plantas daninhas na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

LIMA, J. D. de. **Desenvolvimento de nanoformulações biopesticidas aplicadas na agricultura**. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciencias de Materias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais - Ppgcima, Universidade de Brasília – Unb, Brasília-Df, 2020. Disponível em:
http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/39017/1/2020_JonathanDiasdeLima.pdf
Acesso em: ago. 01 set 2023.

MARKUS, C. *et al.* **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas**. ResearchGate. 2021. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/349506197_RESISTENCIA_DE_PLANTAS_DANINHAS_AOS_HERBICIDAS Acesso em: 1 set. 2023.

MARTINS, D. E. M. **Impactos ambientais da utilização de agrotóxicos: percepção dos trabalhadores rurais e adesão a métodos alternativos**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo, Cerro Largo, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3116/1/MARTINS.pdf> Acesso em: 1 set. 2023.

MARTINS, D; GONÇALVES, C; SILVA JUNIOR, A. C. da. **Coberturas mortas de inverno e controle químico sobre plantas daninhas na cultura do milho**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, p. 649-657, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160078>

MEISSNER FILHO, P. E.. *et al.* **Avaliação da resistência de genótipos de mamoeiro ao vírus da meleira no Semiárido**. *Embrapa.br*, 2017. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1070449> Acesso em: 19 ago. 2023.

MENTEN, J. O. et al. Legislação ambiental e uso de defensivos agrícolas. *Citrus Research & Technology*, v. 32, n. 2, p. 109-120, 2017. Disponível em:
<https://citrusrt.ccsn.br/article/596523fd0e88258a4b082b38/pdf/citrusrt-32-2-109.pdf>
Acesso em: 19 de agosto de 2023.

MIGLIAVACCA, R. A. et al. **Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto. Encontro Nacional de planta direto na palha**. Anais. Brasília: Embrapa, v. 14, p. 118p, 2014. Disponível em:
<https://www.cpa0.embrapa.br/cds/enpd/Resumos/118.pdf> Acesso em: 2 nov. 2023

MOTA *et al.* **Effect of adjuvants on the amount of air included in droplets generated by spray nozzles**. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 6, p. 1281–1288, 2013. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/eagri/a/b5RkvYMyRXcrpK8SG4TCDYS/?format=pdf&lang=en>
Acesso em: 19 ago. 2023.

PONTE, I. S. **Fitossociologia e manejo de plantas daninhas de difícil controle, em pré-semeadura da soja**. 2023. 75 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2023. Disponível em:
<https://tede0c.ufma.br/jspui/bitstream/tede/4627/2/IsilanaSilvaPonte.pdf> . Acesso em: 28 nov. 2023.

REIS, H. S. **Milho tiguera e a cigarrinha: danos e práticas de controle**. 2023. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro Universitário Engenharia Agrônômica, Paripiranga/Ba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/35383/1/TCC%20hugo%20finalizado%20nnn.pdf> Acesso em: 20 ago. 2023.

SALOMÃO, P. E. A. et al. **A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica**. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1870> Acesso em: 2 nov. 2023

SANTOS, C. G. dos. **Monitoramento aéreo e diagnóstico de plantas daninhas de difícil controle no sudoeste goiano**. 2019. 65 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde - Go, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/610> Acesso em: 24 set. 2023.

SANTOS, F. M. et al. **Herbicidas alternativos para o controle de Conyza sumatrensis (Retz.) E. H. Walker resistentes aos inibidores da ALS e EPSPs**. *Revista Ceres*, v. 62, n. 6, p. 531–538, 1 dez. 2015. v. 62, n. 6, p. 531-538, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201562060004> Acesso em: 2 set 2023.

SILVA NETO, J. P. da. **Avaliação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em Mato Grosso**. 2020. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Faculdade da Amazonia, Vilhena, 2020. Disponível em: <http://189.126.105.41/bitstream/123456789/168/1/TCC%20JORGE%20PINTO.pdf> Acesso em: 1 set 2023.

SILVA, A. F. C. da. **Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 17, n. 1, 1 jan. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/Mbq6Y7FDNBPg8qtx94Kr3Nx/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 5 set. 2023.

SILVA, A. F. da et al. **Boas práticas agrícolas: manejo fitossanitário na região de Cocos-Ba: ensaios de fitossanidade Fazenda Trijunção**. *Embrapa.br*, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136119/1/BOL-237-Manejo-fitossanitario-Cocos-BA.pdf> Acesso em: 19 ago. 2023.

SILVA, A. G.; KALSING, A.; VIEIRA, M. C. B.; PRANDO, A. M. **Eficiência do manejo integrado de pragas na soja com ênfase na rotação de princípios ativos**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 19, n. 3, p. 382-395, 2020.

SILVEIRA, R. S. da. **Importância e manejo de nematoides em lavouras de soja no Brasil e perspectivas futuras**. 2021. 62 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29566/1/2021_RomanoSantiagoDaSilveira_tcc.pdf Acesso em: 1 set. 2023.

TOLEDO L., V. **La política agraria del kirchnerismo: Entre el espejismo de la coexistencia y el predominio del agronegocio**. *Mundo agrar.*, La Plata, v. 18, n. 37, p. 00, abr. 2017. Disponible enDisponívem em:

<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942017000100007&lng=es&nrm=iso>. acessado em: 26 nov. 2023.

TRENTIN, R. et al. **Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 703-713, 2013. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/ZwkSLb49jLcYtTxfMSZXqpL/?format=html> Acesso em: 4 nov. 2023.

TRENTIN, R. et al. Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 703–713, 1 jul. 2013.

<https://www.scielo.br/j/pab/a/ZwkSLb49jLcYtTxfMSZXqpL/?format=html#> Acesso em: 26 nov.

VALLE, D.; BELINATO, T. A.; MARTINS, A. de J. **Controle químico de Aedes aegypti, resistência a inseticidas e alternativas. Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 93-126, 2015. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9XNSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA93&dq=VALLE,+D.%3B+BELINATO,+T.+A.%3B+MARTINS,+A.+de+J.+Controle+qu%C3%ADmico+de+Aedes+aegypti,+resist%C3%A2ncia+a+inseticidas+e+alternativas.+Dengue:+teorias+e+pr%C3%A1ticas.+Rio+de+Janeiro:+Fiocruz,+p.+93-126,+2015.&ots=vJPt0NyOyX&sig=NwWcanx1Act6rQfQTlxXufclmw#v=onepage&q&f=false> Acesso em: 2 set. 2023.

VIDAL, R. A. et al. **Mecanismos de ação dos herbicidas. Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**, v. 10, p. 235-256, 2014. Disponível em:

https://repositorio.ipbeja.pt/bitstream/20.500.12207/5445/1/Daninhas_Cap%20X_Joao%20Portugal.pdf Acesso em: 20 ago. 2023.