

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PABLO RUDIEL DIESEL

DESEMPENHO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO DE PRÉ-EMERGÊNCIA DO
CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*) E SEU EFEITO CARRY-OVER NA
CULTURA DA SOJA

SINOP

2025

PABLO RUDIEL DIESEL

DESEMPENHO DE HERBICIDAS EM APLICAÇÃO DE PRÉ-EMERGÊNCIA DO
CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*) E SEU EFEITO CARRY-OVER NA
CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal
do Paraná, como requisito parcial à obtenção do
título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Alfredo Júnior Paiola
Albrecht

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Arthur Arrobas
Martins Barroso

SINOP

2025

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	16
2.2 PLANTAS DANINHAS E SEUS IMPACTOS NEGATIVOS NA AGRICULTURA	17
2.2.1 Importância do capim-pé-de-galinha na cultura da soja.....	18
2.3 MANEJO DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA.....	19
2.4 DINÂMICA DOS HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO	21
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS.....	27

RESUMO

A soja é uma cultura de grande importância econômica e social no Brasil, originária da Ásia e introduzida no país no início do século XX. Rica em proteína e amplamente utilizada na alimentação humana e animal, tornou-se o principal grão produzido nacionalmente. Apesar do sucesso, o cultivo da soja enfrenta desafios causados por fatores bióticos e abióticos, como variações climáticas, pragas, doenças e plantas daninhas. Entre estas, o capim-pé-de-galinha destaca-se pela dificuldade de controle e pelo impacto negativo na produtividade, podendo causar grandes perdas. O uso repetido de herbicidas com o mesmo modo de ação tem favorecido o surgimento de resistência em plantas daninhas, o que leva à adoção de herbicidas pré-emergentes como alternativa de manejo. No entanto, esses produtos podem permanecer no solo e afetar culturas cultivadas posteriormente, fenômeno conhecido como *carry-over*. Assim, o a revisão bibliográfica trata do tema uso e eficiência de herbicidas pré-emergentes e seus efeitos de *carry-over* para a cultura da soja.

Palavras-chave: Soja, capim-pé-de-galinha, herbicidas pré-emergentes, *carry-over*.

ABSTRACT

Soybean is a crop of great economic and social importance in Brazil, originally from Asia and introduced into the country in the early 20th century. Rich in protein and widely used in both human and animal nutrition, it has become the main grain produced nationally. Despite its success, soybean cultivation faces challenges caused by biotic and abiotic factors such as climate variations, pests, diseases, and weeds. Among these, goosegrass (*Eleusine indica*) stands out due to its difficult control and negative impact on productivity, which can cause significant losses. The repeated use of herbicides with the same mode of action has promoted the development of resistant weed species, leading to the adoption of pre-emergence herbicides as an alternative management strategy. However, these products can persist in the soil and affect subsequent crops, a phenomenon known as carry-over. Therefore, this literature review addresses the use and efficiency of pre-emergence herbicides and their carry-over effects on soybean cultivation.

Keywords: soybean, goosegrass, pre-emergence herbicides, carry-over.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta da família *Fabaceae* tem como centro de origem o continente asiático. As primeiras evidências de seu cultivo no Brasil foram entre os anos de 1920 e 1940 no estado da Bahia (GAZZONI, 2018). A soja é uma oleaginosa fonte de matéria prima para diferentes subprodutos, rica em proteína é utilizada na alimentação humana e animal em todo o mundo (GAONKAR e ROSENTRATER, 2019).

A cultura da soja tem demonstrado importante papel na economia brasileira sendo hoje o principal grão produzido no Brasil. No ano de 2020 o Brasil se tornou o maior produtor e maior exportador da oleaginosa do mundo, alcançando a impressionante marca de 126 milhões de toneladas produzidas, isso representa mais de um terço de toda produção mundial (EMBRAPA, 2020).

No decorrer das safras o cultivo da soja, em algumas regiões, tem enfrentado alguns problemas que limitam sua produção. Esses problemas podem estar associados a estresse bióticos e/ou abióticos, como estresse abióticos podemos citar condições climáticas (elevação da temperatura e falta ou excesso de chuva) e como estresse bióticos os insetos-pragas, doenças e plantas daninhas (HIRAKURI, 2021).

No que se refere a fatores abióticos as plantas daninhas têm demonstrado importante participação no comprometimento da produção de soja, a redução de produtividade pode chegar a 80% e em casos extremos a colheita pode se tornar inviável (VARGAS & ROMAN, 2006). Dentre as plantas daninhas de difícil controle o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) tem aumentado sua presença nos diferentes sistemas de produção proporcionando aumento no custo de produção e perdas significativas de produtividade (SILVA, 2020).

A utilização de herbicidas com modos de ação semelhantes e de forma contínua em pós-emergência tem acelerado o processo de resistência de plantas daninhas. Para mitigar o avanço de espécies de plantas daninhas resistentes, o uso de herbicidas pré-emergentes se torna essencial e vêm se tornando uma prática bem corriqueira nas lavouras dos agricultores brasileiros (SILVA, 2020; AGOSTINETTO et al., 2015; MUELLER et al., 2014).

Os herbicidas ao entrarem em contato com o solo estão sujeitos a sofrerem qualquer processo físico-químico e o resultado disso pode provocar perdas

significativas de produtividade da cultura plantada na sucessão, processo conhecido com *carry-over* (MANCUSO et al., 2011).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max*) é uma planta pertencente à família das leguminosas (Fabaceae) e tem como centro de origem o continente asiático, mais especificamente na China (LANDAU et al., 2020). Se trata de um dos principais alimentos proteicos do mundo, sendo utilizado na alimentação humana e animal por milhares de anos (GAONKAR e ROSENTRATER, 2019). Segundo Carrão-Panizzi & Mandarinho (1998), o teor de proteína no grão pode chegar até 40% do seu volume total, a composição dessa proteína contempla dez importantes aminoácidos para a dieta humana, como por exemplo a lisina, glicina e cistina.

O cultivo da oleaginosa no Brasil iniciou em 1882 no estado da Bahia, posteriormente a soja foi levada pelos imigrantes japonês para o estado de São Paulo. Porém, foi no Rio Grande do Sul, em 1914, que a cultura teve sua área de cultivo aumentada, pois no estado gaúcho a soja apresentou melhor adaptabilidade comparado aos dois estados, proporcionado principalmente pelas condições edafoclimáticas semelhantes ao seu centro de origem (BONETTI, 1981; SILVA, 2019).

O principal desafio do cultivo de soja em regiões de baixa latitude, como é o caso do nordeste, norte e centro-oeste do país, sempre foi o fotoperíodo, onde o florescimento era rapidamente desencadeado pela exposição a dias longos de luz. A introdução de programas de melhoramento genético promoveu um avanço satisfatório da oleaginosa nesses ambientes, potencializando sua importância no agronegócio brasileiro (KIIHL & GARCIA, 1989; FREITAS, 2011).

No ano de 2020, o Brasil passou a ocupar a primeira posição de maior produtor e maior exportador de soja do mundo, superando a hegemonia americana de décadas (EMBRAPA, 2020). Segundo a Conab, em 2023 a área plantada de soja no Brasil ultrapassava 40 milhões de hectares, já em 2025 esse número ultrapassou 52 milhões, mostrando o crescimento significativo ano após ano. Dados obtidos pelo site do IBGE do ano de 2022, a região centro-oeste correspondeu por

aproximadamente 51% da produção brasileira, seguido pela região sul e nordeste, respectivamente.

Os desafios do cultivo de soja no Brasil iniciam na produção, passam pela logística e findam na comercialização. A primeira etapa é sem dúvida a mais desafiadora, pois inúmeros fatores podem aparecer no decorrer do desenvolvimento da cultura e prejudicar o resultado. Pode haver subclassificações desses fatores, são eles: abiótico e/ou biótico. Os problemas abióticos estão atrelados a condições climáticas que dificilmente conseguimos manejar, já dentro dos fatores bióticos, temos condições técnica para interferir e atenuar seus efeitos negativos, dentre os fatores bióticos se destacam: infestação de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas (HIRAKURI, 2021).

2.2 PLANTAS DANINHAS E SEUS IMPACTOS NEGATIVOS NA AGRICULTURA

As plantas daninhas, no seu conceito teórico, são plantas invasoras que crescem e se desenvolvem em ambientes onde não são desejadas e de forma indireta e/ou indireta causam prejuízos para as atividades humanas (NETO, 2022). Segundo Fontes et al. (2003), os danos provocados pela presença de plantas daninhas no sistema podem estar relacionados à: hospedeiras de pragas e doenças, reduzem a qualidade do produto colhido, podem provocar intoxicação alimentar quando ingeridas pelos animais, reduzir a produtividade e onerar os custos de produção.

A capacidade prejudicial das plantas daninhas sob as plantas cultivadas está associada ao seu poder de competição e período de interferência, ou seja, quanto maior seu poder de competição e dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura onde sua presença é constatada, as perdas podem ser irreversíveis. Os danos das plantas daninhas na cultura da soja, por exemplo, podem chegar a 80% ou em casos extremos, inviabilizar a colheita da cultura de interesse (EMBRAPA, 2021).

As plantas daninhas podem ser classificadas de várias formas: pelo seu ciclo de vida, por sua forma de dispersão, hábito de crescimento, mecanismo de reprodução, taxonomia e quantidades de cotilédones. Corriqueiramente as plantas daninhas são classificadas em função da quantidade de cotilédones que possuem,

sendo divididas em dicotiledôneas e monocotiledôneas (FONTES et al., 2003; CARVALHO, 2013; SCHULTZ, 1968).

As dicotiledôneas, intituladas de folhas largas, apresentam dois cotilédones e possuem o limbo foliar largo com nervuras peninérveas, já as monocotiledôneas, também chamadas de folhas estreitas, possuem um cotilédone e apresentam limbo foliar estreito com nervuras paralelinérveas. Essa divisão desses dois grandes grupos foi usada para desenvolvimento dos primeiros herbicidas orgânicos, os latifolicidas e graminicidas, para controle de dicotiledôneas e monocotiledôneas, respectivamente (CARVALHO, 2013).

As plantas daninhas monocotiledôneas apresentam características morfológicas que as tornam altamente adaptáveis e competitivas. Em geral, possuem sistema radicular fasciculado, o que favorece a rápida exploração do solo e maior eficiência na absorção de água e nutrientes. Suas folhas estreitas, com nervuras paralelinérveas, reduzem a perda de água por transpiração e aumentam a tolerância ao estresse hídrico. Além disso, muitas monocotiledôneas têm elevada plasticidade fenotípica e capacidade de rebrote a partir de estruturas como rizomas e colmos, o que dificulta seu controle mecânico e químico. Essas características fazem com que espécies como *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria insularis* e *Eleusine indica* sejam altamente competitivas em sistemas agrícolas, especialmente em áreas de produção intensiva (KISSMANN & GROTH, 1999; LORENZI, 2014). A presença dessas plantas daninhas pode reduzir significativamente a produtividade das lavouras, tornando essencial a adoção de estratégias de manejo integrado, do monitoramento e identificação das espécies até práticas de manejo (CHRISTOFFOLETI et al., 2007; GAZZIERO, 2015).

2.2.1 Importância do capim-pé-de-galinha na cultura da soja

O capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), como mencionado anteriormente, é uma planta daninha monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais. Caracteriza-se por ser uma espécie anual, de crescimento rápido, hábito cespitoso e alta capacidade de adaptação a diferentes ambientes, incluindo áreas compactadas e solos de baixa fertilidade. Possui sistema radicular fasciculado, folhas estreitas com nervuras paralelas e inflorescências que lembram os “dedos” de um pé de galinha, característica que deram origem ao seu nome comum. É uma espécie de alta produção de sementes,

o que favorece sua rápida disseminação e reinfestação das áreas cultivadas (KISSMANN & GROTH, 1999; LORENZI, 2014).

O capim-pé-de-galinha é uma das principais plantas daninhas que afetam a cultura da soja devido à sua elevada capacidade competitiva. Sua emergência rápida e crescimento vigoroso permitem que a planta ocupe rapidamente os espaços entre as linhas de semeadura, competindo diretamente com a soja por luz, água e nutrientes. Além disso, a alta produção de sementes e a possibilidade de rebrote dificultam o controle, aumentando o risco de restabelecimento em safras sucessivas. Estudos demonstram que a infestação significativa de capim-pé-de-galinha pode reduzir a produtividade da soja de 30% a 80% dependendo da densidade da infestação e do estágio da cultura, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo integrado (KISSMANN & GROTH, 1999; LORENZI, 2014, REVISTA CULTIVAR, 2021).

2.3 MANEJO DO CAPIM-PÉ-DE-GALINHA

O manejo do capim-pé-de-galinha, assim como as demais plantas daninhas, é fortalecido quando existe a implementação de diferentes estratégias, trabalhadas de forma simultânea e/ou havendo associação entre elas.

A primeira prática a ser abordada é o manejo cultural, esse manejo é uma ferramenta preventiva essencial. A rotação de culturas promove competição desigual com a espécie infestante, reduzindo sua densidade no campo (SANTOS et al., 2018). A utilização de plantas de cobertura contribui para a supressão do crescimento das plantas daninhas, cobrindo o solo e limitando o espaço disponível para a germinação de sementes. Além disso, práticas como densidade adequada de semeadura podem diminuir significativamente a infestação, pois favorecem a competitividade da cultura principal frente à planta daninha.

O manejo mecânico envolve uma prática manual ou mecanizada, recomendada principalmente em áreas pequenas ou com infestação inicial, evitando que a planta atinja a fase reprodutiva e produza sementes, um exemplo dessa prática seria o uso da roçagem, a qual suprime o crescimento da planta daninha e evita com que ela produza semente (OLIVEIRA & PEREIRA, 2017).

O uso de herbicidas constitui o manejo químico, uma abordagem complementar importante. Herbicidas pré-emergentes atuam sobre as sementes

antes da germinação, enquanto os pós-emergentes são indicados para plantas já emergidas. A rotação de mecanismos de ação é essencial para prevenir o desenvolvimento de resistência química, fenômeno frequente nas lavouras brasileiras (FERREIRA et al., 2019).

Quando a uma combinação entre os métodos culturais, mecânicos e químicos, a então o manejo integrado, sendo a estratégia mais eficiente para o controle do capim-pé-de-galinha (LIMA et al., 2021).

A deficiência de manejos integrados, associado ao uso repetitivo e prolongado de um mesmo herbicida ou mecanismo de ação, aliado a elevada produção de sementes e dispersão eficiente, tornaram o capim-pé-de-galinha uma das plantas com mais relatos de resistência a herbicidas do mundo (SANTOS et al., 2018; SILVA et al., 2020).

. Segundo o International Herbicide-Resistant Weed Database, até o momento foram documentados 27 casos de resistência do capim-pé-de-galinha a diferentes herbicidas em escala global (WEEDSCIENCE, 2025). Esses casos incluem resistência a diferentes modos de ação, como inibidores da ACCase (Grupo 1), EPSPS (Grupo 9), PSI (Grupo 22) e inibidores de microtúbulos (Grupo 3), sendo que algumas populações apresentam resistência múltipla, ou seja, resistência simultânea a dois ou mais mecanismos de ação (FERREIRA et al., 2019; CAMBRIDGE, 2023).

Os principais países com registros de resistência incluem Brasil, Argentina, Bolívia, Malásia, China, Estados Unidos, Austrália, México, Colômbia, Costa Rica e Japão (WEEDSCIENCE, 2025; MDPI, 2023).

O primeiro caso documentado de resistência do capim-pé-de-galinha no Brasil ocorreu em 2003, quando populações dessa planta daninha apresentaram falhas de controle em lavouras de soja após a aplicação de herbicidas inibidores da enzima ACCase, como fenoxaprop, cyhalofop, propaquizafop, butroxydim e sethoxydim (ANDRADE JUNIOR, 2018). Este foi um caso de resistência cruzada, caracterizado pela resistência simultânea a diferentes herbicidas com o mesmo modo de ação.

Em 2016, foi registrado o primeiro caso de resistência ao glifosato, herbicida inibidor da enzima EPSPS, em lavouras de soja, milho e trigo (AGRORECEITA, 2024). Um ano após, em 2017, foi identificado um caso de resistência múltipla em

Mato Grosso, onde populações de capim-pé-de-galinha apresentaram resistência simultânea aos herbicidas glifosato (EPSPS) e haloxifop e fenoxaprop (ACCase), em lavouras de soja, milho, algodão e feijão (AGRORECEITA, 2024).

Nesse contexto, os herbicidas pré-emergentes têm se mostrado uma ferramenta fundamental no manejo integrado de plantas daninhas resistentes. Esses produtos atuam impedindo a emergência das plântulas por meio da inibição da divisão celular ou da síntese de aminoácidos essenciais, reduzindo significativamente a pressão de seleção exercida por herbicidas pós-emergentes (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Além disso, a aplicação pré-emergente permite uma janela mais longa de controle, auxiliando na supressão de fluxos escalonados de emergência da planta daninha, como é caso do capim-pé-de-galinha.

O uso de moléculas como o metolaclo, diclosulam, flumioxazina e outros herbicidas com ação no solo tem demonstrado eficácia no controle de biótipos resistentes, desde que utilizados de forma inteligente, com atenção à rotação de mecanismos de ação e ao manejo correto do solo (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2008). É importante ressaltar que, para o sucesso da ação dos pré-emergentes, é fundamental que o solo esteja com umidade adequada e sem cobertura vegetal excessiva, fatores que favorecem a ativação e absorção pelos propágulos em germinação.

A adoção de herbicidas pré-emergentes também se alinha aos princípios do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), promovendo a diversificação de estratégias químicas e não químicas. Isso contribui para a sustentabilidade do sistema produtivo e prolonga a vida útil dos herbicidas disponíveis no mercado. Em áreas com histórico de resistência, a combinação de pré- e pós-emergentes com diferentes mecanismos de ação é essencial para evitar o escape de plantas e o estabelecimento de novas populações resistentes (HEAP, 2024).

2.4 DINÂMICA DOS HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO SOLO

Os herbicidas pré-emergentes atuam primariamente no solo, sendo absorvidos pelas sementes ou plântulas em germinação, impedindo processos vitais como divisão celular, síntese de ácidos graxos ou de aminoácidos essenciais (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Para desempenharem sua função de forma eficaz, os herbicidas pré-emergentes dependem de diversos fatores físico-químicos

relacionados ao solo e ao próprio composto químico. Dentre as principais características determinantes de sua eficácia e persistência no solo, destacam-se:

- Adsorção ao solo: É influenciada principalmente pelo teor de matéria orgânica e pela textura do solo. Compostos como a flumioxazina e o diclosulam apresentam alta afinidade por solos com maior teor de argila ou matéria orgânica, o que pode reduzir sua mobilidade, mas prolongar sua persistência (SILVA & SILVA, 2007).

- Persistência (meia-vida): A meia-vida dos herbicidas no solo varia amplamente, podendo ir de poucos dias a vários meses. Herbicidas como o imazetapir e o diclosulam podem apresentar residual significativo, afetando culturas sensíveis implantadas na sequência (MONQUERO et al., 2008).

- Mobilidade (lixiviação): A mobilidade no solo está relacionada à solubilidade em água e à adsorção. Herbicidas com alta mobilidade, como o metribuzin ou o atrazina, podem ser transportados para o perfil do solo e atingir culturas não-alvo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

- Atividade residual: A ação residual desejada para controle prolongado de plantas daninhas pode, em contrapartida, representar risco fitotóxico para culturas sucessoras, especialmente aquelas sensíveis ao ingrediente ativo e cultivadas em solos com baixa atividade microbológica, onde a degradação do produto é mais lenta (CARVALHO et al., 2014).

Apesar da eficácia dos herbicidas pré-emergentes no manejo de plantas daninhas como o capim-pé-de-galinha, seu uso contínuo e sem planejamento pode acarretar impactos negativos nas culturas em sucessão, como soja, milho, feijão ou algodão. Sintomas comuns de fitotoxicidade incluem clorose, necrose, atraso na emergência, redução de estande e produtividade, resultantes da presença de resíduos herbicidas ainda ativos no solo, esse processo é conhecido como carry-over.

O carryover ocorre principalmente quando o herbicida apresenta elevada persistência no solo (meia-vida longa), baixa taxa de degradação microbológica ou química, alta adsorção a partículas do solo e baixa mobilidade. Essas características aumentam o risco de que o ingrediente ativo permaneça biologicamente ativo por

longos períodos e prejudicar a cultura que vem em sequência (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018).

Por exemplo, estudos demonstram que o diclosulam pode persistir no solo por mais de 120 dias, afetando a emergência e o crescimento inicial de culturas como algodão e girassol quando semeadas em sucessão próxima (DAN et al., 2012). Da mesma forma, a flumioxazina quando usada e não tenha sido respeitado um intervalo adequado entre a aplicação e o plantio da soja, podem ocorrer sintomas de fitotoxicidade, especialmente em solos leves e sob baixa pluviosidade (SILVA et al., 2016).

Dentre os herbicidas comumente usados para controle do capim-pé-de-galinha em pré-emergência se destacam o S-metolaclor, flumioxazina, bixlozone e piroxasulfone. A dinâmica desses herbicidas no solo vai depender muito das condições as quais são submetidos e dessa forma podendo provocar carry-over para a cultura semeada em sequência, como a soja por exemplo.

O S-metolaclor é um herbicida de ação pré-emergente, sua principal função é inibir a germinação e o desenvolvimento das plântulas das plantas daninhas, ao interferir na síntese de lipídios essenciais para o crescimento celular (CARVALHO et al., 2014). No entanto, a utilização do S-metolaclor pode resultar em efeitos negativos para a cultura da soja, principalmente devido à persistência residual do herbicida no solo, o que pode causar fitotoxicidade e comprometer a produtividade da lavoura.

O comportamento do S-metolaclor no solo é influenciado por uma série de fatores, como adsorção, degradação, mobilidade e pH do solo. A adsorção ao solo é uma característica crucial para determinar a persistência e a lixiviação do herbicida. O S-metolaclor tem uma afinidade moderada por partículas de argila e matéria orgânica, ou seja, em solos com maior teor de matéria orgânica ou em solos argilosos, o herbicida tende a ser mais adsorvido e sua mobilidade é reduzida (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Em tais solos, o produto pode permanecer ativo por períodos prolongados, aumentando o risco de carry-over para culturas subsequentes.

A flumioxazina é um herbicida que age na inibição da biossíntese de clorofila, afetando principalmente a germinação e o crescimento das plântulas de plantas daninhas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). No entanto, sua persistência no

solo e o risco de efeitos carry-over tornam-se preocupações importantes quando utilizado em rotação de culturas ou em áreas onde a soja é cultivada em sucessão. No caso da flumioxazina, a adsorção ao solo é uma das principais características que determinam sua persistência. Estudos mostram que a flumioxazina possui uma alta afinidade por partículas de argila e matéria orgânica do solo, o que contribui para sua reduzida mobilidade, limitando sua lixiviação (SILVA et al., 2016). Como resultado, ela tende a permanecer ativa no solo por períodos prolongados, o que aumenta a chance de carry-over em culturas sucessoras, como a soja.

A meia-vida da flumioxazina no solo pode variar dependendo de fatores como pH, temperatura, umidade e a atividade biológica do solo. Em solos mais ácidos, a degradação do produto ocorre de forma mais rápida devido à maior atividade microbiana, enquanto em solos mais neutros ou alcalinos, o produto tende a persistir por períodos mais longos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011). Além disso, a não dissolução em água favorece a formação de resíduos de longo prazo, e a baixa mobilidade nos horizontes superiores do solo dificulta a dissipação do herbicida.

De acordo com o banco de dados da University of Hertfordshire (2024), a bixlozona apresenta persistência moderada no solo, mobilidade intermediária e estabilidade relativa à hidrólise. Esses parâmetros indicam que a molécula pode manter atividade herbicida por semanas após a aplicação, característica desejável para o controle em pré-emergência, mas que pode gerar risco de fitotoxicidade em culturas sensíveis.

Ensaio regulatórios destacam a necessidade de respeitar intervalos de até 90 a 150 dias para semeadura de espécies como milho, sorgo, canola e girassol após a aplicação do produto (WEEDOUT, 2023). Embora a soja não esteja diretamente listada, essa recomendação reforça o potencial residual do herbicida.

O herbicida a base do ingrediente ativo piroxasulfone tem ação pré-emergente e pertencente à classe dos sulfonilureias. Sua ação se dá pela inibição da biossíntese de lipídios, o que compromete a formação de membranas celulares e a germinação das plantas daninhas (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2011).

O comportamento da piroxasulfone no solo está intimamente relacionado com suas propriedades físico-químicas e as condições edáficas locais, incluindo pH, matéria orgânica e textura do solo. Em solos ricos em matéria orgânica e argilosos, a piroxasulfone tende a ser fortemente adsorvida, reduzindo sua mobilidade e

lixiviação, mas também prolongando sua persistência na zona radicular e aumentando os riscos de carry-over (RODRIGUES & ALMEIDA, 2018). Assim como a flumioxazina, a piroxasulfone possui sua degradação acelerada quando submetida a solos ácidos onde a atividade microbiana é maior.

Em solos arenosos, a mobilidade do herbicida é maior, mas a sua persistência tende a ser mais curta, o que reduz o risco de carry-over. Em solos mais compactados ou menos aerados, a degradação pode ser ainda mais lenta, o que aumenta o risco de efeitos negativos para culturas subsequentes, como a soja (MONQUERO et al., 2013).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho exposto em formato de revisão bibliográfica demonstrou a importância do manejo bem sucedido do capim-pé-de-galinha para a cultura da soja, a planta daninha tem contribuído significativamente para a perda de produtividade da oleaginosa. Também ficou claro que a inserção de vários métodos de controle é essencial para manutenção de moléculas de herbicidas e diminuição do custo de produção, dentro desses diferentes métodos de controle os herbicidas pré-emergentes tem apresentado boa eficácia de controle e diminuição na pressão de indivíduos resistentes.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. A. da. **Manejo de plantas daninhas**. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soja do plantio à colheita. Viçosa: UFV, p. 234-255. 2015.
- AGRORECEITA. **Como controlar o capim-pé-de-galinha**. AgroReceita, 2024. Disponível em: <<https://agoreceita.com.br/capim-pe-de-galinha/>>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- ANDRADE JUNIOR, E. R. **Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistente a herbicidas inibidores da ACCase em áreas algodoeiras de Mato Grosso**. Revista AgroVeterinária, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 45-57, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/24201>>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- BONETTI, L. P. **Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição**. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.
- CARVALHO, S. J. P., ALVES, P. L. C. A., & BIANCO, S. **Interações entre herbicidas e solo: implicações para o manejo e o meio ambiente**. Planta Daninha, 32(3), 655–664. 2014.
- CAMBRIDGE. **Goosegrass (*Eleusine indica*) resistant to multiple herbicide modes of action in Brazil**. Weed Science, 2023. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/weed-science/article/goosegrass-eleusine-indica-resistant-to-multiple-herbicide-modes-of-action-in-brazil/FBE30A4E1E1304DA1B0E2172EB9A13DF>>. Acessado em: 10 ago. 2025.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S., Constantin, J., & Inoue, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax. 2011.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ACCase no Brasil: situação atual e perspectivas**. Planta Daninha, v. 25, n. 2, p. 241–255, 2007.
- CHRISTOFFOLETI, P. J., & LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Princípios e práticas do manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. Planta Daninha, 26(2), 457–469. 2008.
- DAN, H. A., DAN, L. G. M., BARROSO, A. L. L., PROCÓPIO, S. O., & OLIVEIRA JR., R. S. **Fitotoxicidade de diclosulam em diferentes culturas em sucessão à soja**. Planta Daninha, 30(3), 611–616. 2012.
- EMBRAPA. **O agro no Brasil e no mundo**. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/62618376/O+AGRO+NO+BRASIL+E+N+O+MUNDO.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2025.

FERREIRA, A. L.; MENDES, R. F.; COSTA, P. J. **Controle químico de monocotiledôneas resistentes em culturas anuais**. Revista Brasileira de Herbicidas, v. 15, n. 2, p. 45-57, 2019.

GAONKAR, V.; ROSENTRATER, K. A.; Soybean. IN: PAN, Z.; ZHANG, R.; ZICARI, S. **Integrated processing technologies for food and agricultural by-products**. EUA: Academic Press, p. 73-104. 2019.

GAZZIERO, D. L. P. **Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil**. Planta Daninha, v. 33, n. 1, p. 83–92, 2015.

GAZZONI, D. L. **A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas**. Ciência e cultura, p. 70, n.3, p.16-18, jul. 2018.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <www.weedscience.org. 2024>. Acessado em 09 ago. 2025.

HIRAKURI, M. **Sistema de produção de soja: alternativas para o controle de plantas daninhas**. Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131745/1/Circ-Tec-169.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2025.

IBGE. Tabela 1612: **Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/1612-tabela-1612-area-plantada-area-colhida-quantidade-produzida-rendimento-medio-e-valor-da-producao-das-lavouras-temporarias>>. Acesso em: 10 maio. 2025.

KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. **The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars**. In: WORLD SOYBEAN RESERACH CONFERENCE, 4., p. 994-1000, 1989.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999.

LIMA, F. S.; SOUZA, E. P.; CARVALHO, M. R. **Estratégias de manejo integrado de plantas daninhas em sistemas agrícolas**. Ciência Agronômica, v. 52, n. 3, p. 1250-1262, 2021.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. 2014.

MANCUSO. Rev. Bras. Herb v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011.

MDPI. **Global occurrence of herbicide resistance in *Eleusine indica***. Agronomy, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/11/1/96>>. Acessado em: 11 ago. 2025.

MONQUERO, P. A., GUALTIERI, S. C. J., & SILVA, A. C. **Persistência de imazetapir em diferentes tipos de solo e influência sobre o milho em sucessão.** Planta Daninha, 26(1), 149–158. 2008.

MONQUERO, P. A., GUALTIERI, S. C. J., & SILVA, A. C. **Persistência de herbicidas no solo e seus efeitos nas culturas subsequentes.** Planta Daninha, 31(2), 295–305. 2013.

MUELLER, C. T.; BOSWELL, B.W.; MUELLER, S.S.; STECKEL, L.E. **Dissipation of Fomesafen, Saflufenacil, Sulfentrazone, and Flumioxazin from a Tennessee Soil under Field Conditions.** Weed Science, v.62, n.4, p.664-671, 2014.

OLIVEIRA, T. A.; PEREIRA, J. R. **Técnicas mecânicas no controle de plantas daninhas: capim pé de galinha.** Agropecuária em Foco, v. 9, n. 1, p. 78-85, 2017.

REVISTA CULTIVAR. **Impactos do capim-pé-de-galinha na cultura da soja e a importância do manejo integrado.** 2021. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/impactos-do-capim-pe-de-galinha-na-cultura-da-soja-e-a-importancia-do-manejo-integrado>>. Acesso em: 17 ago. 2025.

RODRIGUES, B. N., & ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 7. ed. Londrina: Edição dos Autores. 2018.

SILVA, J. A. G., FERREIRA, E. A., GALON, L., & ASPIAZÚ, I. **Carryover de flumioxazina na cultura da soja: efeitos de diferentes doses e condições de solo.** Revista Brasileira de Herbicidas, 15(4), 372–380. 2016.

SANTOS, C. F.; ALMEIDA, V. R.; MOTA, L. R. **Manejo cultural de plantas daninhas em soja e milho.** Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n. 4, p. 321-330, 2018.

SILVA, A. A., & SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Viçosa: UFV. 2007.

UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE. **Bixlozone – Pesticide Properties Database (PPDB).** 2024. Disponível em: <<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/3285.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2025.

SILVA, W. L. **Sistemas de cultivo e manejo do solo em áreas de soja.** 2020. Disponível em: <https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_1/2022-05-16-10-51-512020-10-14-06-47-46disserta%C3%A7%C3%A3o_%20Wilton%20Lessa%20Silva.pdf> Acesso em: 17 jul. 2025.

WEEDOUT. **Bixlozona: herbicida de ação inovadora e pré-emergente.** Weedout, 2023. Disponível em: <https://weedout.com.br/bixlozona/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

WEEDSCIENCE. **International Herbicide-Resistant Weed Database.** 2025. Disponível em: <<https://www.weedscience.org/Pages/case.aspx?ResistID=5245>>. Acessado em 10 ago. 2025.