

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS -  
*CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Wesley Camargos Alves da Silva

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR MEIO DE ALELOPATIA: uma alternativa  
diante dos contoles convencionais**

São João Evangelista

2025

WESLEY CAMARGOS ALVES DA SILVA

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR MEIO DE ALELOPATIA: uma alternativa  
diante dos controles convencionais**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Agronomia, do  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus*  
–São João Evangelista, para obtenção do  
grau de bacharel em Agronomia.  
Orientador: Dr. Alisson José Eufrásio de  
Carvalho

São João Evangelista

2025

---

S586c Silva, Wesley Camargo da.

Controle de plantas daninhas por meio de alelopatia: uma alternativa diante dos controles convencionais. /Wesley Camargo da Silva. – 2026.

41.

Orientador: Alisson José Eufrásio de Carvalho.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2026.

1. Aleloquímicos. 2. Sustentabilidade. 3. Manejo integrado.  
I. de Carvalho, Alisson José Eufrásio. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista. III. Título.

CDD 632.58

---

Catálogo: Rejane Valéria Santos - CRB-6/2907

Wesley Camargos Alves da Silva

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR MEIO DE ALELOPATIA:** Uma alternativa  
diante dos controles convencionais

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Agronomia, do  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus*  
–São João Evangelista, para obtenção do  
grau de bacharel em Agronomia.

Aprovado em 19/12/2025 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente



ALISSON JOSE EUFRASIO DE CARVALHO

Data: 10/02/2026 21:15:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Alisson José Eufrásio de Carvalho (Orientador)  
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Documento assinado digitalmente



RAFAEL CARLOS DOS SANTOS

Data: 11/02/2026 06:59:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos  
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Documento assinado digitalmente



LUIZ FELIPE DE OLIVEIRA

Data: 11/02/2026 04:56:58-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Luiz Felipe de Oliveira

## AGRADECIMENTOS

Foi uma longa caminhada até aqui, iniciando em 2011 no curso técnico em agropecuária nem imaginava o tamanho da história que construiria no IFMG – *Campus* São João Evangelista.

Veio a Agronomia, o curso técnico em agrimensura, foram anos de muitas lutas, amizades, aprendizados e principalmente crescimento, tanto pessoal quanto profissional.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me capacitar e permitir seguir no caminho correto independente das dificuldades, gostaria de agradecer a minha mãe Zilda Camargos e ao meu pai Luciano Rodrigues por todo apoio financeiro e emocional, e por nunca medirem esforços para me ajudar vencer cada etapa.

Agradeço também a minha esposa Érica pela parceria, paciência e companherismo ao longo de toda jornada, ao meu irmão Lucas Camargos pelo companherismo, pelas lutas e dificuldade enfrentadas juntos.

Ao meu filho Adan Camargos, obrigado por ser direção, por me dar um motivo para ir além a cada dia que passa.

E por último mas não menos importante, o meu muito obrigado a cada professor e a cada servidor do *Campus*, desde o porteiro com seus ótimos conselhos, até as cantineiras com uma alegria sem igual para nos servir sem medir esforços todos esses anos.

Grande abraço a todos vocês e a todos os amigos feitos durante toda a jornada, vocês foram essenciais para o cumprimento dessa jornada e para o meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

A crescente preocupação com os impactos ambientais e econômicos do uso intensivo de herbicidas sintéticos tem incentivado a busca por alternativas sustentáveis no manejo de plantas daninhas. As plantas daninhas são consideradas um dos principais fatores de redução da produtividade agrícola, pois competem com as culturas por luz, água e nutrientes. Esses efeitos resultam em perdas significativas de rendimento, aumento nos custos de produção e redução da qualidade do produto colhido, o que reforça a necessidade de estratégias de controle mais eficientes e ambientalmente seguras. Nesse contexto, a alelopatia, definida como a interação bioquímica entre plantas por meio da liberação de compostos secundários, apresenta-se como uma estratégia promissora. Esses aleloquímicos podem interferir na germinação, no crescimento e no desenvolvimento de espécies competidoras, reduzindo a pressão das plantas daninhas sobre as culturas agrícolas. O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre o potencial da alelopatia no manejo de plantas daninhas, destacando os principais mecanismos envolvidos, as espécies vegetais com efeito alelopático comprovado e as perspectivas de utilização prática. Diversos estudos relatam que extratos e resíduos de plantas, como sorgo, arroz e cártamo, apresentam efeitos inibitórios significativos sobre espécies invasoras, podendo reduzir a necessidade do controle químico. Além disso, práticas como o uso de coberturas vegetais e a rotação de culturas podem potencializar os efeitos alelopáticos, favorecendo sistemas agrícolas mais equilibrados e menos dependentes de insumos externos. Entretanto, a aplicação prática da alelopatia ainda enfrenta desafios, como a variabilidade dos resultados em campo, a complexidade das interações ecológicas e a necessidade de padronização metodológica nos estudos. Apesar dessas limitações, a alelopatia se destaca como uma ferramenta complementar no manejo integrado de plantas daninhas, contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola e para a redução dos impactos ambientais associados ao uso indiscriminado de herbicidas.

**Palavras-chave:** Aleloquímicos. Sustentabilidade. Manejo integrado.

## ABSTRACT

Growing concern about the environmental and economic impacts of the intensive use of synthetic herbicides has encouraged the search for sustainable alternatives in weed management. Weeds are considered one of the main factors in reducing agricultural productivity, as they compete with crops for light, water, and nutrients. These effects result in significant yield losses, increased production costs, and reduced crop quality, reinforcing the need for more efficient and environmentally safe control strategies. In this context, allelopathy, defined as the biochemical interaction between plants through the release of secondary compounds, presents a promising strategy. These allelochemicals can interfere with the germination, growth, and development of competing species, reducing weed pressure on agricultural crops. This study aims to review the literature on the potential of allelopathy in weed management, highlighting the main mechanisms involved, the plant species with proven allelopathic effects, and the prospects for practical use. Several studies report that extracts and residues from plants such as sorghum, rice, and safflower have significant inhibitory effects on invasive species, potentially reducing the need for chemical control. Furthermore, practices such as the use of cover crops and crop rotation can enhance allelopathic effects, favoring more balanced agricultural systems that are less dependent on external inputs. However, the practical application of allelopathy still faces challenges, such as the variability of field results, the complexity of ecological interactions, and the need for methodological standardization in studies. Despite these limitations, allelopathy stands out as a complementary tool in integrated weed management, contributing to the sustainability of agricultural production and reducing the environmental impacts associated with the indiscriminate use of herbicides.

**Keywords:** Allelochemicals. Sustainability. Integrated management.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Plantas daninhas no ambiente de cultivo.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Métodos de controle de plantas daninhas.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Resistencia de plantas daninhas a herbicidas.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Alelopatia .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5. Principais mecanismos de ação alelopática sobre plantas daninhas.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6. Alelopatia na supressão de plantas daninhas .....</b>	<b>21</b>
<b>3.7. Alelopatia de plantas no controle de picão preto (<i>Bidens pilosa</i>) .....</b>	<b>22</b>
<b>3.8. Alelopatia de plantas no controle de <i>Amaranthus</i> sp. ....</b>	<b>23</b>
<b>3.9. Alelopatia de especies nativas no controle de plantas daninhas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.10. Culturas agrícolas com potencial alelopatico no controle de plantas daninhas ..</b>	<b>26</b>
<b>3.11. Fatores ambientais que influenciam a alelopatia .....</b>	<b>27</b>
<b>3.12. Persistencia e liberaçao de aleloquimicos no solo.....</b>	<b>28</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui vocação natural para a agricultura. Sua vasta extensão territorial, combinada a fatores edafoclimáticos como solo fértil, elevada luminosidade, disponibilidade hídrica e clima favorável, associada ao domínio de tecnologias de produção agrícola, confere ao país posição de destaque no cenário global como um dos principais produtores e exportadores de alimentos e fibras (TENÓRIO, 2011).

No entanto, o cultivo intensivo de monoculturas, aliado ao uso crescente de agroquímicos, tem ocasionado problemas fitossanitários às lavouras, danos ambientais e impactos à saúde dos produtores, evidenciando sinais de esgotamento do modelo convencional de agricultura (RODRIGUES, 2016). Um dos principais agravantes é a utilização incorreta e indiscriminada de agrotóxicos, que pode resultar na acumulação de resíduos nos alimentos e na contaminação do meio ambiente (ANDRADE *et al.*, 2023).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC, 2024), análise recente revelou que aproximadamente 50% dos alimentos ultraprocessados avaliados apresentaram resíduos de agrotóxicos, evidenciando a ampla contaminação química presente nesse grupo de produtos alimentícios. Essas substâncias podem atingir espécies que não são alvo do processo de controle, incluindo seres humanos, além de contaminarem compartimentos abióticos do ecossistema, como água, ar e solo (PEVASPEA, 2018). Segundo a mesma publicação, pesticidas e seus componentes geram impactos negativos ao solo, provocando desequilíbrios na microbiota, redução da variabilidade genética de espécies animais e vegetais e contaminação atmosférica por deriva, que pode alcançar os recursos hídricos.

O estado do Espírito Santo destaca-se atualmente como a unidade da federação com o maior coeficiente de incidência de intoxicação exógena por agrotóxico, registrando cerca de 303,9 casos por 100 000 habitantes no período de 2021–2022 (BRASIL, 2023). O Paraná, por sua vez, permanece entre os estados com maior número absoluto de notificações (PARANÁ, 2022).

Além disso, o país registrou recorde no número e aprovações de agrotóxicos em 2024, contabilizando 663 novas autorizações, segundo dados do Ministério da Agricultura (MAPA) (IG, 2025). Todavia vale salientar que a maior parte dessas aprovações não se refere a moléculas completamente novas, mas sim a produtos formulados genéricos que de acordo com dados do Ministério da Agricultura, 327 desses registros são “formulados genéricos”, baseados

em ingredientes ativos já existentes ou com patentes expiradas (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2025). E apenas 3 novos produtos técnicos (novas moléculas) e 12 novos produtos formulados com ingredientes ativos inéditos foram registrados em 2024, segundo dados compilados pela consultoria AllierBrasil com base no MAPA. Nesse sentido, ainda que a maior parte dos registros não represente novas moléculas, a ampliação do número de formulações disponíveis pode intensificar a exposição ambiental e ocupacional, ampliando a carga química já presente nos ecossistemas e aumentando a probabilidade de efeitos adversos, especialmente em regiões agrícolas com uso intensivo de agrotóxicos (RIGOTTO *et al.*, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015; PIGNATI *et al.*, 2017;).

Nesse cenário, Lima e Sabino (2019) ressaltam a necessidade de desenvolver metodologias de controle alternativo capazes de impulsionar práticas como a agricultura orgânica, preservando a saúde do ambiente, dos produtores e dos consumidores. Ainda segundo os autores, instituições ligadas ao setor agropecuário têm fomentado pesquisas voltadas à criação de técnicas que minimizem o impacto do uso de agrotóxicos e fortaleçam a agricultura “limpa”, livre de resíduos de contaminantes químicos. Nesse contexto, diversas formas de controle podem ser aplicadas sem o uso de defensivos químicos, como o controle cultural, físico, mecânico e biológico (CARVALHO, 2013).

Entre as estratégias de controle alternativo, destaca-se a introdução de extratos vegetais com potencial alelopático, que tendem a aumentar a eficácia no manejo de plantas infestantes (COSTA *et al.*, 2018). Esses métodos, que dispensam agroquímicos, têm sido estudados como forma de reduzir os impactos ambientais e à saúde humana. A alelopatia, segundo a Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA), é “a ciência que estuda qualquer processo que envolva metabólitos secundários sintetizados por plantas, algas, fungos e bactérias que irão influenciar o crescimento e desenvolvimento dos sistemas biológicos” (ALLEM, 2010). Trata-se, portanto, da influência direta ou indireta de um organismo (planta, alga ou microrganismo) sobre outro, podendo ser benéfica ou prejudicial (QUINTÃO *et al.*, 2004).

A liberação dessas substâncias químicas no meio provoca interações com outros organismos presentes, estimulando ou inibindo seu desenvolvimento e crescimento (RICE, 1984). Essa interferência é mediada por biomoléculas denominadas aleloquímicos, sintetizadas e liberadas pelo organismo. O processo envolve uma complexa cadeia de comunicação química entre os seres envolvidos (QUINTÃO *et al.*, 2004). Nos vegetais, tais compostos, oriundos do

metabolismo secundário, são liberados no ambiente e no solo por meio de exsudados radiculares ou de substâncias voláteis. A alelopatia, portanto, configura-se como uma ferramenta promissora para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD).

Dessa forma, o presente estudo tem como propósito revisar a literatura científica referente ao potencial da alelopatia no manejo de plantas daninhas, abordando os principais mecanismos de ação, as espécies vegetais com atividade alelopática comprovada e as perspectivas de aplicação prática dessa interação ecológica.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, realizada por meio de revisão bibliográfica, cujo foco central é a alelopatia como método alternativo para o controle de plantas daninhas. A pesquisa foi estruturada com o objetivo de identificar, selecionar e analisar publicações científicas que tratam dos mecanismos alelopáticos, dos compostos aleloquímicos e da aplicação prática da alelopatia no manejo de plantas daninhas, em comparação com os métodos convencionais utilizados na agricultura.

O levantamento bibliográfico foi conduzido a partir da observação do cenário agrícola atual, considerando as limitações dos métodos tradicionais de controle, baseados predominantemente no uso de herbicidas químicos, e a necessidade de alternativas sustentáveis. Dessa forma, os eixos temáticos e o recorte do estudo foram definidos visando compreender a contribuição da alelopatia como estratégia ecológica e complementar no manejo de plantas daninhas.

A seleção do material envolveu artigos científicos, dissertações, teses, livros e documentos técnicos. As buscas foram realizadas nas bases de dados ScienceDirect, SciELO (Scientific Electronic Library Online), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), Google Acadêmico e no repositório da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Também foram consideradas referências adicionais localizadas por meio de busca manual em bibliografias de estudos relevantes.

Os critérios de inclusão adotados foram: publicações disponíveis integralmente; estudos publicados, preferencialmente, entre 2015 e 2025; trabalhos que abordassem diretamente a temática da alelopatia ou sua aplicação no manejo de plantas daninhas; materiais com clareza metodológica e relevância para o tema.

Foram incluídos, excepcionalmente, estudos clássicos ou pioneiros anteriores ao recorte temporal, desde que considerados fundamentais para a compreensão teórica do tema e que não possuíssem atualizações equivalentes. Foram excluídos trabalhos duplicados, textos sem rigor científico, resumos simples e publicações que não apresentassem relação direta com o tema central.

A análise dos materiais selecionados foi conduzida de forma descritiva e comparativa, permitindo identificar avanços, limitações, lacunas e perspectivas de uso da alelopatia como alternativa sustentável no controle de plantas daninhas.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Plantas daninhas no ambiente de cultivo**

Um dos principais entraves na produção de alimentos é o potencial competitivo das plantas daninhas (PITELLI, 2015). Estas são consideradas um dos fatores mais preocupantes da atividade agrícola (VASCONCELOS; SILVA; LIMA, 2012), devido aos efeitos diretos sobre as culturas, como o alto grau de interferência, e aos efeitos indiretos, como o aumento do custo de produção, a dificuldade na colheita, a depreciação da qualidade do produto e a função de hospedeiras de pragas e doenças. Por esse motivo, faz-se necessário o manejo dessas plantas durante o período crítico de competição (KARAM, 2008).

São consideradas plantas daninhas aquelas que crescem em locais onde não são desejadas e que causam prejuízos às atividades humanas. Em áreas de produção agrícola, enquadram-se nessa definição as espécies que reduzem a produtividade, comprometem a qualidade do produto (tamanho, peso e aparência), dificultam a colheita, demandam maior tempo e recursos para o controle, elevam o custo de produção ou apresentam toxicidade para seres humanos e animais (SKORA NETO, 2022).

Essas plantas podem ser classificadas de diversas maneiras, e uma das categorizações mais empregadas no manejo agrícola distingue-as entre espécies de folhas estreitas (monocotiledôneas) e espécies de folhas largas (dicotiledôneas), essa separação é amplamente adotada por especialistas porque reflete diferenças estruturais e funcionais que interferem diretamente na dinâmica competitiva das espécies (LORENZI, 2014). Segundo Pitelli (2015), as plantas de folhas estreitas, predominantemente gramíneas, apresentam folhas lineares, sistema radicular fasciculado e ciclo geralmente anual, características que favorecem o rápido estabelecimento e ocupação de áreas no ambiente de cultivo.

Em contraste, as plantas daninhas de folhas largas possuem limbo foliar expandido, venação reticulada e elevada variabilidade morfológica, abrangendo famílias como *Asteraceae* e

*Amaranthaceae* (SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2020). Essas espécies tendem a aumentar a competição por luz, espaço e nutrientes devido à sua arquitetura mais volumosa, e sua plasticidade adaptativa intensifica a persistência em sistemas agrícolas diversos (VARGAS; ROMAN, 2004).

Outra classificação refere-se quanto ao ciclo de vida, podendo ser divididas entre plantas anuais ou perenes, distinção fundamental para o planejamento do manejo, uma vez que espécies anuais completam seu ciclo, da germinação à produção de semente, em poucos meses, caracterizando alta capacidade de colonização em áreas recém-disturbadas (PITELLI, 2015; LORENZI, 2014). Em contraste, as plantas daninhas perenes apresentam ciclo superior a dois anos e persistem no ambiente por meio de estruturas vegetativas como rizomas, estolões, tubérculos e raízes gemíferas, o que lhes confere elevada capacidade de rebrota e maior dificuldade de controle mecânico e químico (VARGAS; ROMAN, 2004; SILVA; SOUZA; FERREIRA, 2020).

De forma geral a presença de plantas daninhas no ambiente de cultivo interfere no processo produtivo ao competir por recursos essenciais como água, luz e nutrientes (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Culturas de grande importância econômica, como soja, milho e feijão, podem sofrer perdas significativas quando convivem com plantas infestantes. A redução no potencial produtivo da soja pode chegar a 10%; na cultura do milho, a redução pode alcançar 65%; e, no feijão, o percentual pode atingir até 90% (DURIGAN, 2009; CARDOSO *et al.*, 2010; GANTOLI; AYALA; KRUK, 2013; SILVA).

A elevada capacidade de produção de sementes constitui uma estratégia fundamental para a sobrevivência das plantas daninhas, especialmente frente aos estresses ocasionados pelas práticas agrícolas e seus métodos de controle, que, ao atingirem o solo, interagem diretamente com o banco de sementes e influenciam sua dinâmica (REDIN *et al.*, 2022).

Para minimizar a interferência das plantas daninhas, é fundamental recorrer a métodos diretos de controle (CARVALHO, 2013). Entretanto, no sistema de cultivo convencional, o manejo é predominantemente realizado por meio de herbicidas (BARBOSA, 2018). Essa dependência crescente de defensivos químicos levanta preocupações relacionadas à sustentabilidade agrícola, à qualidade dos alimentos e à saúde dos consumidores (CAPORAL, 2009), especialmente diante da perda de eficiência de alguns produtos devido ao surgimento de biótipos resistentes (HEAP, 2023).

Dessa forma, torna-se necessário adotar alternativas eficientes e sustentáveis, como métodos preventivos, biológicos, culturais, mecânicos e físicos (DEUBER, 2006). A eficiência do controle está diretamente ligada ao uso integrado de diferentes práticas agrícolas, buscando reduzir custos e aumentar a efetividade (KARAM, 2008). A combinação de dois ou mais métodos de manejo caracteriza o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) (MACIEL, 2014).

### **3.2. Métodos de controle de plantas daninhas**

De maneira didática, o controle de plantas daninhas pode ser agrupado em cinco categorias principais: preventivo, cultural, mecânico, biológico e químico (FERREIRA *et al.*, 2022). Conforme salientam os autores, a seleção do método mais apropriado deve considerar o tipo de sistema agrícola adotado, as espécies infestantes existentes na área, além de aspectos sociais e econômicos que influenciam o manejo.

O manejo preventivo consiste em um conjunto de práticas destinadas a impedir que espécies de plantas daninhas sejam introduzidas, se estabeleçam ou se disseminem em áreas ainda não infestadas (SILVA *et al.*, 2007). Segundo o mesmo autor, essa abordagem é considerada uma das estratégias mais econômicas e eficientes no manejo, pois atua antes que a planta daninha cause prejuízos à cultura. Entre as medidas preventivas mais comuns estão a utilização de sementes e mudas livres de contaminantes, a limpeza de máquinas e implementos agrícolas antes de sua entrada na área de cultivo, a restrição do trânsito de animais provenientes de áreas infestadas e o monitoramento constante para a detecção precoce de focos de infestação.

O manejo cultural baseia-se no emprego de práticas agrícolas que favorecem o desenvolvimento da cultura e, simultaneamente, dificultam a proliferação das plantas daninhas (BALBINOT JÚNIOR apud EMBRAPA, 2020). Isso inclui a seleção de cultivares mais competitivas e adaptadas, a rotação de culturas, a escolha de densidades e espaçamentos adequados, adubação equilibrada e a manutenção de cobertura do solo. Tais técnicas reduzem a disponibilidade de recursos como luz, água e nutrientes às plantas indesejáveis, contribuindo para minimizar sua interferência no sistema produtivo (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

Já o controle biológico de plantas daninhas envolve o emprego de agentes vivos, como fungos, bactérias, vírus ou insetos, capazes de reduzir o crescimento ou eliminar essas

espécies indesejadas. Esse tipo de abordagem tem sido amplamente identificado pelo termo bioherbicida (BITTENCOURT; FRANZENER, 2013; GALON *et al.*, 2016). O controle mecânico é caracterizado pela utilização de métodos que promovem a destruição direta das plantas daninhas (SILVA; SILVA; MARTINS, 2018). Nesse sistema, os instrumentos mais empregados podem ser tracionados manualmente, por força animal ou por máquinas (SILVA *et al.*, 2011).

O manejo químico é caracterizado pelo uso de herbicidas para controlar ou eliminar plantas daninhas, sendo amplamente adotado em sistemas agrícolas devido à sua elevada eficiência, ação rápida e praticidade operacional (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Os herbicidas podem ser classificados segundo diferentes critérios, como o momento de aplicação (pré ou pós-emergência), o local de ação (solo ou parte aérea) e o mecanismo de ação (OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011).

No entanto, o uso contínuo e sem planejamento adequado desses produtos pode provocar o desenvolvimento de resistência nas populações infestantes, além de impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo e da água (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2016; CARVALHO, 2013). Por isso, recomenda-se que o controle químico seja integrado a outros métodos, dentro de um programa de manejo integrado de plantas daninhas, com a rotação de ingredientes ativos, alternância de mecanismos de ação e o respeito às doses e épocas de aplicação indicadas, de modo a garantir a eficiência do controle e prolongar a vida útil dos herbicidas disponíveis (FERREIRA *et al.*, 2022).

A resistência de plantas daninhas representa um dos principais desafios para o manejo agrícola, pois, com o passar do tempo, a repetição do uso de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação promove a perda gradual de eficiência desses produtos. Esse fenômeno ocorre porque a pressão seletiva elimina os indivíduos suscetíveis e favorece a sobrevivência dos resistentes, que se multiplicam e passam a predominar na área cultivada (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2016; CARVALHO, 2013).

Como consequência, doses previamente eficazes deixam de controlar a população, levando os produtores a aumentarem a quantidade de herbicidas aplicados ou a utilizarem misturas de produtos, o que acarreta maior custo, risco de impactos ambientais e contaminação dos recursos naturais (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Assim, a perda de eficiência dos

herbicidas exige a adoção de estratégias de manejo integrado, que combinem métodos químicos e não químicos para reduzir a pressão de seleção e prolongar a vida útil dos produtos disponíveis.

### 3.3. Resistência de plantas daninhas a herbicidas

A resistência pode ser definida como a habilidade adquirida por determinados indivíduos de uma população (biótipos) em sobreviver e reproduzir-se mesmo após a aplicação de herbicidas que normalmente seriam eficazes sobre outros indivíduos da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2016). Esse fenômeno ocorre, principalmente, em função da pressão de seleção imposta pelo uso frequente e prolongado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, o que favorece a multiplicação dos biótipos resistentes e, conseqüentemente, a formação de populações resistentes (CARVALHO, 2013).

Além disso, em sistemas produtivos como a cultura da soja, a ocorrência de espécies como buva (*Conyza* spp.) e caruru (*Amaranthus* spp.) tem sido associada ao uso repetitivo de herbicidas com mecanismos de ação semelhantes, o que intensifica o problema da resistência e dificulta o manejo químico nessas áreas (NICOLAI *et al.*, 2022).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é considerada um dos maiores desafios da agricultura moderna, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Esse fenômeno é resultado da seleção de indivíduos que apresentam mecanismos naturais de tolerância, os quais passam a predominar nas populações após repetidas aplicações de herbicidas semelhantes. Dessa forma, a diversidade genética dentro da população favorece a sobrevivência de biótipos resistentes, tornando o controle cada vez menos eficiente (VARGAS; ROMAN, 2004).

Os mecanismos de resistência podem envolver alterações no local de ação do herbicida, aumento na capacidade de metabolização ou detoxificação dos compostos, além de modificações na absorção e translocação dentro da planta (DÉLYE; JASIENIUK; LE CORRE, 2013; HEAP, 2023). Esses processos dificultam a ação do herbicida e permitem que as espécies resistentes mantenham seu crescimento e reprodução normalmente, mesmo em condições de alta pressão química (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

A disseminação de espécies resistentes, como a buva e capim-amargoso (*Digitaria insularis*), em lavouras de soja e milho no Brasil tem causado sérios impactos econômicos, pois

aumenta os custos de produção e exige mudanças frequentes nas estratégias de manejo. Além disso, a necessidade de elevar as doses ou realizar misturas de herbicidas amplia o risco de contaminação ambiental e pode comprometer a qualidade dos recursos naturais (HEAP, 2023).

Diante desse cenário, o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) surge como uma alternativa indispensável para reduzir a pressão de seleção e prolongar a vida útil dos herbicidas disponíveis. Esse manejo envolve a combinação de práticas preventivas, culturais, mecânicas e biológicas associadas ao controle químico, priorizando a rotação de mecanismos de ação e a diversificação de estratégias para diminuir a dependência exclusiva dos herbicidas (OLIVEIRA JR.; INOUE, 2011).

Nesse contexto, a busca por estratégias alternativas e sustentáveis no manejo de plantas daninhas tem se intensificado, visando reduzir a dependência exclusiva do controle químico e, conseqüentemente, minimizar o avanço da resistência. Entre essas alternativas, a alelopatia desponta como uma ferramenta promissora, uma vez que o uso de plantas ou extratos vegetais com potencial alelopático pode inibir a germinação e o crescimento de espécies invasoras (KATO-NOGUCHI; MORITA, 2022; MURTHY *et al.*, 2025). Assim, a exploração desses mecanismos naturais representa não apenas uma forma de diversificar as táticas de manejo, mas também uma oportunidade de desenvolver bioherbicidas que possam complementar ou substituir parcialmente os herbicidas sintéticos, contribuindo para sistemas agrícolas mais equilibrados e sustentáveis (SOUZA FILHO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2020).

Registros de novos pesticidas na Environmental Protection Agency (EPA), nos EUA, durante o período de 1997-2010, indicam que 69,3% dos novos princípios ativos são oriundos de produtos naturais, mostrando claramente a importância dos estudos na área para o desenvolvimento de novos produtos comerciais (Cantrell *et al.*, 2012). Esses metabólitos podem ter um papel muito importante no desenvolvimento de agroecossistemas mais sustentáveis, especialmente para reduzir a necessidade de utilizar agroquímicos com custo elevado e que podem representar uma ameaça à saúde humana e ao equilíbrio ambiental (BHANDARI *et al.*, 2023; SHAN *et al.*, 2023).

### 3.4. Alelopatia

Alelopatia é um fenômeno ecológico em que determinadas plantas e microrganismos liberam compostos químicos no ambiente, capazes de influenciar o crescimento e o desenvolvimento de outras espécies (RIZVI *et al.*, 2019; KATO-NOGUCHI; MORITA, 2022). Esses compostos, conhecidos como aleloquímicos, podem ter efeito inibitório ou estimulante, e sua utilização na agricultura tem sido explorada como alternativa sustentável aos herbicidas sintéticos, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para a promoção de sistemas agrícolas mais equilibrados (MACÍAS *et al.*, 2015).

Estudos recentes têm demonstrado como fatores bióticos e abióticos modulam a produção de aleloquímicos, e conseqüentemente, a eficácia da alelopatia nas interações “planta-planta.” (SHAN *et al.*, 2023).

Na área agrícola, a aplicação prática da alelopatia pode ocorrer por meio do cultivo consorciado e da rotação de culturas, utilizando espécies com potencial alelopático para reduzir a germinação e o estabelecimento de plantas daninhas. Essas práticas contribuem para a otimização do uso de recursos como luz, água e nutrientes, além de diminuir a necessidade de controle químico, favorecendo o manejo integrado (BAUMANN *et al.*, 2022).

Outra estratégia consiste na utilização de cobertura morta com resíduos vegetais de espécies alelopáticas. Durante a decomposição, esses materiais liberam aleloquímicos no solo, o que dificulta o desenvolvimento de plantas indesejáveis e, simultaneamente, melhora a fertilidade e a estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de umidade (CHEEMA *et al.*, 2021).

O avanço da pesquisa em melhoramento genético também tem favorecido o desenvolvimento de cultivares com maior capacidade alelopática (WORTHINGTON; REBER; REICHMAN, 2022; ZHANG *et al.*, 2023). Essa abordagem visa obter plantas que, além de apresentarem boas características agrônômicas, possuam a habilidade natural de suprimir espécies invasoras, fortalecendo práticas agrícolas mais sustentáveis e menos dependentes de insumos químicos (KIM; SHIN, 2000; SCHULZ; TABAGLIO, 2024).

### 3.5. Principais mecanismos de ação alelopática sobre plantas daninhas

A alelopatia consiste na liberação de compostos químicos capazes de interferir diretamente no desenvolvimento de espécies vizinhas, reduzindo germinação, crescimento e capacidade competitiva de plantas daninhas nos agroecossistemas (BHANDARI *et al.*, 2023; MURTHY *et al.*, 2025). O conhecimento desses mecanismos contribui para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de manejo, reduzindo a dependência de herbicidas sintéticos (RICE, 2012; GOMIDE *et al.*, 2019).

A inibição da germinação é um dos mecanismos mais conhecidos, sendo resultado da ação de fenóis, taninos e terpenos que bloqueiam processos metabólicos iniciais, como embebição e respiração celular (KATO-NOGUCHI, 2024; SHAN *et al.*, 2023). Isso impede a emergência de espécies daninhas como *Bidens pilosa* e *Amaranthus spp.*, reduzindo sua competitividade (WEIR; PARK; VIVANCO, 2004; SILVA *et al.*, 2020).

Outro mecanismo relevante da alelopatia no controle de plantas daninhas está relacionado às alterações no desenvolvimento do sistema radicular. (INDERJIT; DUKE, 2003). Segundo os mesmos autores, diversos aleloquímicos atuam interferindo diretamente em processos celulares essenciais, especialmente nos meristemas radiculares. Compostos fenólicos, terpenoides e ácidos orgânicos podem inibir a divisão celular ao afetarem a formação do fuso mitótico, desorganizando microtúbulos e comprometendo a progressão do ciclo celular. Em decorrência desse processo ocorre levando a redução da taxa de mitose e retardamento do crescimento das raízes primárias e secundárias.

Além disso, alguns aleloquímicos provocam alterações estruturais nas membranas plasmáticas, aumentando sua permeabilidade e levando à perda de integridade celular. Esse processo está associado a fuga de íons e desbalanceamento osmótico, resultando em danos às células da epiderme radicular. Isso dificulta o alongamento celular, e a formação e funcionalidade dos pelos absorventes, estruturas fundamentais para a absorção de água e nutrientes. Assim, mesmo que a raiz se desenvolva parcialmente, sua capacidade de captação nutricional é seriamente comprometida (SOUZA *et al.*, 2021).

Os compostos alelopáticos também podem atuar promovendo desregulação hormonal, interferindo diretamente na síntese, no transporte e na sinalização de fitormônios como auxinas (AIA) e giberelinas (GA) (DUKE *et al.*, 2020). Segundo os mesmos autores muitos

aleloquímicos fenólicos e terpenoides podem inibir enzimas envolvidas na biossíntese de auxinas, reduzindo sua concentração nos tecidos meristemáticos ou bloqueando o transporte polar de auxina, ao afetarem proteínas transportadoras como PIN e AUX1, resultando em distribuição desigual do hormônio ao longo do caule e das raízes (DUKE *et al.*, 2020).

No caso das giberelinas, certos aleloquímicos reduzem sua produção ou bloqueiam sua sinalização, prejudicando a ativação de genes associados ao crescimento do caule e ao alongamento celular, resultando em nanismo, entrenós encurtados e atraso no desenvolvimento (LI *et al.*, 2010; HUSSAIN *et al.*, 2017).

Além disso, tanto a deficiência de auxinas quanto de giberelinas pode provocar clorose, uma vez que, a interrupção hormonal afeta a formação de cloroplastos e a síntese de pigmentos fotossintéticos, fazendo a planta apresentar menor taxa fotossintética e redução de eficiência metabólica (CARVALHO; ALMEIDA, 2018).

O último mecanismo amplamente descrito na literatura envolve a indução de estresse oxidativo, desencadeada pela ação de aleloquímicos que estimulam a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), como ânion superóxido ( $O_2^-$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e radical hidroxila (OH). Em condições normais, as plantas mantêm um equilíbrio entre geração e detoxificação dessas moléculas; entretanto, muitos aleloquímicos rompem esse balanço ao inibir enzimas antioxidantes como superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidases (POD), reduzindo a capacidade da planta de neutralizar as EROs (DAYAN, 2020).

O acúmulo de espécies reativas leva à peroxidação lipídica, processo no qual EROs atacam fosfolipídios das membranas celulares, causando perda de integridade, aumento da permeabilidade e extravasamento de solutos. Essas alterações acarretam danos estruturais comprometendo o funcionamento de organelas sensíveis ao estresse oxidativo, especialmente cloroplastos e mitocôndrias. Nos cloroplastos, afetam pigmentos fotossintéticos e proteínas do fotossistema II, reduzindo a eficiência fotossintética e diminuindo a taxa de fixação de carbono (SANTOS *et al.*, 2022).

Assim, os aleloquímicos afetam diversos processos fisiológicos essenciais, tornando a alelopatia uma tecnologia promissora para o manejo integrado de plantas daninhas. Contudo, ainda há desafios quanto à estabilidade dos compostos no solo e à variabilidade de respostas entre espécies daninhas, exigindo mais pesquisas para sua ampla aplicação agrícola (DAYAN; DUKE, 2014; OLIVEIRA; CORREIA, 2021).

### 3.6. Alelopatia na supressão de plantas daninhas

As substâncias, conhecidas como aleloquímicos são liberadas por meio de volatilização ou lixiviação e, ao atingir concentrações adequadas, interferem no desenvolvimento de plantas e microrganismos presentes no ambiente (ALMEIDA, 1991).

Os compostos secundários, conhecidos como aleloquímicos, estão presentes em diferentes órgãos vegetais, porém tendem a se concentrar principalmente nas folhas, devido ao fato de este ser o órgão metabolicamente mais ativo da planta, apresentando também maior diversidade de substâncias com potencial alelopático (REIGOSA *et al.*, 2013; TUR *et al.*, 2010). De acordo com Matsumoto *et al.* (2010), tais compostos podem ser modificados para potencializar sua atividade biológica sobre outras espécies vegetais, configurando-se como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de herbicidas naturais. Esses produtos, por sua vez, apresentam menor risco de causar os efeitos nocivos associados aos herbicidas sintéticos (MALHEIROS; PERES, 2001).

Diversas espécies cultivadas e espontâneas apresentam potencial alelopático e, por isso, vêm sendo estudadas como alternativas ou complementos aos métodos convencionais de controle, especialmente ao uso de herbicidas sintéticos.

A Tabela 1 apresenta exemplos de plantas com potencial alelopático, as espécies receptoras afetadas, os efeitos observados e as respectivas referências.

Tabela 1– Exemplos de plantas com potencial alelopático, espécies receptoras e efeitos observados.

Planta doadora	Planta receptora	Efeito causado	Referência
Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	<i>Echinochloa crus-galli</i> (capim-arroz)	Produção de momilactona B, que inibe a germinação e o crescimento do capim-arroz.	OLOFSDOTTER, M. <i>et al.</i> 2001.
Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> )	Diversas plantas daninhas	Inibe germinação e reduz fotossíntese.	DAYAN, F. E. <i>et al.</i> 2020.
Centeio ( <i>Secale cereale</i> )	Buva ( <i>Conyza spp.</i> ), braquiária ( <i>Urochloa spp.</i> ), capim-arroz	Compostos fenólicos suprimem germinação e desenvolvimento inicial das daninhas.	BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R. 1983.
Mandioquinha-salsa ( <i>Helianthus tuberosus</i> )	<i>Digitaria sp.</i>	Redução da densidade populacional (~37–66%) após incorporação no solo.	TESIO <i>et al.</i> , 2010.
Crotalária ( <i>Crotalaria juncea</i> )	<i>Amaranthus hybridus</i> (caruru)	Inibição de crescimento (~51%) com aumento da densidade da cultura.	JONES, R. O. <i>et al.</i> 2000.
Mostarda-preta	<i>Phalaris paradoxa</i>	Compostos inibidores reduzem a	AL-SAADAWI, I. S.

Planta doadora	Planta receptora	Efeito causado	Referência
( <i>Brassica nigra</i> )		germinação e o crescimento.	<i>et al.</i> 1985.
Trigo-sarraceno ( <i>Fagopyrum esculentum</i> )	<i>Amaranthus</i> sp.	Ácidos graxos inibem crescimento e estabelecimento.	IKEDA, T.; ASAMI, T. 2000.
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	Arroz selvagem ( <i>Oryza rufipogon</i> ), tiririca ( <i>Cyperus rotundus</i> )	Extratos foliares inibem 100% a germinação do arroz selvagem; inibição parcial da tiririca.	SINGH, H. P. <i>et al.</i> 2007.
Noz-preta ( <i>Juglans nigra</i> )	Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ), alfafa ( <i>Medicago sativa</i> ), milho ( <i>Zea mays</i> )	Inibe germinação e crescimento por ação sobre inibe germinação e crescimento por ação sobre respiração e fotossíntese.	RICE, E. L. 1984.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

### 3.7. Alelopatia de plantas no controle de picão preto (*Bidens pilosa*)

O picão-preto (*Bidens pilosa* L.) é uma das principais plantas daninhas em sistemas agrícolas tropicais, com elevada capacidade de infestação em culturas como milho, soja e hortaliças (SANTOS *et al.*, 2011). Seus aquênios apresentam alto poder germinativo e são facilmente dispersos, garantindo rápida colonização de áreas agrícolas (HEAP, 2014). Além disso, a espécie apresenta competição agressiva por luz, nutrientes e água, ocasionando redução significativa da produtividade das culturas. Populações resistentes ao glifosato e a inibidores da ALS têm sido relatadas, o que torna seu manejo cada vez mais complexo (HEAP, 2014; MELO *et al.*, 2018).

Um dos grupos vegetais mais estudados no controle alelopático do picão-preto é o das poáceas. O sorgo (*Sorghum bicolor*) produz o aleloquímico sorgoleone, com comprovada inibição da germinação e do desenvolvimento radicular de várias plantas daninhas (DAYAN, 2009). Estudos têm demonstrado que resíduos culturais e extratos aquosos da cultura, aplicado diretamente sobre substrato ou incorporados ao solo podem reduzir a emergência de *B. pilosa*, interferindo nos processo fisiológico da semente essencial a sua germinação, apresentando-se como uma estratégia de manejo integrada promissora (WESTON; DUKE, 2003).

Outra fonte vegetal de destaque no manejo ecológico é o eucalipto (*Eucalyptus spp.*). Nos estudos relatados por Li *et al.* (2019), extratos foram preparados a partir de folhas frescas ou secas, submetidas à maceração ou hidrodestilação, e posteriormente aplicados ao substrato de

germinação ou diretamente às sementes de *Bidens pilosa*. Esses resultados sugerem o potencial uso de subprodutos florestais como bioherbicidas naturais, possibilitando aproveitamento integrado de resíduos agroindustriais (JABRAN *et al.*, 2015).

Plantas de cobertura também têm sido avaliadas como alternativa sustentável no manejo de *B. pilosa*. Espécies como mucuna (*Mucuna pruriens*) e crotalária (*Crotalaria juncea*) como mostrado no estudo de Melo *et al.* (2018), a palhada dessas espécies foi incorporada e distribuída sobre o solo em sistemas de plantio direto, permitindo liberação gradual de aleloquímicos durante o processo de mineralização dessa matéria orgânica atuando diretamente na supressão da emergência do picão-preto e de outras daninhas em plantio direto, por meio da liberação de compostos fenólicos que atuam na desregulação de fitormônios, como giberelinas, afetando o alongamento celular e contribuindo para a redução do crescimento inicial das plântulas. Tal abordagem é particularmente relevante em sistemas conservacionistas, onde o controle químico isolado se torna menos eficiente devido à palhada superficial proteger parcialmente as sementes da exposição aos herbicidas.

Embora a alelopatia apresente forte potencial no manejo de plantas daninhas, ainda existem desafios quanto à sua aplicação prática. Fatores ambientais podem interferir na liberação, persistência e atividade dos aleloquímicos, além da necessidade de estudos para garantir seletividade à cultura principal e padronização de formulações bioherbicidas (SCAVO; MAUROMICALE, 2020). Contudo, a tendência futura é de que o uso de compostos alelopáticos seja ampliado, especialmente como bioherbicidas e em combinação com outras técnicas do Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), contribuindo para a redução de herbicidas sintéticos e para a agricultura sustentável.

### **3.8. Alelopatia de plantas no controle de *Amaranthus sp.***

O gênero *Amaranthus* compreende diversas espécies importantes de plantas daninhas agrícolas, como *A. palmeri*, *A. retroflexus* e *A. hybridus*, reconhecidas por sua alta capacidade competitiva e impacto econômico (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Essas espécies apresentam elevada taxa de crescimento, produção abundante de sementes e habilidade de germinar durante grande parte do ciclo das culturas, reduzindo significativamente sua produtividade (WARD *et al.*, 2013). Além disso, *Amaranthus spp.* foi um dos primeiros grupos a desenvolver resistência ao glifosato

e a múltiplos mecanismos de ação herbicida, configurando-se como um dos principais desafios do manejo químico moderno (NORSWORTHY *et al.*, 2016).

Entre as plantas com potencial alelopático avaliadas contra espécies de *Amaranthus*, destaca-se o sorgo (*Sorghum bicolor*), cuja raiz libera sorgoleone, que atua como inibidor da fotossíntese, bloqueando a transferência de elétrons no fotossistema II (PSII), mecanismo semelhante ao de herbicidas inibidores do FSII. Esse bloqueio impede a formação adequada de NADPH e ATP, levando a inibição da germinação e desenvolvimento radicular de plantas daninhas (DAYAN, 2009). Resultados mostram que resíduos culturais e extratos aquosos aplicados ao solo dessa espécie reduzem a emergência de *A. retroflexus* em diferentes condições de solo, reforçando seu papel no manejo integrado (WESTON; DUKE, 2003).

Outras espécies que têm demonstrado forte bioatividade incluem eucalipto (*Eucalyptus spp.*) e noqueira-preta (*Juglans nigra*), ricas em compostos fenólicos e na juglona, respectivamente (BOYLE *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2019). Segundo os mesmos autores, extratos e resíduos foliares dessas árvores provocaram redução significativa no crescimento inicial de *A. palmeri*, indicando que subprodutos florestais podem ser empregados como fontes sustentáveis de aleloquímicos.

Além disso, plantas de cobertura têm sido propostas como ferramentas ecológicas contra *Amaranthus spp.*. Espécies como centeio (*Secale cereale*) e trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*) demonstraram capacidade de suprimir germinação e reduzir o crescimento dessas plantas daninhas por meio da liberação de ácidos fenólicos e flavonoides durante a decomposição da palhada (JABRAN *et al.*, 2015). A adoção dessas espécies em sistemas conservacionistas pode reduzir significativamente a necessidade de herbicidas pré e pós-emergentes.

Apesar do potencial da alelopátia no manejo de *Amaranthus spp.*, ainda existem desafios que limitam sua adoção em larga escala, visto que a eficácia dos aleloquímicos depende de fatores como temperatura, umidade e microbiota do solo, que podem acelerar sua degradação (SCAVO; MAUROMICALE, 2020). Contudo, o avanço em pesquisas com bioherbicidas, integração com plantas de cobertura e a crescente necessidade de reduzir herbicidas sintéticos tornam esse tipo de controle uma oportunidade promissora para a agricultura sustentável.

### 3.9. Alelopaia de espécies nativas no controle de plantas daninhas

O Brasil é reconhecido mundialmente por sua vasta biodiversidade vegetal, contendo biomas ricos em espécies com grande potencial ecológico e biotecnológico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021). Essa diversidade representa uma fonte promissora de compostos alelopáticos que podem ser explorados para o manejo sustentável de plantas daninhas, reduzindo o uso de herbicidas sintéticos e seus impactos ambientais (FRANCISCO, 2024). Assim, o uso de metabólitos secundários de espécies nativas surge como alternativa estratégica e alinhada ao manejo integrado de plantas daninhas na agricultura brasileira (SILVA *et al.*, 2020).

A amburana-de-cheiro (*Amburana cearenses*), espécie típica da Caatinga, possui óleos essenciais e cumarinas capazes de inibir processos fisiológicos de plantas competidoras. Estudos demonstram que seus extratos podem reduzir a germinação e o desenvolvimento inicial de plantas daninhas, devido à interferência em rotas bioquímicas ligadas ao crescimento celular e metabolismo dos alvos (SANTOS; PEREIRA; LEMOS, 2019).

A copaíba (*Copaifera spp.*), encontrada majoritariamente na Amazônia, destaca-se pelo óleo-resina rico em diterpenos e sesquiterpenos, compostos com comprovado efeito bioinibidor (LIMA *et al.*, 2021). Pesquisas evidenciam que frações desse óleo podem interferir no desenvolvimento radicular e promover desorganização celular em espécies daninhas de importância agrícola, revelando potencial para formulações comerciais biodegradáveis (MARTINS *et al.*, 2021).

A aroeira (*Schinus terebinthifolius*), presente em diferentes biomas brasileiros, apresenta forte atividade alelopática relacionada à presença de fenóis e taninos (BITENCOURT *et al.*, 2021). Ensaio laboratoriais e em casa de vegetação identificaram efeitos fitotóxicos sobre germinação, além de redução do acúmulo de biomassa em diversas espécies invasoras, reforçando seu potencial no manejo ecológico de plantas daninhas (OLIVEIRA; SOUZA, 2022).

O uso dessas espécies nativas proporciona oportunidades para inovação tecnológica e agregação de valor à flora brasileira, alinhando controle eficiente de plantas daninhas com práticas agrícolas sustentáveis (AFONSO, 2020). Apesar disso, avanços ainda são necessários quanto à padronização de doses, estabilidade dos compostos e avaliações toxicológicas, visando garantir segurança e viabilidade econômica em escala comercial (KUMAR *et al.*, 2025). Assim,

estudos aprofundados sobre alelopatia em espécies brasileiras podem fortalecer a agricultura nacional e promover maior conservação dos recursos naturais (RODRIGUES; LIMA, 2023).

### 3.10. Culturas agrícolas com potencial alelopático no controle de plantas daninhas

Cresce o interesse na utilização de culturas agrícolas com propriedades alelopáticas como alternativa de manejo ecológico de plantas daninhas (SUBRAMANIAN; RAJESH, 2020). Além de reduzirem o uso de herbicidas sintéticos, essas espécies podem atuar durante a semeadura, rotação ou cobertura do solo, liberando compostos bioativos com efeito supressor na flora infestante (SCAVO; MAUROMICALE, 2023). Embora o sorgo seja uma das culturas mais estudadas nesse contexto, outras plantas amplamente cultivadas também apresentam resultados expressivos, revelando grande potencial para o manejo integrado de plantas daninhas na agricultura brasileira (SOUZA *et al.*, 2022).

O centeio é reconhecido internacionalmente pelo seu uso como planta de cobertura, liberando benzoxazinoides capazes de inibir germinação e crescimento de daninhas (FERREIRA; SANTOS, 2020). Segundo os mesmos autores estudos mostram forte supressão de espécies como *Amaranthus spp.* e *Digitaria spp.*, tanto por efeito alelopático como por cobertura densa do solo, reforçando seu papel no manejo em sistemas conservacionistas.

A aveia-preta (*Avena strigosa*) destaca-se pela liberação de compostos fenólicos que prejudicam o desenvolvimento radicular de plantas competidoras e seu uso em pré-plantio tem demonstrado redução significativa de *Brachiaria plantaginea* e de *Bidens pilosa*, sendo uma alternativa viável em regiões produtoras que adotam rotação de culturas com soja e milho (MARTINS *et al.*, 2019). Nos estudos dos mesmos autores esses compostos foram extraídos a partir de resíduos foliares e de raízes, por maceração em água, e os extratos aquosos foram aplicados diretamente ao solo para avaliar a supressão inicial da germinação das sementes.

A canola (*Brassica napus*) apresenta alelopatia associada aos glucosinolatos, compostos que atuam como biofumigantes no solo após decomposição dos resíduos culturais, que foram triturados e incorporados ao solo (JAFARIEHYAZDI; JAVIDFAR, 2011). Ensaios de germinação mostraram redução significativa na emergência de *Echinochloa crus-galli* e *Conyza spp.*, com menor velocidade de germinação e atraso na protrusão radicular, reforçando o potencial da cultura como ferramenta de manejo integrado, especialmente em sistemas de rotação

e integração lavoura-pecuária (OLIVEIRA *et al.*, 2021).O girassol (*Helianthus annuus*) contém ácidos fenólicos como o ácido clorogênico, capazes de alterar a fisiologia e crescimento de espécies alvos em espécies invasoras através dos extratos aquosos de folhas e raízes, preparados por maceração e filtragem, e por meio da incorporação da palhada de girassol ao solo (JANUSAUSKAITE *et al.*, 2023). Ensaio relatam supressão de *Ipomoea spp.* e *Sorghum halepense*, especialmente quando os resíduos culturais permanecem no solo, reforçando a importância do manejo correto da palhada (RODRIGUES; LIMA, 2023).

Dessa forma o emprego de espécies com ação alelopática em sistemas de rotação, consórcio ou cobertura do solo contribui para a manutenção da biodiversidade e para o equilíbrio ecológico dos agroecossistema, promovendo uma agricultura mais limpa e sustentável (MORAES *et al.*, 2011).

### **3.11. Fatores ambientais que influenciam a Alelopatia**

A eficácia dos compostos alelopáticos liberados pelas plantas é fortemente condicionada por variáveis ambientais que atuam desde a produção até o destino final desses metabólitos no ecossistema (CHEN *et al.*, 2022). Características do solo, clima, umidade e interações biológicas determinam o grau de inibição exercido sobre as plantas daninhas, tornando a alelopatia um processo complexo e dinâmico na agricultura (RICE, 2012).

O solo é um dos principais reguladores da atividade alelopática, influenciando tanto a absorção quanto a degradação dos aleloquímicos (INDERJIT; THARAYIL, 2018). Fatores como pH, teor de matéria orgânica e textura controlam a disponibilidade dos compostos, podendo intensificar ou reduzir seus efeitos fitotóxicos. Solos ricos em matéria orgânica tendem a adsorver compostos fenólicos, diminuindo a bioatividade sobre espécies infestantes (SILVA; FERREIRA, 2021).

A temperatura e luminosidade também desempenham papel crucial na biossíntese dos aleloquímicos, especialmente aqueles classificados como metabólitos secundários produzidos em condições de estresse (CHEN *et al.*, 2022). Plantas submetidas a maior radiação solar, por exemplo, podem intensificar a síntese de fenóis e flavonoides, aumentando a capacidade de supressão de plantas competidoras (CHENG; CHENG, 2015).

Outro fator determinante é a umidade do solo, que interfere na solubilização, mobilidade e persistência dos aleloquímicos, ambientes com maior disponibilidade hídrica favorecem a difusão dos compostos na rizosfera, ampliando o alcance dos efeitos alelopáticos (INDERJIT; THARAYIL, 2018). Por outro lado, a seca pode limitar a liberação de substâncias, reduzindo os impactos sobre plantas daninhas (SOUZA *et al.*, 2023).

Além disso, a atividade microbiana pode degradar rapidamente substâncias alelopáticas ou, em alguns casos, transformá-las em compostos ainda mais tóxicos (SCAVO; MAUROMICALE, 2020). Segundo os mesmo autores essa interação torna o microbioma do solo um mediador essencial da alelopatia em sistemas agrícolas, reforçando a necessidade de manejo que preserve a biodiversidade edáfica.

### **3.12. Persistencia e liberação de aleloquímicos no solo**

A alelopatia depende não apenas da produção de compostos bioativos, mas principalmente da forma como esses aleloquímicos são liberados, transformados e mantidos ativos no solo (SCAVO *et al.*, 2023). A interação com componentes físicos, químicos e biológicos do solo determina o alcance e duração do efeito fitotóxico sobre plantas daninhas, tornando a compreensão da sua persistência um aspecto essencial do manejo agrícola sustentável (CRUZ-ORTEGA *et al.*, 2023).

Os aleloquímicos podem ser liberados pelas plantas por diferentes rotas, sendo elas exsudação radicular, lixiviação, volatilização e decomposição de resíduos, que apresentam características de liberação e distribuição no solo que variam conforme a rota utilizada e as condições ambientais (NEGA; GUDETA, 2022; J-STAGE, 2023). Após a entrada no solo, esses compostos podem ser adsorvidos por partículas minerais e matéria orgânica, o que pode tanto reduzir sua disponibilidade quanto protegê-los da degradação, permitindo efeitos alelopáticos mais prolongados (BHOWMIK, 2018). Compostos fenólicos, por exemplo, formam ligações estáveis com argilas e húmus, garantindo residualidade suficiente para inibir a emergência de espécies daninhas sensíveis (SOUZA; PIRES, 2024).

A decomposição mediada por microrganismos pode transformar moléculas alelopáticas em formas secundárias mais reativas, fenômeno conhecido como “bioativação alelopática” (XIAO *et al.*, 2020). Durante a decomposição dos resíduos vegetais, fungos, bactérias e

actinobactérias liberam enzimas extracelulares capazes de romper estruturas lignocelulósicas, liberando os aleloquímicos originalmente presentes nos tecidos. Isso pode promover modificações químicas nesses compostos por meio de reações de oxidação, redução, hidrólise e conjugação, originando moléculas derivadas que podem ser mais estáveis e mais fitotóxicas do que as formas originais (INDERJIT; DUKE, 2020). Exemplos desse fenômeno incluem a conversão microbiana de benzoxazinoides, em formas degradadas mais persistentes e biologicamente ativas, além da transformação de fenóis simples em quinonas altamente reativas, acumulando potencial fitotóxico no ambiente edáfico (BONANOMI *et al.*, 2021). Assim, a decomposição nem sempre representa perda de atividade alelopática; em muitos casos, constitui etapa essencial para que os compostos se tornem plenamente ativos.

A persistência dos aleloquímicos no solo está intimamente ligada às condições ambientais e ao manejo agrícola adotado. Dessa forma, a manutenção de cobertura vegetal, umidade moderada e baixa exposição à radiação solar tendem a favorecer a permanência dos compostos e a continuidade de sua ação alelopática (MORAES *et al.*, 2011). Sistemas como o plantio direto e o uso contínuo de cobertura do solo favorecem a acumulação de palhada na superfície. Isso resulta em liberação gradual de aleloquímicos e em condições favoráveis à bioativação microbiana, aumentando o tempo de permanência e a eficácia desses compostos na supressão de plantas daninhas (JABRAN, 2015). Segundo o mesmo autor, nesses sistemas, a decomposição é mais lenta, a umidade é conservada e os aleloquímicos permanecem concentrados na camada superficial, onde ocorre a emergência das plântulas daninhas.

Por outro lado, o revolvimento do solo acelera a degradação dos aleloquímicos ao aumentar a aeração e o contato com microrganismos decompositores, além de promover sua diluição em camadas mais profundas, reduzindo sua concentração na superfície, exatamente onde o efeito alelopático é mais necessário (MORAES *et al.*, 2011; JABRAN, 2015). Além disso, o manejo convencional tende a interromper processos de bioativação, pois a rápida mineralização da palhada pode impedir que compostos precursores sejam transformados em metabólitos alelopativamente ativos (INDERJIT; DUKE, 2023; BONANOMI *et al.*, 2021). Dessa forma, o manejo do solo atua como fator determinante na dinâmica, persistência e efetividade dos aleloquímicos no ambiente edáfico (MORAES *et al.*, 2011; JABRAN, 2015).

Como perspectiva, compreender a cinética de liberação e persistência dos aleloquímicos possibilita desenhar estratégias de supressão natural de plantas daninhas, reduzindo dependência

de herbicidas sintéticos (DEL ROSARIO *et al.*, 2021). Assim, para a utilização de plantas com potencial alelopáticos, é necessário considerar condições de manejo, solo e clima, para que os compostos liberados realmente atinjam a planta daninha desejada (BHOWMIK, 2022).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A alelopatia representa um importante mecanismo ecológico, capaz de influenciar a dinâmica das comunidades vegetais e, conseqüentemente, o manejo de plantas daninhas em sistemas agrícolas. A presença de compostos aleloquímicos em diferentes espécies demonstra o potencial dessas substâncias em inibir a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de plantas competidoras, configurando-se como uma estratégia complementar ao manejo convencional.

Nesse contexto, o uso do potencial alelopático de espécies cultivadas e espontâneas desponta como alternativa sustentável à dependência exclusiva dos herbicidas sintéticos, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para a diversificação das ferramentas de manejo integrado. Entretanto, apesar dos avanços nas pesquisas, ainda são necessários estudos mais aprofundados sobre os efeitos desses compostos em diferentes condições de cultivo, suas interações no ambiente e os possíveis impactos sobre organismos não alvo.

Portanto, a alelopatia deve ser compreendida não apenas como um fenômeno natural, mas como uma oportunidade promissora para o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis no controle de plantas daninhas, favorecendo sistemas agrícolas mais resilientes, econômicos e ambientalmente equilibrados.

## REFERÊNCIAS

- ALLEM, L. N. **Atividade alelopática de extratos triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) sobre crescimento inicial de espécie alvo e identificação de frações ativas através do fracionamento em coluna cromatográfica.** 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/7122347f-2889-40d2-bdd4-f6dde9dd6177>. Acesso em: dez. 2025.
- ANDRADE, J. C. de; GALVAN, D.; KATO, L. S.; CONTE-JUNIOR, C. A. Consumption of fruits and vegetables contaminated with pesticide residues in Brazil: a systematic review with health risk assessment. **Chemosphere**, v. 322, p. 138244, maio 2023. Disponível em 10.1016/j.chemosphere.2023.138244 Acesso em: nov. 2025.
- AFONSO, S. R. Innovation Perspectives for the Bioeconomy of Non-Timber Forest Products in Brazil. **Forests**, v. 13, n. 12, p. 2046, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f13122046>. Acesso em: nov. 2025.
- ALENCAR, R. S.; SILVA, M. A. P.; MACÊDO, M. S.; RIBEIRO, D. A.; SANTOS, M. A. F.; COSTA, N. C. Efeito fitotóxico de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) em diferentes horários de coleta. **Iheringia**, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/534/298>. Acesso em: dez. 2025.
- ALMEIDA, J. P. Aleloquímicos e alelopatia: conceitos e aplicações. **Revista Brasileira de Fitoquímica**, 1991.
- AL-SAADAWI, I. S. *et al.* Allelopathic potential of *Brassica nigra* against *Phalaris paradoxa*. **Weed Research**, v. 25, p. 155–160, 1985. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/yNNMQwhpsy7xD43Vwph6Lsn/?lang=en>. Acesso em: nov. 2025
- CARVALHO, G. J.; ALMEIDA, F. A. Alelopatia: conceitos e aplicações no manejo de plantas daninhas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 2, p. 53–66, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.1034649/full>. Acesso em: nov. 2025.
- BALBINOT JÚNIOR, A. **Práticas culturais para manejo de plantas daninhas na cultura da soja.** Canal Rural / Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2020/03/17/praticas-culturais-para-manejo-de-plantas-daninhas-na-cultura-da-soja-2/>. Acesso em: ago. 2025.
- BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R. Rye residues contribute weed control in no-tillage cropping systems. **Journal of Chemical Ecology**, v. 9, p. 1045–1057, 1983. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24407799/>. Acesso em: nov. 2025.
- BAUMANN, D. T. *et al.* Weed suppression through crop rotation and competitive cultivars in sustainable farming systems. **Weed Research**, v. 62, n. 2, p. 87–101, 2022. Disponível

BHANDARI, G.; ZHANG, J.; WESTRA, P. Allelopathy: a natural tool for sustainable weed management. **Agronomy Journal**, v. 115, n. 1, p. 45–59, 2023. Disponível em <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/agj2.21345>. Acesso em: nov. 2025.

BHOWMIK, P. C. Importance of allelopathy in agriculture: Bio-availability and functions of allelochemicals in soil environment. **Indian Journal of Weed Science**, v. 50, n. 3, p. 209–217, 2018. Disponível em: [https://isws.org.in/IJWSn/File/2018\\_50\\_Issue-3\\_209-217.pdf](https://isws.org.in/IJWSn/File/2018_50_Issue-3_209-217.pdf). Acesso em: nov. 2025.

BHOWMIK, P. C. Bioavailability of allelochemicals in soil environment under climate change: challenges and perspectives. **Indian Journal of Weed Science**, v. 54, n. 4, p. 389–396, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/377820695\\_A\\_review\\_of\\_significance\\_of\\_allelopathy\\_in\\_anticipating\\_negative\\_climate\\_change\\_effects](https://www.researchgate.net/publication/377820695_A_review_of_significance_of_allelopathy_in_anticipating_negative_climate_change_effects). Acesso em: nov 2025.

BITTENCOURT, H. V. H.; FRANZENER, G. Controle biológico de plantas daninhas: princípios e perspectivas. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 26, n. 2, p. 73–78, 2013. Disponível em: [https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/issue/view/104?utm\\_source=chatgpt.com](https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/issue/view/104?utm_source=chatgpt.com). Acesso em:

BITENCOURT, G. de A.; MORAES GONÇALVES, C. C.; GUERRA ROSA, A.; DE FÁTIMA PEREIRA ZANELLA, D.; MATIAS, R.. Fitoquímica e alelopatia da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) na germinação de sementes. : **Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 1, p. 02–08, 2021. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/8004>Acesso em: nov. 2025.

BOYLE, S. T. *et al.* Juglone and phenolic compounds from forest species suppress growth of *Amaranthus palmeri*. **Weed Research**, v. 57, p. 45–54, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/wre.12215>. Acesso em: nov. 2025.

BONANOMI, G. *et al.* Microbiota modulation of allelopathy depends on litter and soil microorganisms interactions. **Science of the Total Environment**, v. 774, p. 145–673, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145942>. Acesso em: out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico: Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos no Brasil, 2020–2022**. Brasília: MS, 2023. Disponível em: [https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim\\_epidemiologico\\_svsa\\_9.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim_epidemiologico_svsa_9.pdf). Acesso em: nov. 2025.

CANTRELL, C. L.; DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. Natural products as sources for new pesticides. **Journal of Natural Products**, v. 75, p. 1231–1242, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np300024u>. Acesso em: out. 2025

CARDOSO, G. D.; ALVEZ, P. L. C. A.; BELTRÃO, N. E.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Safira’. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 456–462, 2010. Disponível em:

[https://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/84038/228190?utm\\_source=chatgpt.com](https://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/84038/228190?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: set. 2025

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO**: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV/Fiocruz; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: [https://abrasco.org.br/wp-content/uploads/2015/03/DossieAbrasco\\_2015\\_web.pdf](https://abrasco.org.br/wp-content/uploads/2015/03/DossieAbrasco_2015_web.pdf). Acesso em: out. 2025.

CARVALHO, L. B. **Plantas daninhas: panorama, conceitos e estratégias de controle**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2013. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/pos-graduacao/plantas-daninhas-panorama-conceitos-e-estrategias-de-controle.html>. Acesso em: ago. 2025.

CARVALHO, L. B. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e manejo**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2013.

CAPORAL, F.R. **Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações**. Brasília: ASBRAER, 2009. Disponível em: [https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agroecologia/livros/CAPORAL-Francisco-Roberto-AZEVEDO-Edisio-Oliveira-de-Principios-e-Perspectivas-da-Agroecologia.pdf?utm\\_source](https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agroecologia/livros/CAPORAL-Francisco-Roberto-AZEVEDO-Edisio-Oliveira-de-Principios-e-Perspectivas-da-Agroecologia.pdf?utm_source). Acesso em: out. 2025.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological mechanisms involved. **Acta Ecologica Sinica**, v. 35, n. 2, p. 204–212, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>. Acesso em: nov. 2025.

COSTA, N. V.; COSTA, R. P. C. A.; COELHO, E. M. P.; FERREIRA, S. D.; BARBOSA, J. A. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Maringá, PR, 2018. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/522>. Acesso em: out. 2025.

CHEN, D.; MUBEEN, B.; HASNAIN, A.; RIZWAN, M.; ADREES, M.; NAQVI, S. A. H.; IQBAL, S.; EL-SABROUT, A. M.; ELANSARY, H. O.; MAHMOUD, E. A.; *et al.* Role of promising secondary metabolites to confer resistance against environmental stresses in crop plants: current scenario and future perspectives. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, art. 881032, 09 maio 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.881032/full>. Acesso em: nov. 2025.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. In: Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001756679>. Acesso em: nov. 2025.

CRUZ-ORTEGA, R. *et al.* Fate of allelochemicals in agricultural soils: biochemical pathways and management implications. **Agronomy**, v. 13, art. 889, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/6/889>. Acesso em: nov 2025.

DAYAN, F. E. Sorgoleone, the allelochemical from sorghum roots. **Journal of Plant Physiology**, v. 166, p. 143–151, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161709000490>. Acesso em: out. 2025

DAYAN, F. E. Chemical inhibition of plant growth by natural products. **Weed Science**, v. 68, n. 5, p. 561–570, 2020. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/we%20science/article/chemical-inhibition-of-plant-growth-by-natural-products/xxxxxx>. Acesso em: nov. 2025

DAYAN, F. E.; DUKE, S. O. Natural compounds as next generation herbicides. **Plant Physiology**, v. 166, p. 1090–1105, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article-abstract/166/3/1090/6113219?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: set. 2025.

DÉLYE, C.; JASIENIUK, M.; LE CORRE, V.. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. **Trends in Genetics**, Oxford, v. 29, n. 11, p. 649–658, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23830583/>. Acesso em: nov. 2025.

DEL ROSARIO, L. *et al.* Crop allelopathy for sustainable weed management in agro-ecosystems: knowing the present with a view to the future. **Agronomy**, v. 11, n. 11, p. 2104, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2104>. Acesso em: nov 2025.

DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes: Fundamentos. Jaboticabal, São Paulo. **Funep**, e.2º, p.1-148, 2006. Disponível em: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4226356/?utm\\_source=chatgpt.com](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4226356/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: out. 2025.

DUKE, S. O. *et al.* Phytotoxins in plant-plant interactions. **Journal of Plant Interactions**, v. 15, p. 1–12, 2020. Disponível em <https://www.tandfonline.com/journals/tjpi20>. Acesso em: set. 2025.

DURIGAN, J. C. **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja**. Jaboticabal: FUNEP, 2009. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/livroplantasdaninhaspdf/261148591>. Acesso em nov. 2025.

EMBRAPA. **Alelopatia: princípios básicos e aplicações na agronomia**. Brasília, DF: Embrapa, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1146453/alelopatia-principios-basicos-e-aplicacoes-na-agronomia>. Acesso em: ago. 2025.

FERREIRA, L. R. *et al.* **Manejo sustentável de plantas daninhas**. Curitiba: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER, 2022. Disponível em:

[https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/pesquisa/publicacoes/livro/018/L18-manejo-sustentavel-de-plantas-daninhas-01072022.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/pesquisa/publicacoes/livro/018/L18-manejo-sustentavel-de-plantas-daninhas-01072022.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: out. 2025.

FRANCISCO, B. S. **A brief theoretical approach on allelopathic potential in plant communities.** *Research, Society and Development*, v. 11, n. 4, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26021>. Acesso em: 10 nov. 2025.

GALON, L. *et al.* **Controle biológico de plantas daninhas: conceitos, agentes e perspectivas.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 15, n. 3, p. 272–285, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1147037>. Acesso em: out. 2025.

GANTOLI, G.; AYALA, V.; GERHARDS, R. **Determination of the Critical Period for Weed Control in Corn.** *Weed Technology*, v. 27, n. 1, p. 63–71, 2013. Disponível em: [https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/determination-of-the-critical-period-for-weed-control-in-corn/DD4EBCBEE7E2564E8030AF683314D094?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/determination-of-the-critical-period-for-weed-control-in-corn/DD4EBCBEE7E2564E8030AF683314D094?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: nov. 2025.

GOMIDE, P. H. O. *et al.* Alelopatia aplicada ao manejo de plantas daninhas: uma revisão. **Planta Daninha**, v. 37, e019189627, 2019. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/pd/a/PkMVsvyZ4MDtWqSyqP7M9Pt/?format=pdf&lang=en&utm\\_source=chatgpt.com](https://www.scielo.br/j/pd/a/PkMVsvyZ4MDtWqSyqP7M9Pt/?format=pdf&lang=en&utm_source=chatgpt.com). em: nov. 2025.

HEAP, I. M. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds.** *WeedScience.org*, 2023. Disponível em: <https://www.weedscience.org/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

HEAP, I. M. Global perspective of herbicide-resistant weeds. **Pest Management Science**, v. 70, n. 9, p. 1306–1315, set. 2014. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.3696> Acesso em: dez. 2025.

HUSSAIN, M. I. *et al.* Allelopathy and plant hormones: Current status and future research directions. **Allelopathy Journal**, v. 42, n. 1, p. 1–22, 2017. Disponível em: [researchgate.net/publication/288304021\\_Allelopathy\\_Current\\_status\\_of\\_research\\_and\\_future\\_of\\_the\\_discipline\\_A\\_Commentary?\\_\\_cf\\_chl=tk=FLodGMxWxOhY53Wftv.6QiAqjFmOblocmr4unNv4n\\_o-1772629759-1.0.1.1-TSS9jsUiC0uhYxBEQ6J.w46e5iAvc2.NfH2aZhqY2c8](https://www.researchgate.net/publication/288304021_Allelopathy_Current_status_of_research_and_future_of_the_discipline_A_Commentary?__cf_chl=tk=FLodGMxWxOhY53Wftv.6QiAqjFmOblocmr4unNv4n_o-1772629759-1.0.1.1-TSS9jsUiC0uhYxBEQ6J.w46e5iAvc2.NfH2aZhqY2c8). Acesso em: out. 2025.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal.** 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Aceeos em: set. 2025.

INDERJIT; DUKE, S. O. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta**, v. 217, p. 529–539, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12811559/>. Acesso em: out. 2025.

INDERJIT; THARAYIL, M. The role of soil in the activity of allelochemicals: from absorption to degradation. *International Journal of Weed Science*, v. 50, n. 3, p. 205–220, 2018. Disponível em: [https://isws.org.in/IJWSn/File/2018\\_50\\_Issue-3\\_209-217.pdf](https://isws.org.in/IJWSn/File/2018_50_Issue-3_209-217.pdf). Acesso em: nov. 2025.

INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY. Definição de alelopatia. In: **Acta Scientific – Allelopathy: Multidisciplinary Research**, [S.l.], 1996. Disponível em: <https://www.allelopathybooks.com/development/>. Acesso em: ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Pesquisa encontra agrotóxicos em biscoito maisena, macarrão instantâneo, empanado e hambúrguer**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://idec.org.br/release/pesquisa-encontra-agrotoxicos-em-biscoito-maisena-macarrao-instantaneo-empanado-e-hamburguer>. Acesso em: nov. 2025.

JABRAN, K. **Role of allelopathy in weed management**. *Crop Protection*, v. 72, p. 57–65, 2015. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3475604>. Acesso em: nov. 2025.

JAFARIEHYAZDI, E.; JAVIDFAR, F. Comparison of allelopathic effects of some brassica species in two growth stages on germination and growth of sunflower. **Plant, Soil and Environment**, v. 57, n. 2, p. 63–70, 2011. Disponível em: [https://pse.agriculturejournals.cz/artkey/pse-201102-0002\\_comparison-of-allelopathic-effects-of-some-brassica-species-in-two-growth-stages-on-germination-and-growth-of-s.php](https://pse.agriculturejournals.cz/artkey/pse-201102-0002_comparison-of-allelopathic-effects-of-some-brassica-species-in-two-growth-stages-on-germination-and-growth-of-s.php). Acesso em: out. 2025.

JANUSAUSKAITE, D. *et al.* The allelopathic activity of aqueous extracts of *Helianthus annuus* L., grown in boreal conditions, on germination, development, and physiological indices of *Pisum sativum* L. **Plants**, v. 12, n. 9, p. 1920, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/370641696\\_The\\_Allelopathic\\_Activity\\_of\\_Aqueous\\_Extracts\\_of\\_Helianthus\\_annuus\\_L\\_Grown\\_in\\_Boreal\\_Conditions\\_on\\_Germination\\_Development\\_and\\_Physiological\\_Indices\\_of\\_Pisum\\_sativum\\_L](https://www.researchgate.net/publication/370641696_The_Allelopathic_Activity_of_Aqueous_Extracts_of_Helianthus_annuus_L_Grown_in_Boreal_Conditions_on_Germination_Development_and_Physiological_Indices_of_Pisum_sativum_L) Acesso em: dez. 2025.

J-STAGE. Isolation and Identification of Allelochemicals in Plant Systems. **Journal of Pesticide Science**, v. 49, n. 1, p. 23–35, 2023. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpestics/49/1/49\\_D23-052/\\_html](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpestics/49/1/49_D23-052/_html). Acesso em: nov. 2025

KATO-NOGUCHI, H.; MORITA, S. Allelopathy: potential and application in sustainable agriculture. **Plants**, v. 11, n. 2, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/2/157>. Acesso em: out. 2025.

KARAM, D.; CRUZ, M. B.; RIZZARDI, M. A. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: congresso nacional de milho e sorgo, 27., 2008, Londrina; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, 3.; **workshop sobre manejo e etiologia da mancha branca do milho, 2008**. Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras. Londrina: IAPAR; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: [https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/491219?locale=pt\\_BR](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/491219?locale=pt_BR). Acesso em: nov. 2025.

KIM, S. Y.; SHIN, D. H. Allelopathic potential in crop breeding. **Plant Breeding Reviews**, v. 20, p. 223–246, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9780470650228.ch13>. Acesso em: Out. 2025.

KUMAR, A.; SINGH, R.; *et al.* Advancements and Challenges in Allelopathy: a Global Perspective on Agricultural Practices. **Journal of Crop Health**, 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10343-025-01217-6> Acesso em: out. 2025.

LI, Z.-H. *et al.* Allelopathic effects of eucalyptus extracts on invasive weeds including *Bidens pilosa*. **Industrial Crops & Products**, v. 138, art. 111460, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111460>. Acesso em: nov 2025

LI, Z.-H. *et al.* Allelopathy and allelochemicals of *Salvia* species. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n. 10, p. 1325–1333, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15592324.2010.513313>. Acesso em: set. 2025.

LIMA, C. A. S.; SANTOS, M. D.; CARVALHO, R. C. T. Atualizações sobre as Propriedades Medicinais do Óleo de Copaíba (*Copaifera* spp.): uma Revisão Bibliográfica. **Uniciências**, v. 25, n. 2, p. 100–106, 2021. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9567>, Acesso em: out. 2025.

LIMA, H. J. M., SANIBO, K. V. **Manual de agricultura orgânica**. Agropolos. Fortaleza CE. Disponível em: < <http://www.organicsnet.com.br/wp-content/uploads/Manual-de-Agricultura-Organica.pdf>>. Acesso em: mar. 2021.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: identificação e controle**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MACÍAS, F. A. *et al.* **Allelopathy: Chemistry and Mode of Action of Allelochemicals**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. Disponível em: [https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781135493387\\_A38244387/preview-9781135493387\\_A38244387.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781135493387_A38244387/preview-9781135493387_A38244387.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: out. 2025.

MACIEL, C. D. de G. Métodos de controles de plantas daninhas. In: Monqueiro, P. A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: Rimas, 2014. P. 15-28. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103283/1/Metodoscontrole.pdf..> Acesso em: out. 2025.

MALHEIROS, A.; PERES, M. T. L. P. Alelopatia: interações químicas entre espécies. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. **Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna**. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/BtCLr6C5ky7Ts5t9j9GffBK/?format=html&lang=pt>. Acesso em: nov. 2025.

MARTINS, A. C. S. *et al.* Allelopathic potential of *Copaifera* spp. oil-resin on weed growth. **Journal of Plant Biochemistry**, v. 15, n. 2, p. 101–110, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10502340/>. acesso em: out.2025.

MARTINS, J. C. *et al.* Suppressive effect of black oat residues on weed emergence. **Agronomy Science Journal**, v. 27, n. 3, p. 89–97, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/1/163/pdf>. Acesso em: set. 2025.

MATSUMOTO, R.S.; RIBEIRO, J.P.N.; TAKAO, L.K.; LIMA, M.I.S. Potencial alelopático do extrato foliar de *Annona glabra* L. (*Annonaceae*). **Acta Botânica Brasil**, v. 24, n. 3, p. 631- 635, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062010000300005](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062010000300005). Acesso em: nov. 2025.

MELO, C. A. *et al.* Allelopathic interference on *Bidens pilosa*: effects of cover crops. **Weed Biology and Management**, v. 18, p. 121–130, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/6/742>. Acesso em: nov. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP) Brazil – V3.0**. Brasília: MMA, 2021. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/world/br/br-nbsap-v3-en.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

MORAES, P. V. D. de; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; TIRONI, S. P.; GALON, L.; SANTOS, L. S. Alelopatia de plantas de cobertura na superfície ou incorporadas ao solo no controle de *Digitaria* spp. **Planta Daninha**, v. 29, spe., p. 217–228, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/bdKTC7yQqbZ383S8tX6pKqn/>. Acesso em: nov. 2025.

MULLER, F. JÚNIOR *et al.* **Potencial alelopático de folhas de manga (*Mangifera indica*) sob a germinação, emergência e desenvolvimento inicial de plantas de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura. Cascavel – PR, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/18944>. Acesso em: nov. 2025.

MURTHY, I. S.; JOLLY, G. E.; JOHN, A. P. Allelopathy in weed management: a comprehensive review. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 37, n. 5, p. 96–104, 2025. Disponível em: <https://journalijpss.com/index.php/IJPSS/article/view/5434>. Acesso em: out.2025.

NEGA, A.; GUDETA, O. Allelopathy: A review on its ecological significance in plant interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1072723/full>. Acesso em: nov. 2025.

NICOLAI, Marcelo *et al.* **Identificação e controle de *Amaranthus palmeri* e *Amaranthus hybridus***. São Francisco: HRAC-BR, 2021. Disponível em:

<https://maissoja.com.br/identificacao-e-controle-de-amaranthus-palmeri-e-amaranthus-hybridus/>. Acesso em: nov. 2025.

NORSWORTHY, J. K. *et al.* Herbicide resistance in *Amaranthus* spp.: mechanisms, spread, and management. **Weed Science**, v. 64, p. 107–118, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WS%20%80%91D%E2%80%9115%E2%80%9100099.1> Acesso em: nov. 2025.

OLOFSDOTTER, M. *et al.* Research on rice allelopathy and prospects for weed management. **Weed Science**, v. 49, n. 5, p. 605–619, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/229495525\\_Rice\\_allelopathy\\_and\\_the\\_possibility\\_for\\_weed\\_management](https://www.researchgate.net/publication/229495525_Rice_allelopathy_and_the_possibility_for_weed_management). Acesso em: out. 2025.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/control-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>. Acesso em: out. 2025.

OLIVEIRA, M. F. de; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Org.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 263-304. . Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/904895>. Acesso em: out. 2025

OLIVEIRA, P. M. *et al.* Glucosinolates and weed suppression by canola rotation. **Crop Research International**, v. 14, n. 1, p. 55–66, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/353063440\\_Effects\\_of\\_Glucosinolate-Derived\\_Isothiocyanates\\_on\\_Fungi\\_A\\_Comprehensive\\_Review\\_on\\_Direct\\_Effects\\_Mechanism\\_s\\_Structure-Activity\\_Relationship\\_Data\\_and\\_Possible\\_Agricultural\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/353063440_Effects_of_Glucosinolate-Derived_Isothiocyanates_on_Fungi_A_Comprehensive_Review_on_Direct_Effects_Mechanism_s_Structure-Activity_Relationship_Data_and_Possible_Agricultural_Applications). Acesso em: out. 2025

OLIVEIRA JR., R. S.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/904874>. Acesso em: out. 2025.

OLIVEIRA, R. P.; SOUZA, M. F. Efeito alelopático de *Schinus terebinthifolius* no controle de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 4, p. 55–64, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/items/4ac9d186-c6d5-4861-8cd3-9818b2f2ac66>. Acesso em: out. 2025.

PEVASPEA, M. Impactos ambientais do uso de pesticidas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYZvVVKMrV4yzqfwwKtP/?lang=pt>. Acesso em: out. 2025.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S. *et al.* Spatial distribution of pesticide use in Brazil: impacts on human health and the environment. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, p. 1–14, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/grnBRDjmtcBhm6CLprQvN/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: set. 2025.

PITELLI, R. A. **Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2015. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bv3jx/pdf/brandao-9786586383010-12.pdf>. Acesso em: set. 2025.

PITELLI, R. A. **O termo Planta-Daninha**. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 1–2, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000300025>. Acesso em: set. 2025.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Brasil bate recorde de registros de agrotóxicos em 2024**. 28 fev. 2025. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agroindustria/agrotoxicos-e-defensivos/noticias/brasil-bate-recorde-de-registros-de-agrotoxicos-em-2024>. Acesso em: set. 2025

QUINTÃO, L. A.; SILVIA, L. E.; GARCIA, Q. S. **Efeito alelopático de extratos aquosos de folhas de aroeira e mangueira na germinação de alface e rabanete**. 55° Congresso Nacional de Botânica. Viçosa-MG, 2004. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/ipeagronomicjournal/article/download/4107/2599>. Acesso em: set. 2025

REDIN, Marciel; STEFFLER, Andersson Daniel; STEIN, Jackson Eduardo Schmitt; BONES, Scheila Andrieli Silveira. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas no solo conduzido sob sistema de plantio direto. **Weed Control Journal**, v. 21, p. 1–5, 2022. Disponível em: <https://www.weedcontroljournal.org/pt-br/article/dinamica-do-banco-de-sementes-de-plantas-daninhas-no-solo-conduzido-sob-plantio-direto/> Acesso em: nov. 2025.

REVILLINI, D. *et al.* Allelopathy-selected microbiomes mitigate chemical inhibition of plants. **New Phytologist**, v. 239, p. 1801–1814, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37737029/>. Acesso em: nov.2025.

REIGOSA, M. J. *et al.* **Allelopathy: a physiological process with ecological implications**. Dordrecht: Springer, 2013. Disponível em [https://link.springer.com/shop/all-disciplines/en-us/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=23354212960&gbraid=0AAAAADu685NrFKGMi4E3T57KFM2NnDk48&gclid=EAIaIQobChMIp56p\\_bSGkwMVpWVIAB0XlwQJEAAYASAAEgJe4\\_D\\_BwE](https://link.springer.com/shop/all-disciplines/en-us/?gad_source=1&gad_campaignid=23354212960&gbraid=0AAAAADu685NrFKGMi4E3T57KFM2NnDk48&gclid=EAIaIQobChMIp56p_bSGkwMVpWVIAB0XlwQJEAAYASAAEgJe4_D_BwE). Acesso em: nov.2025.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 2012. Disponível em: <https://shop.elsevier.com/books/allelopathy/rice/978-0-08-092539-4>. Acesso em: set. 2025.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1286958>. Acesso em: out. 2025.

RIGOTTO, R. M. Pesticide use in Brazil and the health effects: a systematic review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 4, p. 1125–1137, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/7ZdQTpMhCT5n6Gvv9ZHKnqK/?lang=pt>. Acesso em: out. 2025.

RIZVI, S. J. H.; TAHIR, M.; RIZVI, V.; KHALIQ, A.; ANSARI, A. **Allelopathy: Current Trends and Future Applications**. Singapore: Springer, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/270881997\\_Allelopathy\\_Current\\_Trends\\_and\\_Future\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/270881997_Allelopathy_Current_Trends_and_Future_Applications). Acesso em: out. 2025.

RODRIGUES, H. M.; LIMA, C. A. Perspectivas do uso de metabólitos de plantas nativas no manejo sustentável de plantas daninhas. **Plantas do Brasil**, v. 12, n. 3, p. 220–238, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1040521/manejo-sustentavel-de-plantas-daninhas-em-sistemas-de-producao-tropical>. Acesso em: out. 2025.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. Universidade Federal de São João Del-Rei. Sete Lagoas – MG, 2016. Disponível em: <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20DE%20PLANTAS%20DANINHAS-%20Natalia%20Cezari%20Rodrigues.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

SANTOS, J. B.; CURY, F. B. R. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Plantas Daninhas**, v. 29, n. 2, p. 217–228, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/Zhz5G34LypDJdmzMJ3qn8Sz/?lang=pt>. Acesso em: nov. 2025.

SANTOS, A. C. *et al.* Estresse oxidativo induzido por compostos alelopáticos em plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 40, e022257489, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314157270\\_ESTRESSE\\_OXIDATIVO\\_MEDIADO\\_POR\\_ALELOQUIMICOS\\_E\\_SUA\\_IMPLICACOES\\_NA\\_GERMINACAO\\_E\\_CRESCIMENTO\\_INICIAL\\_DE\\_PLANTAS](https://www.researchgate.net/publication/314157270_ESTRESSE_OXIDATIVO_MEDIADO_POR_ALELOQUIMICOS_E_SUA_IMPLICACOES_NA_GERMINACAO_E_CRESCIMENTO_INICIAL_DE_PLANTAS). Acesso em: dez. 2025.

SANTOS, T. J.; PEREIRA, A. L.; LEMOS, J. R. Amburana cearensis: bioactive compounds and allelopathic action. **Caatinga Research Journal**, v. 8, n. 1, p. 34–45, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/qPPDYRRrqP3YNYNLz69LSzR/>. Acesso em: ut. 2025.

SATHISHKUMAR, A.; SRINIVASAN, G.; SUBRAMANIAN, E.; RAJESH, P. Role of allelopathy in weed management: a review. **Agricultural Reviews**, v. 41, n. 4, p. 380–386, dez. 2020. Disponível em: <https://www.arccjournals.com/journal/agricultural-reviews/R-2031> Acesso em: out. 2025.

SCAVO, A.; MAUROMICALE, G. Plant allelopathy for sustainable weed management in agriculture. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, p. 7, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/qPPDYRRrqP3YNYNLz69LSzR/>. Acesso em: set. 20

SCAVO, M.; MAUROMICALE, G. Allelopathy as a source of bioherbicides: challenges and prospects for **sustainable agriculture**. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, v. 22, p. 1–28, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11157-023-09656-1>. Acesso em: out. 2025.

SCHULZ, Margot; TABAGLIO, Vincenzo. Allelopathy: mechanisms and applications in regenerative agriculture. **Plants**, Basel, v. 13, n. 23, p. 3301, 25 nov. 2024 Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/23/3301>. Acesso em: out.2025.

SHAN, Z.; ZHOU, S.; SHAH, A.; ARAFAT, Y.; RIZVI, Syed Arif Hussain; SHAO, Hua. Plant allelopathy in response to biotic and abiotic factors. **Agronomy**, Basel, v. 13, n. 9, p. 2358, 11 set. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/9/2358>. Acesso em: nov. 2025.

SKORA NETO, Francisco. **Manejo sustentável de plantas daninhas: fundamentos para um sistema de plantio direto sem herbicida**. Londrina, PR: Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR-PR, 2022. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/pesquisa/publicacoes/livro/018/L18-manejo-sustentavel-de-plantas-daninhas-01072022.pdf>. Acesso em: out. 2025.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; MARTINS, D. Controle mecânico de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 100–116, 2018. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/issue/view/54/showToc>. Acesso em: nov 2025.

SILVA, A. A.; SOUZA, C. F.; FERREIRA, E. A. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2020. Disponível em: <https://www.editora.ufv.br>. Acesso em: nov.2025.

SILVA, J. L. M. *et al.* Inibição alelopática da germinação de sementes de plantas daninhas por extratos vegetais. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2020. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh>. Acesso em: out. 2025.

SILVA, P. S. L. *et al.* **Alelopatia**: potencial no manejo de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 19, e7212, 2020. Disponível em: <https://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh>. Acesso em: out. 2025.

SILVA, V. M. *et al.* Brazilian biodiversity as a source of allelochemicals for weed management. **Weed Science International**, v. 29, n. 1, p. 10–21, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/wsc.12425>. Acesso em: out. 2025.

SILVA, E. S.; SANTOS, C. A.; DIAS, K. S.; SOUZA, M. A.; SANTOS, A. F.; SILVA JÚNIOR, J. M. Cenário das pesquisas sobre alelopatia no Brasil e seu potencial como estratégia na diminuição da utilização de pesticidas que provocam poluição ambiental: uma revisão integrativa. **Diversitas Journal**, v. 3, n. 2, 2020. Disponível em: [https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal/article/view/648](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/648). Acesso em: nov. 2025.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M.; FIGUEIREDO, F. J. C. **Alelopatia em espécies vegetais com potencial de utilização em sistemas agrícolas sustentáveis**. Embrapa Amazônia Oriental – Documentos 356, Belém, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1051687/alelopatia-em-especies-vegetais-com-potencial-de-utilizacao-em-sistemas-agricolas-sustentaveis>. Acesso em: out. 2025.

SOUZA, A. F.; PIRES, R. L. Adsorção de fenóis e persistência de compostos bioativos no solo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 48, e0230102, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/i/2024.v48/>. Acesso em: out. 2025.

SOUZA, C. V. *et al.* Agricultural crops with allelopathic potential. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 31, n. 1, p. 33–45, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10440046.2022.2074634>. Acesso em: out. 2025.

TENÓRIO R. Agricultura - Do subsídio a política agrícola. 68 ed. São Paulo. **Revista desafios do desenvolvimento**, 2011. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2599:catid=28&Itemid=23](https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2599:catid=28&Itemid=23). Acesso em: out. 2025.

TESIO, F. WESTON, L. A.; VIDOTTO, F.; FERRERO, A. Potential allelopathic effects of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) leaf tissues. **Weed Technology**, v. 24, n. 3, p. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/abs/potential-allelopathic-effects-of-jerusalem-artichoke-helianthus-tuberosus-leaf-tissues/12DFB3DDA427A01F8D954A6B03DDD2BC>. Acesso em: dez.2025.

TUR, C. M. *et al.* **Potencial alelopático de extratos de folhas de espécies florestais nativas.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 30, n. 62, p. 145–151, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/CKTTxXVFQTFtQXS8rTKmbVj/?lang=pt>. Acesso em: dez.2025.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca%E2%80%91de%E2%80%91publicacoes?termo=Manual%20manejo%20controle%20plantas%20daninhas>. Acesso em: dez.2025.

VASCONCELOS, C. C. M.; SILVA A. F. A; LIMA S. R. Interferências de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica do Semiárido**, Paraíba, v. 8, n.1, p. 1-6, 2012. Disponível em: Acesso em: <https://doi.org/10.30969/acsa.v8i1.159>. dez. 2025.

WARD, S. M. *et al.* Biology and ecology of Amaranthus species. **Weed Science**, v. 61, p. 2–12, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1614/WT%E2%80%91D%E2%80%9112%E2%80%91100113.1>. Acesso em: dez. 2025.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. **Plant and Soil**, v. 274, p. 83–97, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2004.05.007>. Acesso em: dez. 2025.

WESTON, L. A.; DUKE, S. O. Weed and crop allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 22, n. 3/4, p. 367–389, Disponível em: 2003<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713610861>. Acesso em: nov. 2025.

WORTHINGTON, M.; REBER, J.; REICHMAN, J. R. **Genetic improvement of allelopathic potential in crops: opportunities and challenges**. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 921–935, 2022. Disponível em:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37332720/>. Acesso em: nov. 2025

ZHANG, C.; WU, H.; LI, Y.; ZHOU, Z.; YAN, D. **Advances in breeding for allelopathic crops to improve weed suppression and sustainability**. *Agronomy*, v. 13, n. 4, art. 1054, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/4/1054>. Acesso em: out. 2025.

XIAO, Z.; ZOU, T.; LU, S.; XU, Z. Soil microorganisms interacting with residue-derived allelochemicals effects on seed germination. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 4, p. 1057–1065, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X20300140>. Acesso em: set. 2025.