

MANEJO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS



SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darci Piana
Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santaroza
Paulo José Buso Júnior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Aristeu Sakamoto
Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego

**ALFREDO JUNIOR PAIOLA ALBRECHT
ARTHUR ARROBAS MARTINS BARROSO
DIONÍSIO LUIZ PISA GAZZIERO
LEANDRO PAIOLA ALBRECHT**

**MANEJO INTEGRADO E
SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS**

**CURITIBA
SENAR-AR/PR
2024**

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do editor.

Normalização e revisão final: CEDITEC - SENAR-AR/PR

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e *online*, são gratuitos e com certificado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO AO MANEJO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS	7
2. PLANTAS DANINHAS.....	9
2.1 CONCEITOS.....	9
2.1.1 Desenvolvimento	10
2.1.2 Reprodução	11
2.1.3 Maneiras de interação	12
2.1.4 Interferência	12
2.1.5 Competição.....	14
2.1.6 Alelopatia	16
2.2 IDENTIFICAÇÃO	17
2.2.1 Por que saber identificar as plantas daninhas?	17
2.2.2 Identificação visual de plantas jovens e adultas	18
2.2.3 Identificação do banco de sementes das espécies infestantes	20
2.2.4 Identificação por novas tecnologias.....	20
2.3 PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE PLANTAS DANINHAS E COMO IDENTIFICÁ-LAS.....	22
2.3.1 Poaceae	22
2.3.2 Asteraceae	24
2.3.3 Amaranthaceae.....	25
2.3.4 Commelinaceae	26
2.3.5 Convolvulaceae	27
2.3.6 Brassicaceae.....	28
2.3.7 Euphorbiaceae.....	29
2.3.8 Fabaceae	30
2.3.9 Identificação e notificação de plantas resistentes.....	31
3. MÉTODOS DE CONTROLE	35
3.1 CONTROLE PREVENTIVO	35
3.2 CONTROLE FÍSICO	38
3.3 CONTROLE MECÂNICO	41
3.4 CONTROLE BIOLÓGICO	44
3.5 CONTROLE CULTURAL.....	46
3.5.1 Seleção de genótipos	47
3.5.2 Arranjo espacial e zoneamento agroclimático	47
3.5.3 Rotação de culturas	48
3.5.4 Nutrição	49
3.5.5 Controle de pragas e doenças	49

3.6	CONTROLE QUÍMICO	50
3.6.1	Classificação dos herbicidas por seletividade	51
3.6.2	Classificação dos herbicidas quanto à época de aplicação	52
3.6.3	Classificação dos herbicidas quanto à translocação	52
3.6.4	Comportamento de herbicidas no ambiente	53
3.6.5	Cuidados com herbicidas pós emergentes no ambiente	54
3.6.6	Cuidados com a aplicação de pré-emergentes	57
3.6.7	Propriedades físico-químicas dos herbicidas	59
4.	MECANISMOS DE AÇÃO DE HERBICIDAS	63
4.1	INIBIDORES DA EPSPS.....	63
4.2	INIBIDORES DA ACCASE	65
4.3	INIBIDORES DA ALS	67
4.4	INIBIDORES DA GS	70
4.5	AUXINAS SINTÉTICAS	72
4.6	INIBIDORES DO FSII	74
4.7	ATUANTES NO FSI	76
4.8	INIBIDORES DA PROTOX.....	79
4.9	INIBIDORES DA SÍNTESE DE CAROTENOIDES	81
4.10	INIBIDORES DA SÍNTESE DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA MUITO LONGA.....	83
4.11	INIBIDORES DA SÍNTESE DE CELULOSE	84
4.12	ATUANTES NOS MICROTÚBULOS.....	85
4.13	MECANISMOS DE AÇÃO DESCONHECIDOS.....	87
5.	RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E CULTIVOS A HERBICIDAS	89
6.	MANEJO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS (MISPD)	91
	REFERÊNCIAS	95

1. INTRODUÇÃO AO MANEJO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

O controle de plantas daninhas no Brasil tem muito a evoluir. Isso porque ao longo do tempo foram introduzidas novas espécies e/ou ocorreu a seleção de espécies de difícil controle nas lavouras. Como consequência, nos últimos anos aumentou a quantidade de herbicidas aplicados por área. Além do impacto nos custos e na rentabilidade do sistema ao agricultor e dos preços ao consumidor, o maior uso de herbicidas aumenta as chances de problemas ambientais e de casos de intoxicação humana.

Entre os principais motivos para esse aumento está a resistência de plantas daninhas a herbicidas. No início de 2024, havia no Brasil relato de 29 espécies resistentes a oito dos mecanismos de ação de herbicidas registrados para uso nas principais culturas. Dados atualizados podem ser consultados nos QR Codes a seguir.



QR CODE

Para consultar dados no *site* oficial da Sociedade Norte-americana de Plantas Daninhas, acesse o QR Code à esquerda; para consultar dados do Comitê de Ação à Resistência de Plantas Daninhas no Brasil (HRAC-BR), acesse o QR Code à direita. Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.

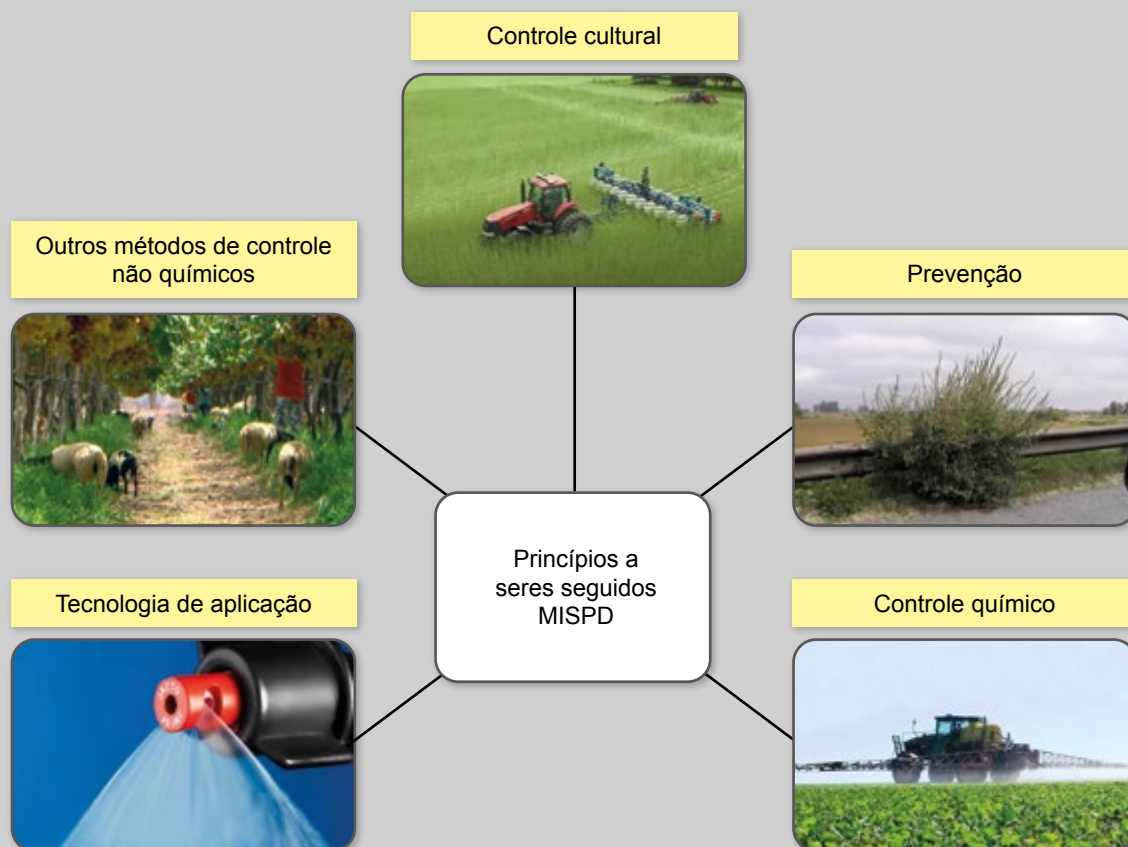


Mas o que falta para convencer os agentes envolvidos na produção de alimentos de que precisamos mudar essa situação, e logo? Muitas vezes o problema é conhecido, mas não se identificam opções para mudar aquilo que vem sendo feito ou cria-se a esperança do surgimento de um herbicida ou método de controle milagroso, como o herbicida glifosato. As chances para isso acontecer são muito baixas, e a real mudança está em usar cada ferramenta de maneira integrada e técnica, mas também sustentável.

A principal mudança para que possamos ter uma nova realidade é comportamental, tornando o controle efetivo duradouro, diminuindo os problemas no campo e aumentando as soluções possíveis para o manejo integrado e, agora, sustentável de plantas daninhas (MISPD).

Esta cartilha traz informações básicas, mas fundamentais para o entendimento da ciência das plantas daninhas. Essas recomendações serão utilizadas para compor cinco grandes grupos de atividades obrigatórias, a saber: controle preventivo, uso da correta tecnologia de aplicação, planejamento e monitoramento do controle químico de plantas daninhas, controle cultural e outros métodos não químicos de controle (Figura 1). Podemos resumir esse entendimento em algumas ações: prefira não ter problemas com plantas daninhas de difícil controle. Se tiver, faça de tudo para que sua cultura expresse seu máximo potencial produtivo frente a essas espécies que serão controladas de maneira integrada, usando métodos químicos e não químicos. Por fim, ambos devem se apresentar diversificados ao longo do tempo.

Figura 1 – Princípios do Manejo Integrado Sustentável de Plantas Daninhas (MISPD).



Fonte – Os autores, 2024.

2. PLANTAS DANINHAS

2.1 CONCEITOS

Quando falamos em plantas-daninhas nos referimos a um vegetal que em determinado local e momento está agindo contra os interesses de alguma atividade-fim humana.



PARA SABER MAIS

Se uma árvore de eucalipto sombreia o gado, ajuda a elevar seu ganho de peso diário em uma pastagem e isso traz retorno ao pecuarista, ela não é uma planta daninha. Se, por outro lado, ela sombreia o milho e reduz sua produtividade, ela passa a ser uma planta daninha. Dependendo do momento, a árvore pode ou não atrapalhar. Por outro lado, se a mudarmos de local pensando na produção de madeira, ela não será mais considerada daninha (a não ser que esteja em densidade incorreta de plantio e/ou prejudique o crescimento de outra).

É importante, nessa conceituação, considerar a questão ambiental junto à econômica. Exemplificando esse conceito de modo simples: o eucalipto pode atrapalhar a produtividade do milho, mas fixa carbono e eleva a sustentabilidade do sistema durante a entressafra, certificando o produtor, que ganha um bônus na venda de seus produtos, superando as perdas que teve no milho. Outra questão que envolve a presença dos eucaliptos é que o produtor pode perder um pouco da produtividade do milho, mas em consequência não tem sua área invadida por plantas daninhas resistentes.

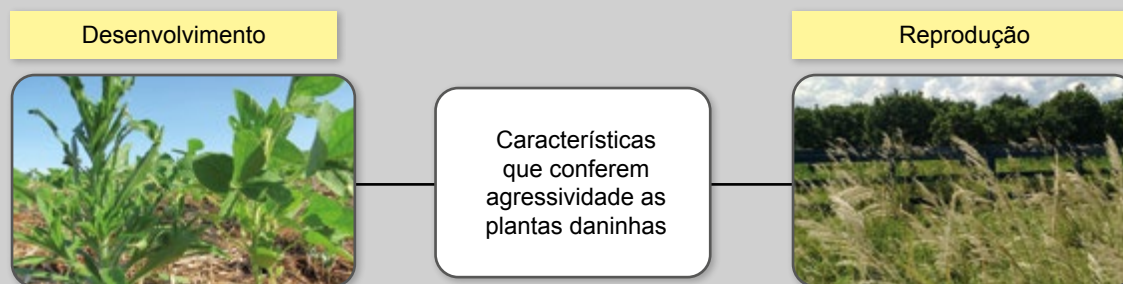


ATENÇÃO

Precisamos, cada vez mais, pensar no sistema de produção e não apenas em uma safra.

Desde que deixou de ser nômade, o ser humano passou a selecionar espécies que o interessavam frente a outras que julgava sem valor. Mas as espécies não selecionadas foram se adaptando a mudanças climáticas e distúrbios ambientais, muito antes de o ser humano começou a praticar a agricultura. Isso conferiu a essas espécies características de agressividade (sobrevivência) (Figura 2), que passaram a dificultar seu controle.

Figura 2 – Características de agressividade de plantas daninhas.



Fonte – Os autores, 2024.

2.1.1 Desenvolvimento

As espécies consideradas daninhas têm elevada plasticidade genotípica (diferenças genéticas dentro da mesma população), o que lhes permite crescer muito ou pouco, encerrar seu ciclo rápido ou devagar, produzir folhas de diferentes tamanhos e formas, sobreviver à seca, à salinidade, a solos pobres e variar sua resposta aos métodos de controle aplicados.



VOCÊ SABIA?

Por que a plasticidade das plantas daninhas influencia o manejo de controle adotado?

Porque as plantas daninhas variam seu comportamento conforme o método de manejo adotado contra elas, adaptando-se a alagamentos, geadas, ao baixo crescimento etc. Por causa dessa sua característica é obrigatório ao produtor variar o método de controle empregado no campo, a fim de não selecionar plantas resistentes.

**PARA SABER MAIS**

Imagine se tivéssemos de esvaziar uma sala de aula e que o critério para isso fosse retirar todos os alunos com menos de 1,80 m de altura. Existem grandes chances de sobrar algum aluno dentro da classe. Se quisermos diminuir essa probabilidade, precisamos inserir novos filtros, gradativamente. Por exemplo: retirar da sala alunos com menos de 1,80 que tenham cabelos claros ou mais de 20 anos. Isso aumenta as chances de não sobrar ninguém.

2.1.2 Reprodução

As plantas daninhas têm a capacidade de produzir sementes muito rapidamente e em grandes quantidades. Algumas chegam a produzir mais de 500 mil sementes. Estas, por sua vez, muitas vezes têm características que facilitam sua disseminação, seja no espaço, seja no tempo. Por exemplo, no espaço, os “ganchos” presentes na semente do capim-carrapicho ou os “papilos” da semente da buva são transportados pelos homens/animais ou pelo vento, respectivamente. No tempo, apresentam uma característica denominada dormência, que é a não germinação de sementes, mesmo que haja todas as condições ambientais para tal (água, temperatura e luz etc.), bem como elevada longevidade (algumas sementes ficam viáveis no solo por mais de 50 anos ou passam ilesas pelo trato digestório de animais). Com isso, a espécie garante vários fluxos de emergência no campo, que encontrarão diferentes condições edafoclimáticas.

**PARA SABER MAIS**

Para entender o que é a dormência, imagine se toda hora chegasse à sala de aula um aluno atrasado, “escapando” dos métodos de controle que apresentamos no exemplo anterior.

Fora as sementes, muitas espécies apresentam reprodução alternativa por meio de estruturas vegetativas, tais como bulbos, tubérculos, estolões e rizomas. Por fim, existem espécies que produzem sementes sem a necessidade de fecundação, tanto subterrâneas (como é o caso da trapoeraba) quanto aéreas (plantas femininas do caruru-palmeri). A soma dessas características facilita a ocorrência dessas plantas no meio das lavouras.

Uma vez identificado o tipo de reprodução das plantas daninhas, será possível escolher as melhores medidas de manejo a adotar. Por exemplo: uma espécie que apresenta reprodução por bulbos ou tubérculos dificilmente será bem controlada por um método de preparo do solo.



QR CODE

Informações mais detalhadas sobre esse assunto podem ser encontradas no **Capítulo 2** do *e-book* gratuito **Matologia**, de Arthur Arrobas Martins Barroso e Afonso Takao Murata, 2022.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



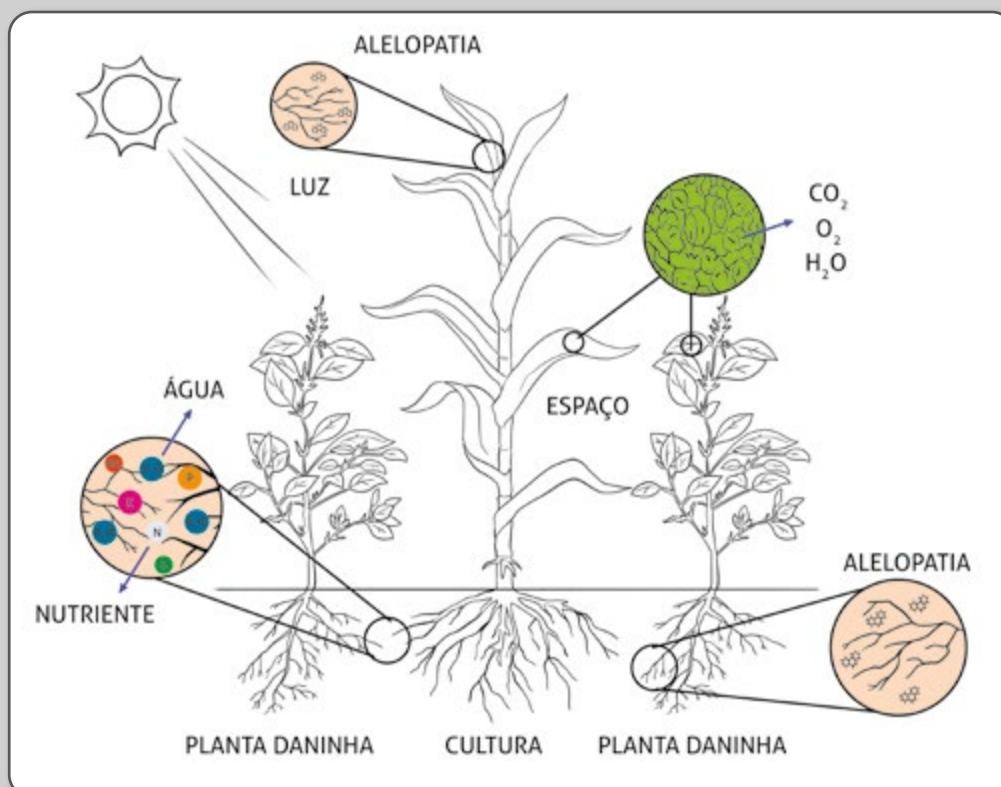
2.1.3 Maneiras de interação

A interação entre plantas pode ser positiva ou negativa. A interação positiva, tal como presente no consórcio milho-braquiária em sistemas integrados de produção agropecuária, traz diversos benefícios, como maior cobertura, melhorando os aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. A interação negativa refere-se à interferência de uma planta no crescimento e desenvolvimento de outra, reduzindo a produtividade e a qualidade de produção.

2.1.4 Interferência

Como visto anteriormente, a simples presença de uma planta não a torna daninha. Existem características dessas espécies que são responsáveis por prejudicar a quantidade e qualidade da produção que quando quantificadas são denominadas interferência.

A interferência da comunidade infestante nas espécies cultivadas pode ser dividida em dois grupos: diretas e indiretas (Figuras 3 e 4). A interferência indireta tem sido muito problemática na ponte verde, em que plantas daninhas servem de hospedeiras para pragas e doenças que se perpetuam de uma safra para outra, a exemplo da cigarrinha do milho em plantas daninhas da família das gramíneas.

Figura 3 – Interferências diretas.

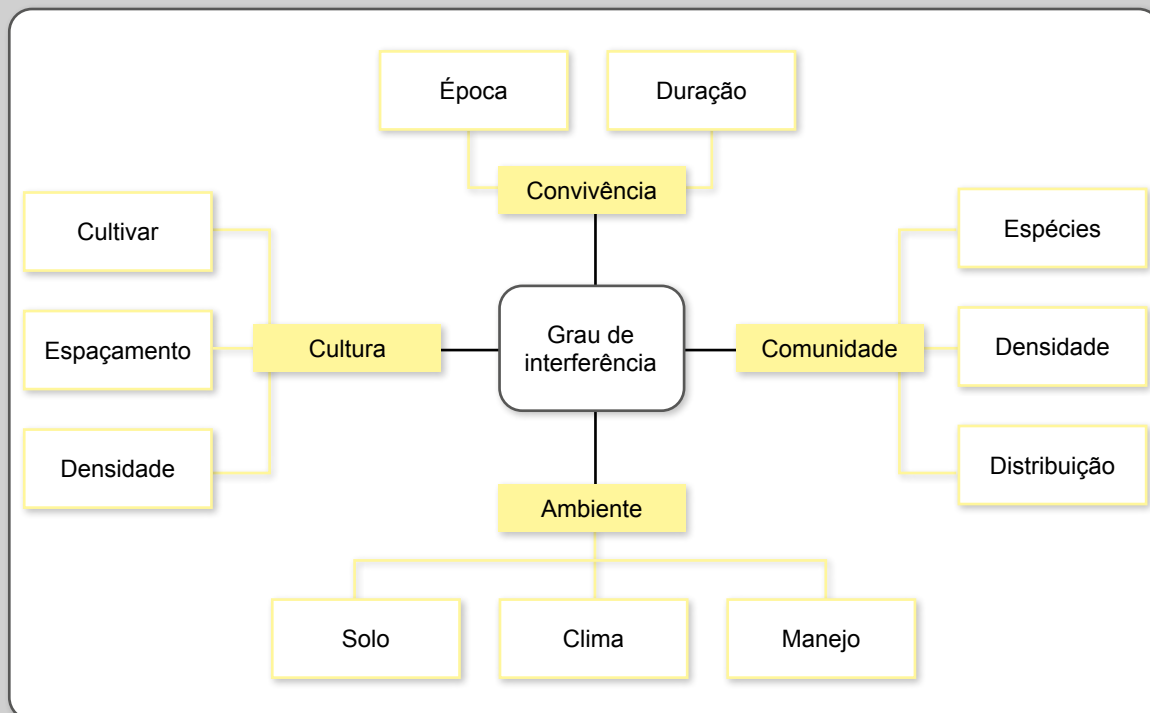
Fonte – Adaptado de Silva *et al.*, 2022.

Figura 4 – Interferências indiretas.

Fonte – Os autores, 2024.

A soma desses efeitos e sua intensidade será influenciada por vários fatores, como demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Fatores que podem influenciar o grau de interferência entre plantas daninhas e cultivadas.



Fonte – Adaptado de Pitelli, 2014.



ATENÇÃO

Pensando em diminuir o grau de interferência de plantas daninhas, é fundamental otimizar a ocupação da cultura no espaço, diminuindo assim a probabilidade de ocorrência de plantas daninhas.

2.1.5 Competição

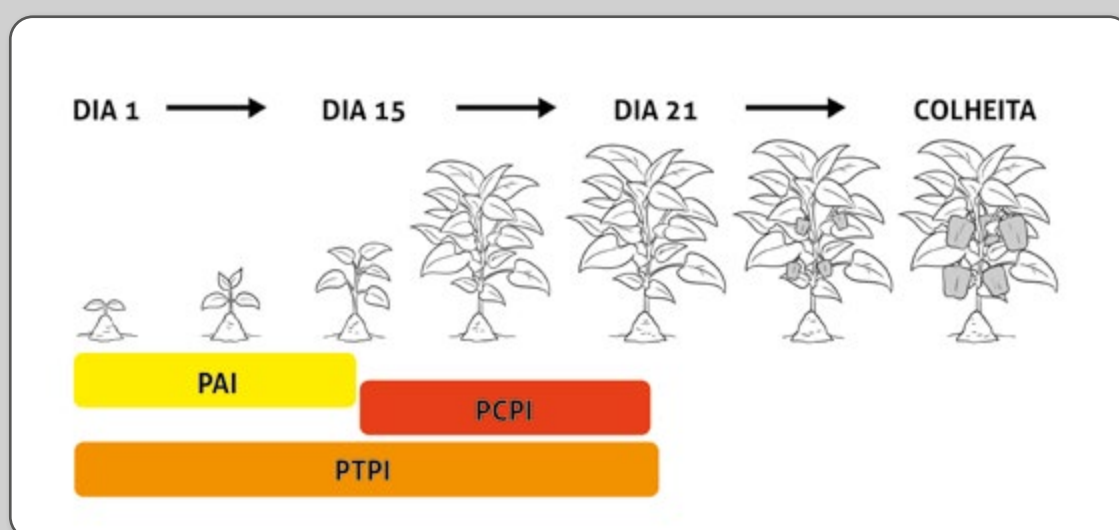
É a interação entre indivíduos que têm a mesma necessidade de um recurso limitado, resultando na limitação de desenvolvimento da espécie que for menos adaptada. Dois fatores influenciam a competição: habilidade competitiva e plasticidade fenotípica (Ex: Uma planta que consegue crescer muito com pouca água ou que consegue modificar seu formato de folha para evapotranspirar menos na seca).

Essas características determinam a capacidade da planta de captar recursos como água, luz, nutrientes e espaço. A espécie e o estágio fenológico da planta são características que determinam sua demanda por recursos, além de períodos

específicos em que a presença de plantas daninhas não prejudica a produtividade da cultura.

O chamado **Período Anterior à Interferência** (PAI) se refere ao momento em que a presença de plantas daninhas na cultura não provoca perdas de produtividade. O **Período Total de Prevenção à Interferência** (PTPI) caracteriza-se pelo momento em que se encerra a interferência entre plantas, que em geral coincide com o fechamento de entrelinhas. A diferença entre o PTPI e o PAI é chamada de **Período Crítico de Prevenção à Interferência** (PCPI) e representa o momento no qual o controle de plantas deve ocorrer (Figura 6).

Figura 6 – Períodos de interferências na cultura.



Fonte – Os autores, 2021.

Em geral, esses períodos variam de acordo com o cultivo estabelecido. Plantas com maiores espaçamentos, como a cana-de-açúcar, tendem a ter maiores períodos de controle do que plantas de alface, por exemplo. Quando falamos de eucalipto ou pinus, o período de controle às vezes pode se estender por anos. Importante destacar que a aplicação de herbicidas, plantio direto, arranjo populacional e outros fatores podem diminuir o período necessário de controle dentro da lavoura.

ATENÇÃO

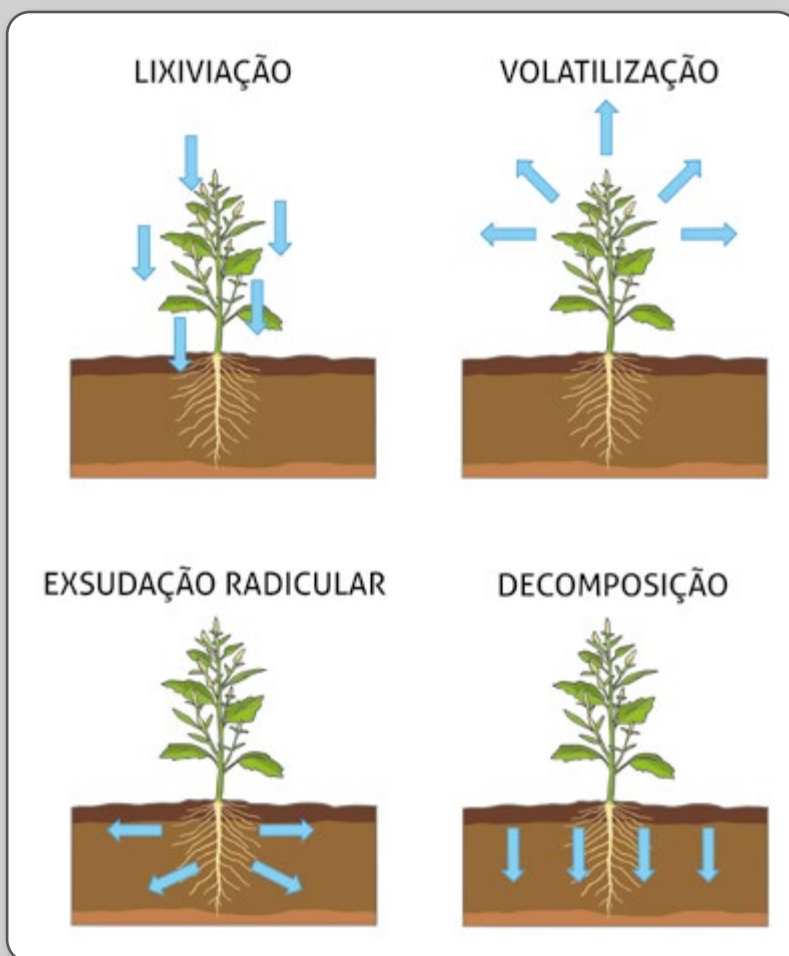
Conhecer a habilidade competitiva da cultura de interesse e ajustar o manejo de acordo com o ambiente e a densidade de plantas daninhas é essencial para otimizar a produtividade e minimizar o uso de herbicidas, contribuindo para um controle mais sustentável das plantas daninhas.

2.1.6 Alelopatia

É o fenômeno biológico por meio do qual as plantas liberam substâncias químicas chamadas aleloquímicos, afetando o crescimento, o desenvolvimento e a sobrevivência de outras plantas a seu redor. Esse processo pode ocorrer tanto em plantas de mesma espécie quanto de espécies diferentes e exerce papel significativo na ecologia, na agricultura e no manejo de plantas daninhas.

Os aleloquímicos podem ser liberados por **exsudação radicular** (diretamente pelas raízes ou pelos microrganismos associados a elas); **lixiviação das folhas** (alguns compostos provenientes da parte aérea das plantas podem ser levados até o solo por meio de chuva ou orvalho); **decomposição de resíduos vegetais** (alguns tecidos e células se rompem, extravasando o conteúdo com potencial aleloquímico presente na planta) **volatilização** (liberação na forma de gás na atmosfera) (Figura 7).

Figura 7 – Modos de liberação da aleloquímicos.



Fonte – Os autores, 2024.

Os compostos químicos podem afetar as plantas da mesma maneira como os herbicidas exercem sua função, inibindo o estabelecimento de plântulas, impedindo processos ligados à divisão e ao alongamento de células, bem como a absorção de nutrientes, a fotossíntese de plantas e muitos outros mecanismos.

A compreensão dos mecanismos alelopáticos tem levado ao desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável na agricultura, incluindo a síntese de moléculas orgânicas para o controle de plantas daninhas.

ATENÇÃO

Ação prática de alelopatia entre as plantas é o uso de coberturas vegetais para controlar plantas daninhas. Plantas de cobertura, como centeio (*Secale cereale*) e trigo-mourisco (*Fagopyrum esculentum*), são cultivadas para liberar aleloquímicos no solo, suprimindo o crescimento de plantas daninhas. Outro exemplo é a utilização de sorgo (*Sorghum bicolor*), uma espécie que contém em sua composição química o sorgoleone, aleloquímico produzido e liberado pelas raízes que age diretamente no processo fotossintético e na respiração de outras plantas.

QR CODE

Quer saber mais sobre alelopatia?

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



2.2 IDENTIFICAÇÃO

2.2.1 Por que saber identificar as plantas daninhas?

Identificar a espécie que está presente na propriedade é fundamental para fazer o manejo mais adequado e assertivo possível. Cada planta responde diferente a um manejo. Como exemplo temos o caso da erva-quente (*Spermacoce latifolia*), planta que tem tolerância ao herbicida glifosato, o que impede o produtor de realizar seu

controle com esse herbicida. Outro exemplo é adotar o controle mecânico em áreas com infestação de trapoeraba, que quanto mais cortes recebe no caule mais gera pontos de rebrota, aumentando a infestação.

! ATENÇÃO

Por que é importante saber identificar plantas daninhas de difícil controle?

É importante que o produtor saiba identificar plantas daninhas de difícil controle a fim de fazer um controle preventivo e pensar no melhor manejo para que a infestação da planta não aumente na área.

QR CODE

Para mais informações sobre esse assunto, consulte a cartilha gratuita *Plantas daninhas resistentes: biologia, identificação, ocorrência e controle*, de Barroso *et al.*, produzida pelo SENAR-PR em parceria com a UFPR e a EMBRAPA. Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



Três são os tipos de identificação de plantas daninhas que podem ser realizados em uma propriedade.

2.2.2 Identificação visual de plantas jovens e adultas

Pode ser realizada por meio de manuais de identificação (livros e cartilhas) ou aplicativos que fazem esse reconhecimento por meio de inteligência artificial. A seguir são listados alguns exemplos que podem ser adquiridos pela internet ou em livrarias.

- *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*, de Harry Lorenzi, 201.
- *Manual de identificação de plantas infestantes, cultivos de verão, hortaliças e arroz*, de Henrique José da Costa Moreira e Horlandezan Berlindes Nippes Bragança, 2011.

**QR CODE**

Acessar pelos seguintes *QR Codes*.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o *link*.
Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



Outro meio de fazer a identificação é por meio de aplicativos de celular, apenas tirando uma foto da planta. Na Figura 8 apresentamos sugestões de aplicativos que podem ser utilizados para essa funcionalidade e baixados nas lojas de aplicativos em celulares e *tablets*.

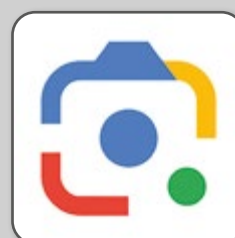
Figura 8 – Aplicativos para identificação de plantas daninhas.



Adama Alvo



BASF Agro



Google Lens

Fonte – Play Store, 2024.

Ressaltamos que nenhum deles é 100% assertivo, pois têm uma margem de erro. Por esse motivo é recomendado consultar mais de uma ferramenta de identificação e, na dúvida, uma instituição ou pesquisador da área.

2.2.3 Identificação do banco de sementes das espécies infestantes

Essa metodologia tem como objetivo trazer maior precisão ao manejo empregado e, conseqüentemente, a redução de custos e maior assertividade para questões ambientais. Para o manejo integrado e sustentável de plantas daninhas, deve ser feito o levantamento do banco de sementes de espécies de plantas daninhas no solo de forma adequada, considerando diversos fatores para fazer a amostragem de solo, como relacionar o comportamento das espécies ao longo do ano com os processos de manejo estabelecidos dentro de cada propriedade.

Para determinar esse banco de sementes, podem ser adotadas as seguintes metodologias:

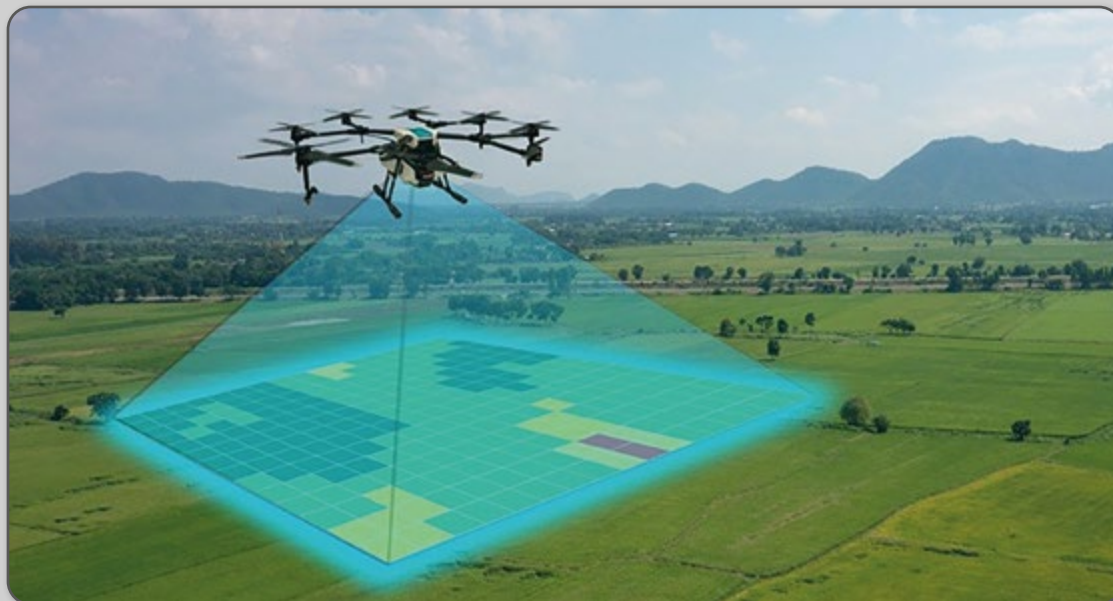
- **Metodologia 1:** demarca-se uma parcela na área produtiva e avalia-se, ao longo da safra, quais espécies são recorrentes naquele ambiente quando as plantas estiverem mais velhas.
- **Metodologia 2:** uma amostra do solo é retirada de diversos pontos da área com um trado, a uma profundidade de pelo menos 10 cm. Essa amostra é passada por uma peneira para que toda a mostra esorra por ela, menos as sementes, para determinar as espécies ali presentes. Pode-se utilizar junto ao solo solução de carbonato de cálcio para decantar o solo e boiar as sementes.
- **Metodologia 3:** uma amostra do solo é retirada de diversos pontos da área com um trado, a uma profundidade de pelo menos 10 cm. Essa amostra é colocada para germinar em uma bandeja a fim de se observar sua densidade e as espécies que nela germinam e dela emergem.

2.2.4 Identificação por novas tecnologias

Os drones são uma tecnologia inovadora que além de pulverizarem lavouras também são utilizados como ferramenta de identificação e mapeamento de focos de plantas daninhas por meio de fotografias (Figura 9). Essas fotos são georreferenciadas quando são tiradas, e posteriormente são gerados mapas (Figura 10) que servirão como manuais de aplicação de herbicidas. Esse mapeamento pode ser realizado por empresas que fornecem esse tipo de serviço ou pelo próprio produtor. Trata-se de uma tecnologia em desenvolvimento, mas que em breve estará mais acessível.

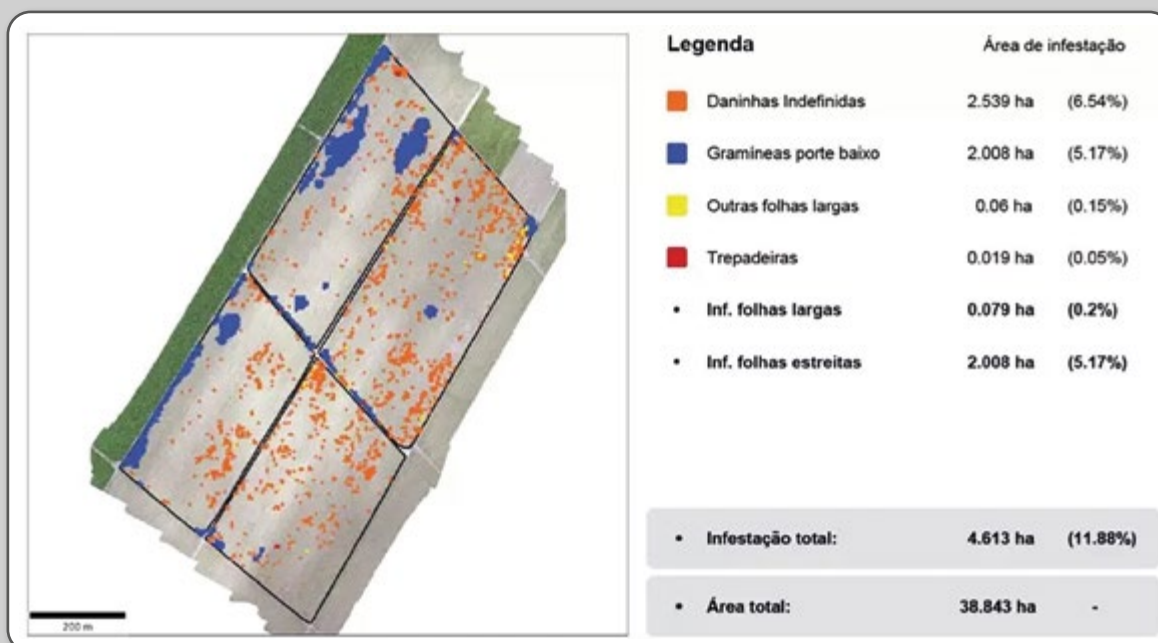
As plantas também podem ser identificadas por sensores a *laser* do tipo WeedSeeker que separam as plantas verdes do solo ou da cobertura ou separam as espécies entre si.

Figura 9 – Mapeamento e identificação de plantas daninhas por meio de drone.



Fonte – NetWord Agro, 2024.

Figura 10 – Exemplo de mapa para identificação de plantas daninhas no talhão.



Fonte – iField, 2024.

2.3 PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE PLANTAS DANINHAS E COMO IDENTIFICÁ-LAS

2.3.1 Poaceae

Essa é uma família de plantas de grande valor econômico. Conhecida por gramíneas, ela engloba espécies cultivadas (como milho, trigo e arroz) e plantas daninhas (capim-amargoso, capim-pé-de-galinha, capim-arroz, arroz-vermelho, capim-colchão, capim-papua, capim-carrapicho, azevém, grama-seda, capim-colonião, capim-rabo-de-burro, capim-amalote, capim-capeta, capim-annoni, entre muitas outras espécies) (Figura 11).

Identificação:

- Folhas estreitas;
- Anuais ou perenes;
- Herbáceas de tamanhos variados;
- Possuem nós e entre-nós;
- Possuem folha com bainha, aurícula e lígula;
- Reprodução por sementes ou, em alguns casos, por rizomas;
- Inflorescência em forma de espiga, panícula ou rácemo.

Figura 11 – Exemplos de espécies da família Poaceae. (A) Capim Pé de galinha (*Eleusine indica*), (B) Capimannoni (*Eragrostis plana*) e (C) Capim amargoso (*Digitaria insularis*).



Fonte – Os autores, 2024.

2.3.2 Asteraceae

Família de plantas extremamente importante para a agropecuária, com diversas espécies em todo o país. Apresenta entre 20 e 25 mil espécies. Fazem parte dessa família as plantas buva, picão-preto, cravorana, picão-branco, mentrasto, serralha e falsa-serralha, entre outras (Figura 12).

Identificação:

- Folhas largas;
- Inflorescência em formato de capítulo;
- Reprodução por meio de sementes ou rizomas (losna-brava);
- Espécies anuais e perenes.

Figura 12 – Exemplo de espécies da família Asteraceae. (A) Cravorama (*Ambrosia artemissifolia*), (B) Buva (*Conyza* spp.) e (C) Picão preto (*Bidens subalternans*).



Fonte – Rizzardi, 2020 (B); Os autores, 2024 (A e C).

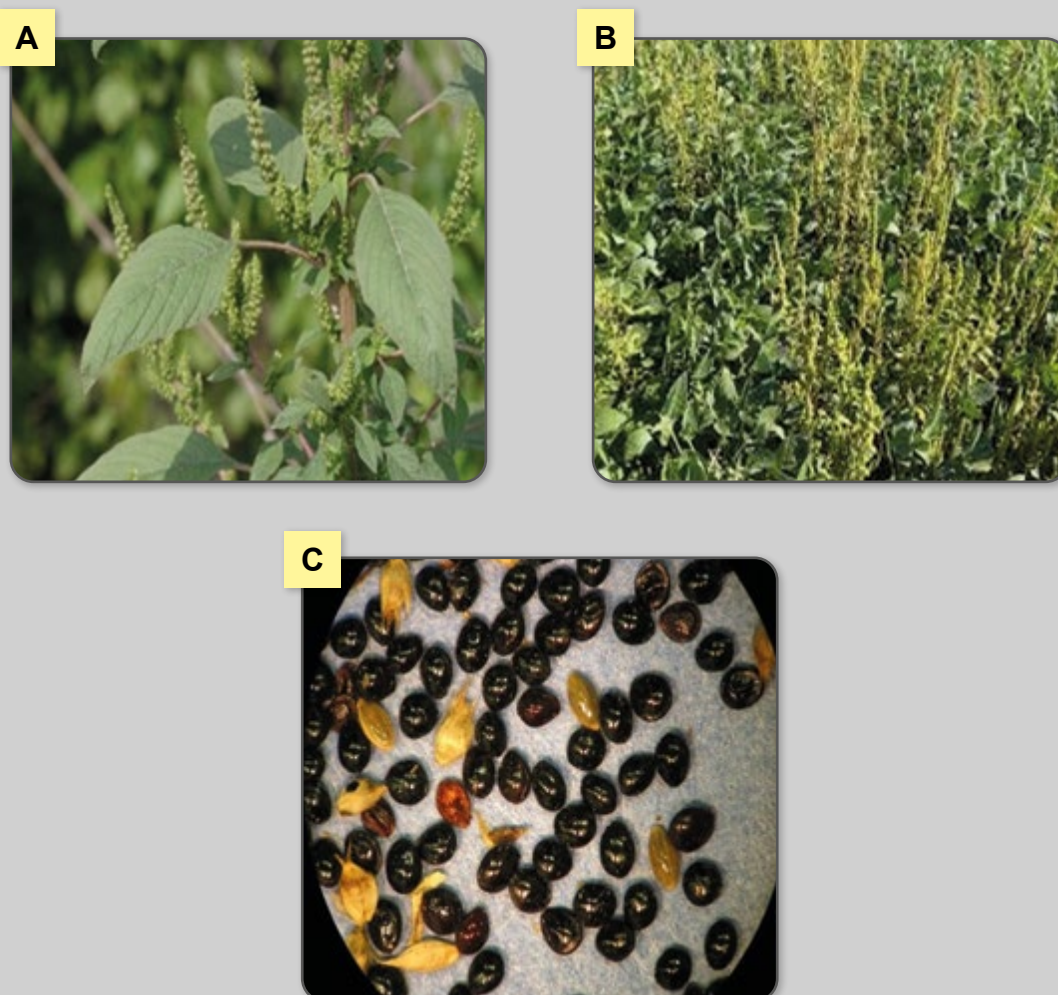
2.3.3 Amaranthaceae

As plantas dessa família produzem sementes pequenas, mas em grande quantidade, podendo chegar a 500 mil por planta. Dela fazem parte as espécies de caruru, a erva-de-jacaré e o apaga-fogo (Figura 13).

Identificação:

- Folhas largas;
- Anuais ou perenes;
- Porte variando de subarbustivo a herbáceo ereto ou prostrado;
- Inflorescência do tipo espiga de glomérulos ou somente glomérulos.

Figura 13 – Exemplo de espécies da família Amaranthaceae. (A) (B) e (C) Caruru (*Amaranthus* spp.).



Fonte – Rizzardi, 2020 (B); Os autores, 2024 (A e C).

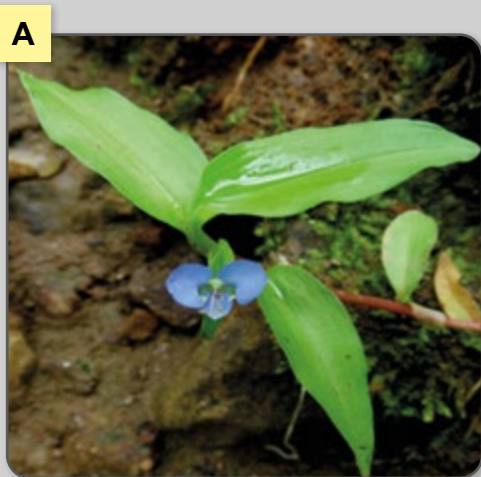
2.3.4 Commelinaceae

Fazem parte dessa família plantas daninhas comuns a lavouras anuais e perenes. Elas apresentam folhas largas, apesar de serem monocotiledôneas (que geralmente têm folhas estreitas), e podem produzir sementes subterrâneas. É a família das trapoerabas. (Figura 14).

Identificação:

- Caule ereto ou prostrado com capacidade de enraizar ao longo dos nós;
- Folhas simples e ovaladas;
- Inflorescências terminais com coloração rósea, lilás e branca.

Figura 14 – Exemplo de espécies da família Commelinaceae.
(A, B e C) Trapoeraba (*Commelina* spp.)



Fonte – Agrolink, 2024 (B); Os autores, 2024 (A e B).

? VOCÊ SABIA?

Trapoeiraba é folha larga ou estreita?

A trapoeiraba tem folhas estreitas, porém é bem controlada com aplicação de herbicidas que combatem plantas de folhas largas, como auxínicos.

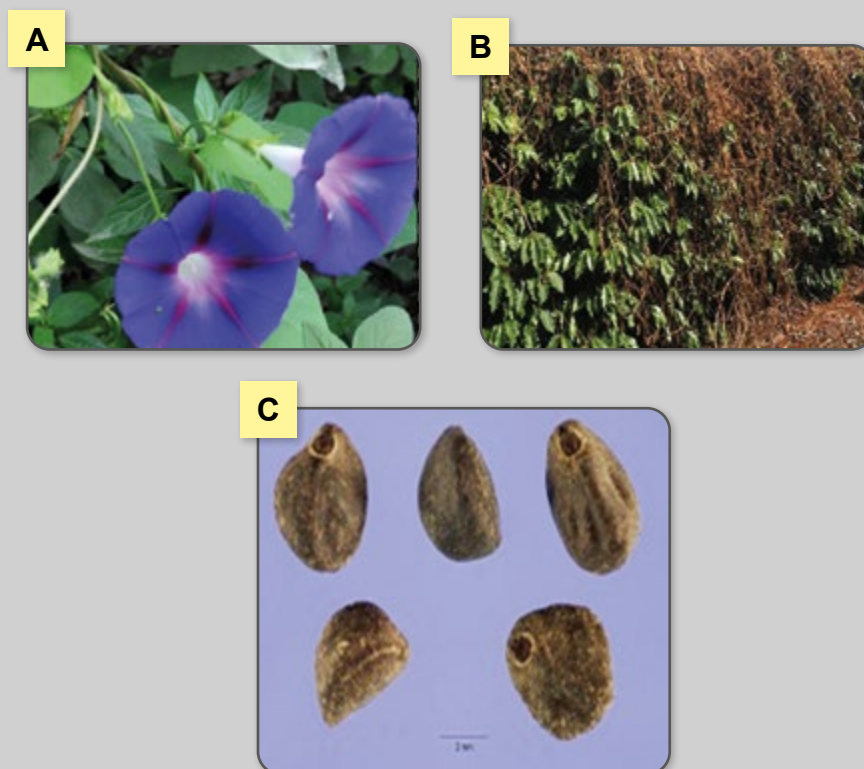
2.3.5 Convolvulaceae

As plantas dessa família atrapalham de forma significativa o processo de colheita, acarretando problemas físicos, por meio do embuchamento de máquinas. Seus caules são volúveis e suas sementes germinam mesmo se sombreadas. É a família das cordas-de-viola (Figura 15).

Identificação:

- Plantas anuais;
- Hábito de crescimento do tipo trepadeira;
- Folhas geralmente em formato de “coração”;
- Caule volúvel;
- Reprodução por meio de sementes.

Figura 15 – Exemplo de espécies da família Convolvulaceae. (A, B e C) Corda de viola (*Ipomoea* spp.)



Fonte – Matiello, 2024 (A e B); Os autores, 2024 (C).

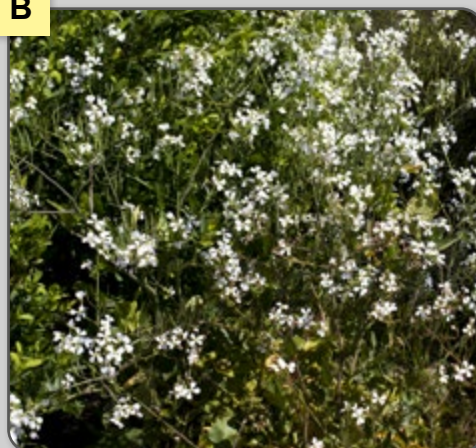
2.3.6 Brassicaceae

Essa família engloba cerca de três mil espécies. Anteriormente, essas plantas eram conhecidas como crucíferas devido ao formato de suas flores, que se dispõem de forma cruzada, sendo constituídas por cálice e corola observáveis. É a família da nabiça, planta comum de inverno no sul do país, da mostarda, do nabo-forrageiro e o mastruz (Figura 16).

Identificação:

- Folhas largas;
- Grande parte das espécies de ciclo anual;
- Herbáceas.

Figura 16 – Exemplo de espécies da família Brassicaceae.
(A, B e C) Nabiça (*Raphanus raphanistrum*).

A**B****C**

Fonte – Agrolink, 2024 (A e B); Os autores, 2024 (C).

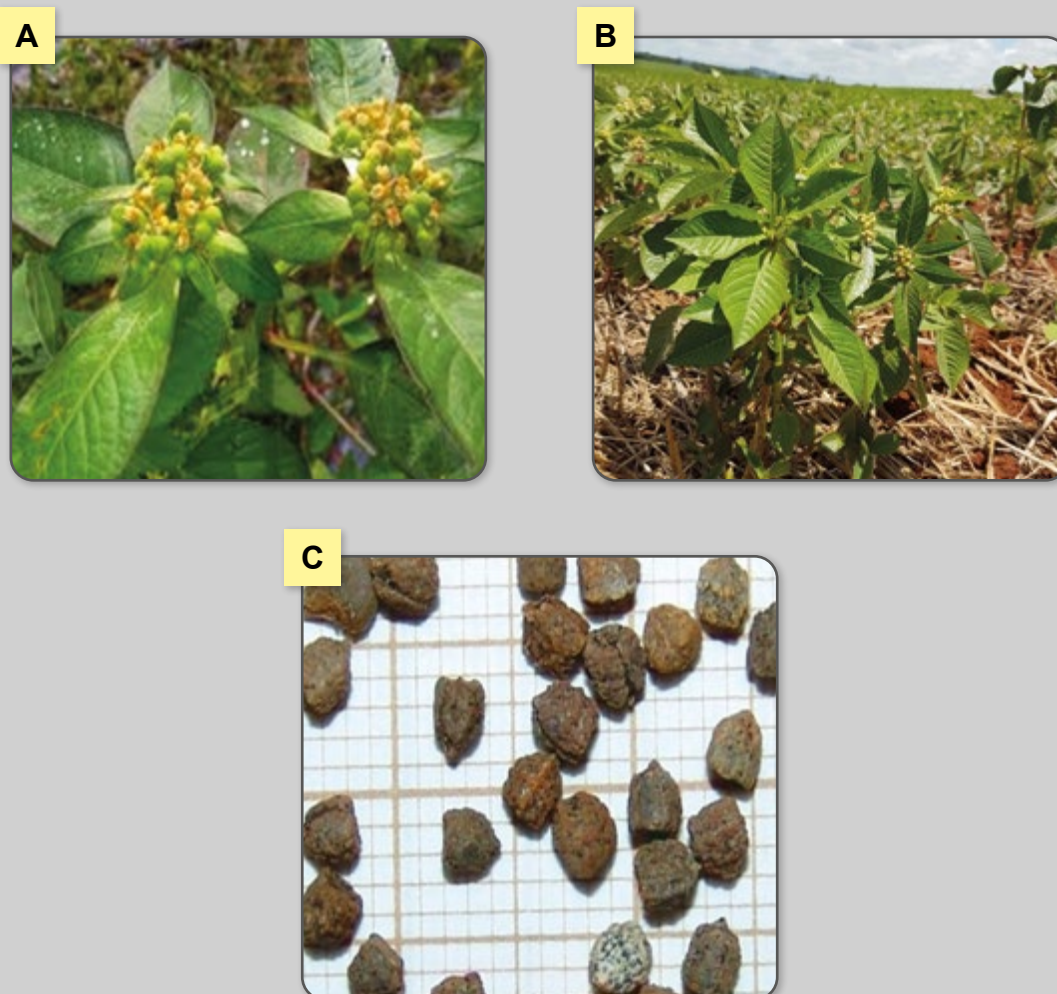
2.3.7 Euphorbiaceae

Essa é uma das maiores famílias de dicotiledôneas (folhas largas), sendo que algumas espécies são tóxicas. São dessa família o leiteiro, a erva-de-santa-luzia e a mamona (Figura 17).

Identificação:

- Folhas largas;
- Quando cortado, o caule solta um líquido viscoso denominado látex.

Figura 17 – Exemplo de espécies da família Euphorbiaceae. (A) (B) e (C) Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*).



Fonte – A) Barcellos, 2023; B) Mais Soja, 2023; C) Os autores, 2024.

2.3.8 Fabaceae

Família das leguminosas, grupo de plantas que fazem fixação biológica de nitrogênio e abrigam diversas espécies de interesse comercial, como soja, amendoim, ervilha e feijão. As plantas daninhas são anileira, crotalárias, fedegoso e trevos (Figura 18).

Identificação:

- Folhas largas;
- Anuais ou perenes;
- Algumas espécies têm espinhos ou compostos tóxicos;
- Folhas compostas;
- Frutos do tipo legume.

Figura 18 – Exemplo de espécies da família Fabaceae. (A, B e C) Angiquinho (*Aeschynomene* spp.).



Fonte – Marques, 2019 (B e C); Os autores, 2024 (A).

2.3.9 Identificação e notificação de plantas resistentes

Caso o produtor identifique em sua propriedade que alguma planta não está mais sendo controlada com determinada dose de herbicida, ele deve notificar o órgão responsável pela defesa sanitária vegetal do seu estado. Assim, medidas cabíveis e testes serão realizados com aquela planta para identificar e comprovar sua resistência.



VOCÊ SABIA?

Qual é a diferença entre planta resistente e planta tolerante a herbicidas?

Resistência é uma característica herdável que permite a uma população sobreviver e se reproduzir quando exposta a determinada dose de um herbicida suficiente para controle da população suscetível. Por exemplo, a buva é resistente a 2,4-D.

Tolerância é a característica de espécies que naturalmente suportam determinados herbicidas, não existindo espécie suscetível a estes. Como exemplo existe a trapoeraba, que é tolerante a glifosato.



QR CODE

Os **QR CODES** a seguir contém *folders* que detalham os 10 passos para relatar novos casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil e recomendações de manejo de resistência feitos pela HRAC-BR.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



2.3.10 Identificação e notificação de novas espécies

Caso o produtor desconfie de uma nova espécie que apareceu em sua área, é fundamental que notifique ao órgão responsável pela defesa sanitária vegetal, pois em alguns casos pode se tratar de uma praga quarentenária, cuja erradicação deve ser priorizada antes que se alastre pelo país.



VOCÊ SABIA?

Cuidado com *Amaranthus palmeri*!

Essa é uma planta daninha de difícil controle devido a características biológicas e casos de resistência a herbicidas de diversos mecanismos de ação. Até o momento, ela está presente oficialmente nos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul.



QR CODE

O guia específico que trata desse assunto, elaborado pelo SENAR-PR em parceria com a UFPR e EMBRAPA-Soja, pode ser acessado pelo *QR Code* ao lado.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.

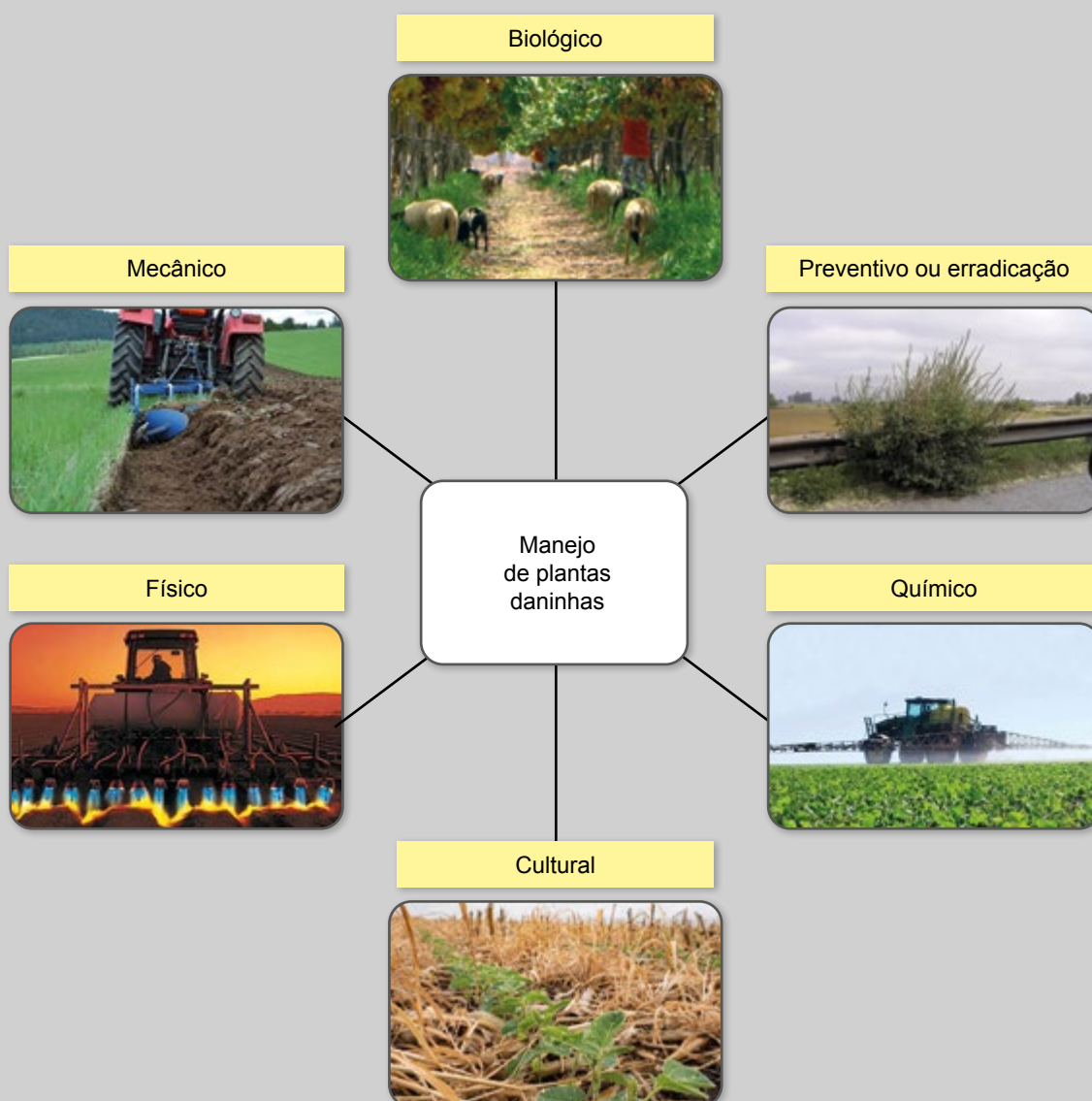


As plantas daninhas há anos têm colocado agricultores e profissionais do setor agrícola diante da necessidade de se adaptar e inovar para resolver problemas. Na fase da "revolução verde", os herbicidas surgiram como uma ferramenta essencial para o controle químico das plantas daninhas, contribuindo significativamente para o manejo. No entanto, o uso excessivo desses produtos revelou-se inadequado porque provocou a seleção de plantas daninhas resistentes. Nesse sentido, o Manejo Integrado e Sustentável de Plantas Daninhas (MISPD) é uma necessidade, assim como foi primeiramente vislumbrado para a questão de pragas pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) e pelo Manejo Integrado de Doenças (MID).

2.3.11 Controle e manejo de plantas daninhas

O controle refere-se a medidas específicas para minimizar a competição das plantas daninhas, a fim de que a presença delas não cause danos econômicos nos diversos cultivos. Entretanto, devemos estender esse conceito para que as plantas daninhas não se reproduzam, aumentando assim o banco de sementes no solo. Já o manejo de plantas daninhas implica o uso integrado de diferentes métodos de controle (Figura 19).

Figura 19 – Diferentes métodos de controle de plantas daninhas.



Fonte – Os autores, 2024.

3. MÉTODOS DE CONTROLE

3.1 CONTROLE PREVENTIVO

As medidas preventivas referem-se à adoção de atitudes que impeçam ou minimizem a introdução e a disseminação de plantas daninhas em determinado local, que pode ser uma propriedade, um município, um estado e até mesmo o país.

ATENÇÃO

Muitas espécies de plantas daninhas presentes no Brasil foram introduzidas de outros países, como tiririca, grama-seda, capim-braquiária, caruru-palmeri, entre outras.

Essas plantas daninhas, que vieram de outros lugares do mundo, são responsáveis por interferir em muitos ambientes produtivos, como cultivos agrônômicos, e em outros espaços relacionados a atividades humanas (trilhos de trem, beira de estradas, pátios de empresas, jardins). Desse modo, fica claro o impacto que a falha na adoção de métodos preventivos teve sobre a proliferação das muitas espécies de plantas daninhas atualmente problemáticas no Brasil.

PARA SABER MAIS

Assim como na área de saúde humana, a agricultura deve valer-se do princípio da precaução. Quanto antes detectado o problema, mais barato será o controle, bem como a possibilidade de erradicação de uma espécie ou população. Depois de disperso o problema, além do custo elevado de controle nos resta conviver com a espécie.

Por esse motivo, a preocupação com a defesa fitossanitária foi regulamentada no Brasil em 1934, por meio do Decreto n°. 24.114, que aprovou o “Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal”, em vigor até hoje.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) realiza essas normatizações visando ao controle oficial de algumas plantas daninhas. Por exemplo, a Instrução Normativa n°. 45, de 22 de agosto de 2018, define no artigo segundo:

- **Praga Quarentenária Ausente (PQA):** praga de importância econômica potencial para uma área em perigo, que ainda não está presente no território nacional. Exemplos: *Euphorbia helioscopia*; *Fumaria bastardii*; *Fumaria densiflora*; *Fumaria muralis*.

- **Praga Quarentenária Presente (PQP):** praga de importância econômica potencial para uma área em perigo. Está presente no país, porém não está amplamente distribuída e se encontra sob controle oficial. Exemplo: *Amaranthus palmeri* nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.
- **Praga Não Quarentenária Regulamentada (PNQR):** praga cuja presença em plantas para plantar afeta o uso proposto dessas culturas, com impacto econômico inaceitável. Está regulamentada no território da parte contratante importadora.



VOCÊ SABIA?

Uma das principais formas de introdução e disseminação de plantas daninhas são sementes e mudas contaminadas.

Há também a Instrução Normativa n.º 46, de 24 de setembro de 2013, que estabelece a relação e as espécies de sementes nocivas toleradas e proibidas na produção, na comercialização e no transporte de sementes nacionais e importadas. Já a portaria n.º 1.119, publicada em maio de 2024, estabelece o Programa Nacional de Prevenção e Controle do Caruru-palmeri.



QR CODE

Escaneie o QR Code à direita para acessar a Instrução Normativa n.º 46 e o QR Code à esquerda para acessar a Portaria n.º 1.119.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** e acesse o **link**. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



ATENÇÃO

Deve-se também ter cuidado no combate às sementes piratas ou sem certificação, pois como elas não passam por fiscalização podem estar contaminadas com plantas daninhas.

A utilização de sementes certificadas é muito importante para evitar a introdução e a disseminação de plantas daninhas nas áreas, por meio de sementes ou de outros propágulos (como rizomas, tubérculos, bulbos).

Além das medidas preventivas estabelecidas por leis, existem medidas técnicas, como a **limpeza dos equipamentos agrícolas** (grades, arados, subsoladores, colheitadeiras e outros equipamentos) após uso em áreas infestadas ou se utilizados via prestação de serviços (Figura 20), **uso de esterco fermentado** (principalmente em sistema de produção orgânico) e **manutenção de áreas não cultivadas livres de plantas daninhas** (limpeza ou eliminação de plantas daninhas no entorno de estradas).

Figura 20 – Limpeza dos equipamentos agrícolas.



Fonte – Revista Cultivar, 2020.

ATENÇÃO

Vale ressaltar a importância de a comunidade de agricultores trabalhar junta na erradicação de focos de plantas daninhas. Nos Estados Unidos, por exemplo, um grupo de agricultores se uniu para erradicar o Caruru-palmeri de suas lavouras (Figura 21).

Figura 21 – Campanha para erradicação do *Caruru palmeri* em lavouras americanas.



Fonte – Revista Cultivar, 2020.

3.2 CONTROLE FÍSICO

O método físico baseia-se no controle das plantas daninhas por meio de práticas que exercem influência física sobre tais plantas e que envolvem o uso da água, eletricidade ou fogo/calor.

A **inundação** é uma prática que utiliza água para controlar plantas daninhas terrestres. É muito utilizada na cultura do arroz irrigado, causando a morte de plantas daninhas devido à falta de oxigênio em suas raízes.

A **solarização** é uma técnica que utiliza filme de polietileno para cobrir o solo, causando aumento de sua temperatura (que pode chegar a 60°C) e influenciando a morte de plantas daninhas. A temperatura (Figura 22).

A **eletricidade** decorre do uso de descargas elétricas provenientes de equipamentos, que podem ser manuais ou acoplados a tratores. As cargas elétricas entram em contato direto com as plantas daninhas, eletrocutando-as para controle. Esse contato permite uma descarga elétrica de alta tensão, que varia de 5.000 a 15.000 volts. Essa descarga faz o controle da planta por meio da temperatura e da dissociação molecular por eletrólise (Figura 23).

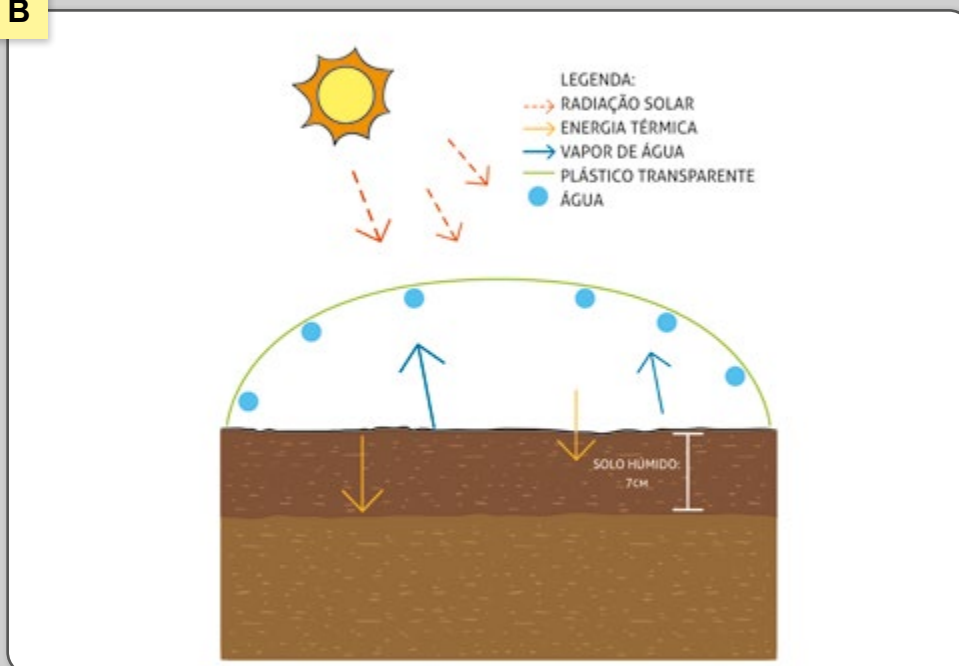
O **fogo** é usado para a queima da vegetação, que pode ser composta de plantas daninhas, ou é aplicado sobre o solo. É bastante utilizado após a colheita de lavouras para o controle de eventuais plantas daninhas que emergiram após a colheita e eleva a temperatura do solo, inviabilizando o banco de sementes (Figura 24).



PARA SABER MAIS

As queimadas são proibidas no Brasil. Entretanto, o Código Florestal (Lei n.º 12.651/2012, e o Decreto n.º 2.661/1998 trazem exceções, como a queimada controlada. Ainda em 2024, a Lei 14.944 trouxe novos esclarecimentos sobre o tema.

Figura 22 – Aplicação da solarização ou *mulching* no controle de plantas daninhas: A) Efeito de coberturas plásticas aplicadas sob o solo; B) Explicação dos processos de controle de plantas daninhas.

A**B**

Fonte – Espaço Visual, 2024.

Figura 23 – Aplicação de eletricidade no controle de plantas daninhas.



Fonte – Oliveira, 2024.

Figura 24 – Equipamento para aplicação de fogo para o controle de plantas daninhas. Red Dragon® Vegetable Bed Flamers.



Fonte – Flame Engineering, 2024.



ATENÇÃO

Em geral, esses métodos ainda são impraticáveis em grandes áreas devido ao alto custo e à velocidade de operação, mas podem ser viáveis no controle de plantas daninhas resistentes ou empregados em pequenas áreas.

3.3 CONTROLE MECÂNICO

Esse método tem como base o uso de algum instrumento de corte para remover as plantas indesejadas ou simplesmente o arranque de planta daninha do local. Essas são as metodologias mais antigas de controle.

A remoção manual das plantas daninhas chama-se **monda**. Essa prática é comum em jardins, na agricultura de subsistência ou familiar e em circunstâncias específicas. No entanto, ela tem baixo rendimento operacional e elevado custo.

Figura 25 – Remoção manual de planta daninha na lavoura.



Fonte – Maroni, 2019.

Outro método é a **capina manual**, que tem como objetivo cortar ou arrancar as plantas daninhas da área com alguns instrumentos, como a enxada, que tem maior rendimento operacional se comparada à munda. É um método de alto custo, mas é o mais utilizado em áreas com restrição ao uso de herbicidas (Figura 26).

**ATENÇÃO**

A capina manual pode ser utilizada nos escapes de plantas daninhas resistente a herbicidas, onde o agricultor acompanhando a lavoura pode fazer a catação e eliminação de plantas sem deixar elas produzirem sementes.

Figura 26 – Capina manual para controle de plantas daninhas.



Fonte – Portal Embrapa, 2012.

A **roçada** tem como objetivo reduzir ou retardar o crescimento das plantas daninhas para minimizar a competição com as culturas desejadas. Essa prática envolve o uso de roçadeiras para cortar plantas daninhas, especialmente em pomares, pastagens e cultivos agroecológicos (Figura 27).

**ATENÇÃO**

Trabalhos acadêmicos têm revelado bom controle do capim-amargoso por meio da técnica de roçada em associação ao controle químico, visto que a roçada diminui a biomassa da planta e sua reserva e facilita a chegada de mais ingredientes ativos nas raízes, melhorando o controle. A roçada deve ser feita antes da aplicação de herbicidas.

Figura 27 – Roçada para controle de plantas daninhas.



Fonte – Reporter Agro, 2024.

Existem também os métodos mecânicos pelo uso de **implementos** tracionados por animais ou tratores para o controle de plantas daninhas. Eles não apenas visam controlar as plantas daninhas, mas também podem ser usados para revolvimento do solo. Estes implementos representam um avanço mecânico em relação às atividades manuais. O controle mecânico de plantas daninhas no preparo do solo pode ser feito por aração, escarificação e grade (Figura 28).

Figura 28 – Controle mecânico: aração.



Fonte – Revista Cultivar, 2023.

Algumas empresas estão testando máquinas que podem ser utilizadas na pós-emergência das culturas, utilizadas principalmente na agricultura orgânica. Um ponto negativo é que elas só fazem o controle na entrelinha, e não na linha da cultura (Figura 29).

Figura 29 – Controle mecânico na entrelinha da cultura.



Fonte – Brighenti - Embrapa, 2024.



VOCÊ SABIA?

Quais são as desvantagens do controle mecânico?

Compactação de solo logo abaixo da superfície movimentada, exposição do solo à erosão, perda de umidade por evaporação, quebra de dormência de sementes e outros órgãos de propagação vegetativa.



PARA SABER MAIS

Em função dos relatos de resistência de plantas daninhas a herbicidas, vem aumentando o uso de controle mecânico. Uma boa mecanização com revolvimento da área pode eliminar as plantas daninhas adultas e permitir o uso de um pré-emergente, mas podem ser incalculáveis os prejuízos trazidos ao sistema em função da perda de cobertura de solo e possíveis erosões. Muitos agricultores têm adotado o preparo do solo nas falhas de controle decorridas da resistência de plantas daninhas.

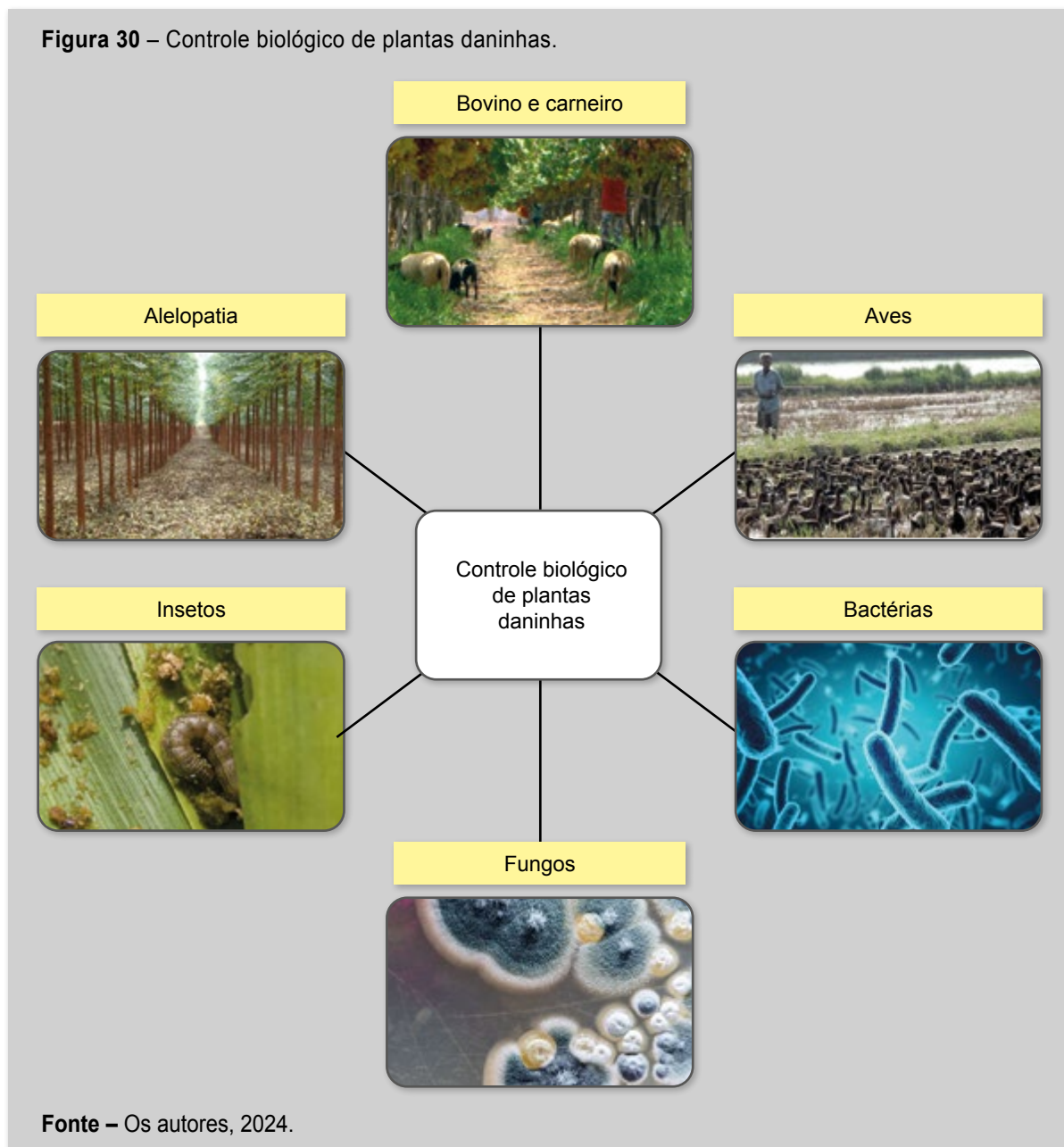
3.4 CONTROLE BIOLÓGICO

É realizado pela ação de organismos vivos (animais, vírus, bactérias e fungos), com a finalidade de manter a população de plantas daninhas em uma densidade menor do que ocorreria em sua ausência. O objetivo do controle biológico de plantas

daninhas não é erradicar, mas reduzir populações em níveis de dano econômico de uma lavoura, pomar, floresta ou horta.

O controle biológico de plantas daninhas precisa ser considerado no manejo integrado de plantas daninhas. Técnicas eficazes, mas que ainda são pouco exploradas, são o uso de solos ricos em microrganismos, que degradam mais rapidamente as sementes de plantas daninhas, assim como o uso de animais para pastejar plantas daninhas nos sistemas integrados de produção agropecuária (Figura 30).

Figura 30 – Controle biológico de plantas daninhas.



O controle biológico tem uma série de vantagens e desvantagens e certamente será cada vez mais explorado no futuro devido à ausência de novas ferramentas químicas de controle.

Controle biológico de plantas daninhas

Vantagens

- Uma vez introduzido, o agente biológico permanece controlando as plantas daninhas.
- Pode ser realizado em áreas inacessíveis, como lagos e florestas.
- Em geral não há toxicidade ambiental.

Desvantagens

- Uma vez introduzido, o organismo biológico pode fugir do controle.
- Os organismos podem não diferenciar a planta de valor econômico da planta daninha.
- Controle lento.

3.5 CONTROLE CULTURAL

Visa garantir condições competitivas para a cultura de interesse. O controle cultural envolve a escolha da área e da cultivar, a densidade de semeadura, o preparo ou não do solo, a adubação, os tratos culturais e muitos outros aspectos.



PARA SABER MAIS

Qual é o melhor controle para as plantas daninhas?

É a própria cultura, desde que ela feche a entrelinha “no limpo”, pois depois desse período a cultura, por si só, consegue competir e diminuir a matocompetição. Para isso, é permitir o pleno desenvolvimento da cultura de interesse (Figura 31).

Como é possível fechar a cultura no limpo?

Dando condições competitivas para a cultura.

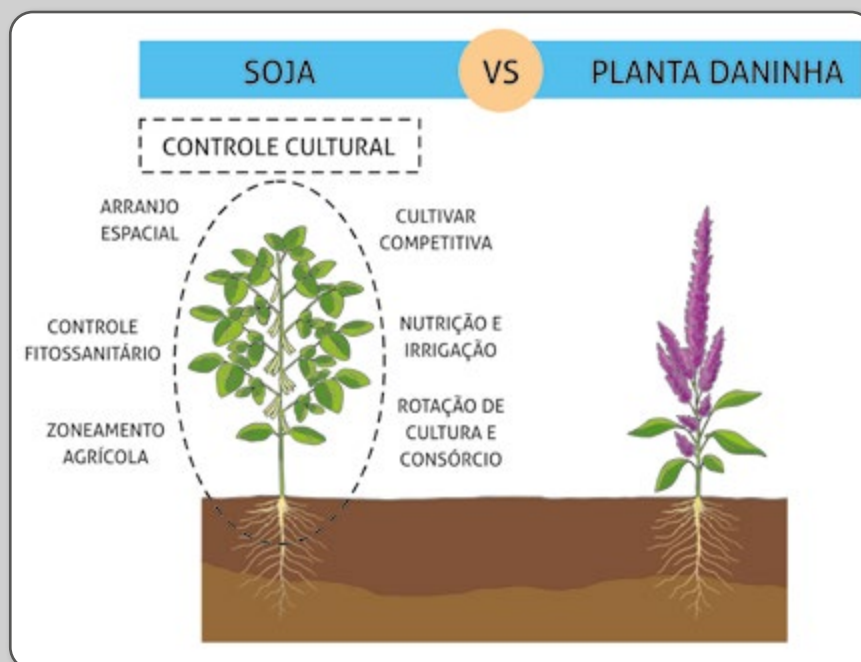
Como dar condições competitivas para a cultura?

Fornecendo ou atendendo ao máximo possível seus fatores de produção em termos ecofisiológicos e diminuindo o estresse sobre a cultura, para que ela tenha pleno desenvolvimento.

Como favorecer o “fechamento da cultura”?

Dando condições para que a cultura se desenvolva adequadamente, semeando cultivares conforme o zoneamento agroclimático, respeitando o arranjo espacial apropriado, corrigindo o perfil do solo e adubando-o conforme as exigências da cultura.

Figura 31 – Método de controle cultura de plantas daninhas.



Fonte – Os autores, 2024.

A seguir, apresentamos algumas técnicas para o controle cultural:

3.5.1 Seleção de genótipos

As cultivares precisam ser adaptadas à região para aumentar sua competitividade e ter um rápido desenvolvimento inicial, com produção rápida de novos ramos e maior densidade foliar. Cultivares com ciclos mais precoces geralmente têm essas características, fechando rapidamente as entrelinhas e sombreando o solo, o que reduz a emergência de plantas daninhas.

3.5.2 Arranjo espacial e zoneamento agroclimático

Utilizando um espaçamento de entrelinhas mais estreito e aumentando a densidade populacional, é possível reduzir a interferência das plantas daninhas na cultura. Essas práticas fortalecem o potencial competitivo da cultura ao aumentar o sombreamento do solo, o que dificulta a emergência e sobrevivência das plantas daninhas sensíveis à sombra. Além disso, realizar o plantio ou a semeadura no período adequado favorece o desenvolvimento da cultura, tornando-a mais robusta e competitiva.

ATENÇÃO

Deve-se tomar cuidado com a competição entre as plantas da própria cultura.

3.5.3 Rotação de culturas

Quando uma única cultura é repetidamente cultivada na mesma área por longos períodos, é comum que se utilizem os mesmos métodos de controle, o que pode levar a aumento significativo nos problemas com plantas daninhas. Isso pode ocorrer devido à simplificação do sistema agrícola, como também à pressão contínua de seleção exercida pelo uso repetido dos mesmos herbicidas. Aqui entra a importância da rotação de culturas, que envolve o cultivo de diferentes espécies vegetais na mesma área ao longo do tempo. Essa prática complexifica o sistema agrícola, alterando a composição da flora cultivada e das plantas daninhas (Figura 32). Como resultado, permite o uso de uma variedade maior de herbicidas e facilita a rotação de diferentes mecanismos de ação desses produtos.

Figura 32 – Efeito da cobertura no controle de plantas daninhas.



Fonte – Os autores, 2024.



VOCÊ SABIA?

Para que a rotação de culturas seja efetiva, é fundamental a utilização de culturas que tenham características que beneficiem o sistema agrícola como um todo. Essas culturas devem ser competitivas, ter potencial alelopático (capacidade de liberar substâncias alelopáticas que inibem o crescimento de outras plantas), apresentar distintos hábitos de crescimento e fornecer boa cobertura do solo, entre outras qualidades.

Culturas que funcionam como adubação verde ou cobertura verde são particularmente importantes nesse contexto. Durante a entressafra, essas culturas mantêm o solo coberto de maneira uniforme, o que ajuda a reciclar nutrientes, aumentar a matéria orgânica do solo e melhorar suas condições físico-químicas e biológicas.



ATENÇÃO

Não deixar a área em pousio!

O pousio só aumenta a infestação e o banco de sementes de plantas daninhas na área. Por essas razões, é sempre importante manter o solo coberto para não dar espaço para plantas daninhas.

3.5.4 Nutrição

A planta cultivada, sendo bem nutrida, tem as habilidades competitivas potencializadas, podendo crescer mais rápido e vencer as plantas daninhas.

3.5.5 Controle de pragas e doenças

Culturas que estão saudáveis têm maior potencial para competir com as plantas daninhas, visto que têm maior quantidade de energia.

Por fim, destaca-se que o plantio direto sobre plantas permite o controle físico de outras plantas (devido à menor flutuação térmica do solo e menor germinação de plantas), o químico (alelopatia), o biológico (aumento de microrganismos benéficos que beneficiam as plantas cultivadas e consomem sementes de plantas daninhas), o preventivo (menos plantas, menor variabilidade e menos problemas de resistência e fluxo gênico) e o mecânico, já que a palhada por si só dificulta o acesso da plântula a luz (Figura 33).

! ATENÇÃO

Sementes de buva são fotoblásticas positivas, ou seja, gostam de luz para germinar, e a palha ajuda a segurar sua emergência. Outras espécies, como as cordas-de-viola, germinam mesmo sob cobertura, necessitando de mais ferramentas para seu controle.

Figura 33 – Germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de corda de viola mesmo sob 16 toneladas por hectare de palhada de aveia-preta.



Fonte – Barroso, 2021.

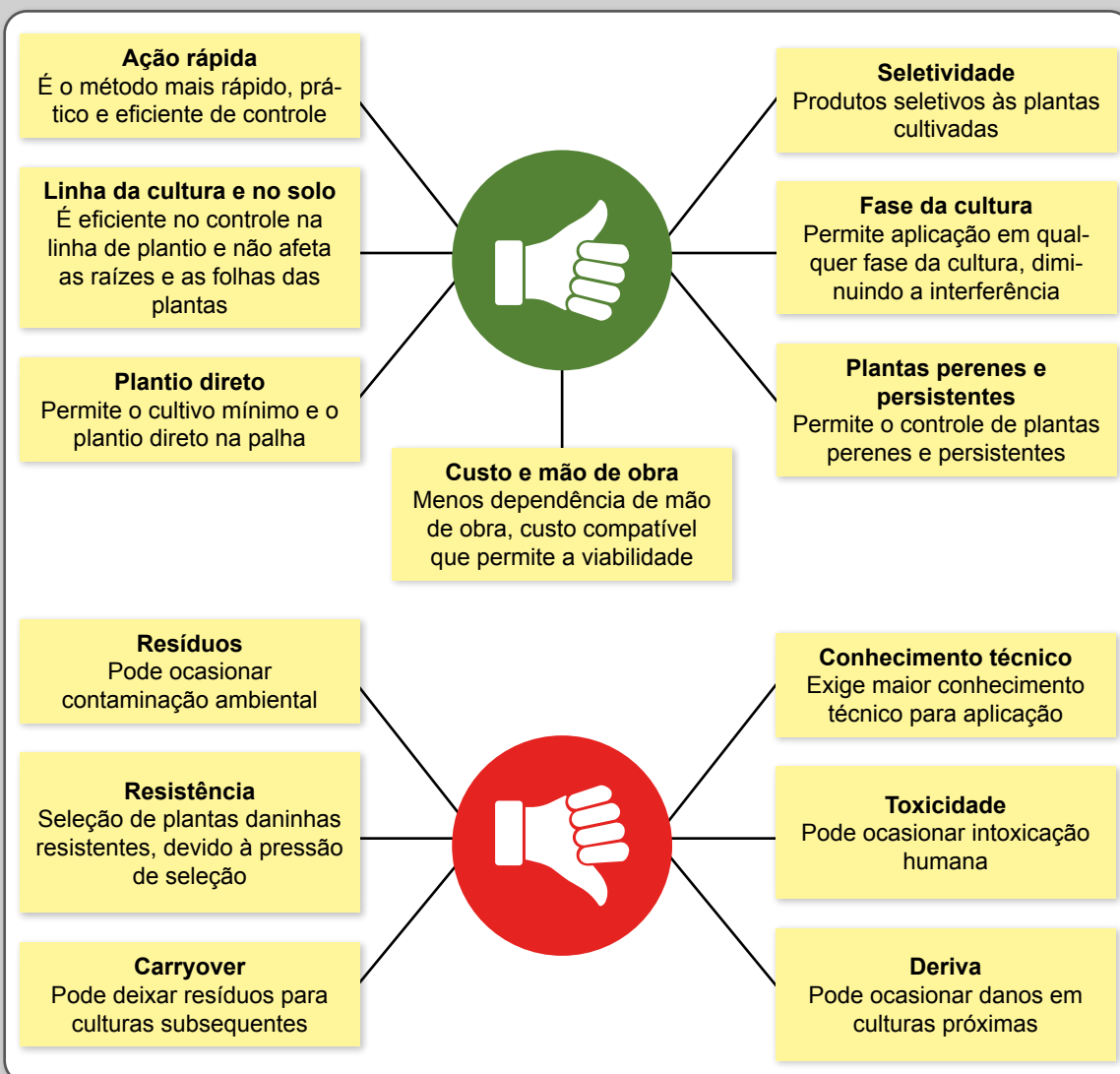
3.6 CONTROLE QUÍMICO

Refere-se ao controle de plantas daninhas por meio da aplicação de herbicidas, que podem ser de origem natural, biológica e sintética. Os herbicidas interferem nos processos fisiológicos das plantas daninhas, inibindo o crescimento de plântulas, reduzindo seu desenvolvimento ou acarretando a morte de plantas.

VOCÊ SABIA?

A partir de 1941, com a descoberta do herbicida 2,4-D, ocorreu um grande salto no manejo de plantas daninhas, permitindo o crescimento da produtividade e da produção mundial.

Figura 34 – Algumas vantagens e desvantagens do controle químico de plantas daninhas.



Fonte – Os autores, 2024.

3.6.1 Classificação dos herbicidas por seletividade

A seletividade decorre da capacidade que uma molécula herbicida tem de matar ou reduzir o desenvolvimento de plantas de uma ou mais espécie, sem prejudicar a cultura de interesse (Figura 35).

Figura 35 – Classificação dos herbicidas quanto à seletividade.

Seletivo

Controla as plantas daninhas sem prejudicar severamente a cultura.
Exemplo: Mesotrione para milho.



Não seletivo

Afetam tanto as plantas daninhas como a cultura.
Exemplo: Diquat.



Testemunha sem aplicação de herbicida



Fonte – Os autores, 2024.

3.6.2 Classificação dos herbicidas quanto à época de aplicação

Quanto à época de aplicação, os herbicidas podem ser classificados em quatro momentos, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Épocas de aplicação dos herbicidas em a cultura e as plantas daninhas.

Em relação à cultura	Em relação às plantas daninhas	
	Pré-emergência	Pós-emergência
Pré-emergência	Deve ser seletiva à cultura e busca a não emergência de espécies de plantas daninhas.	Dessecação das plantas daninhas pré-plantio.
Pós-emergência	Cultivo já estabelecido, visando à manutenção da não germinação de espécies de plantas daninhas. Exemplo: aplicação de pinus nas entrelinhas.	Pós-emergência para o controle de plantas daninhas ou dessecação pré-colheita.

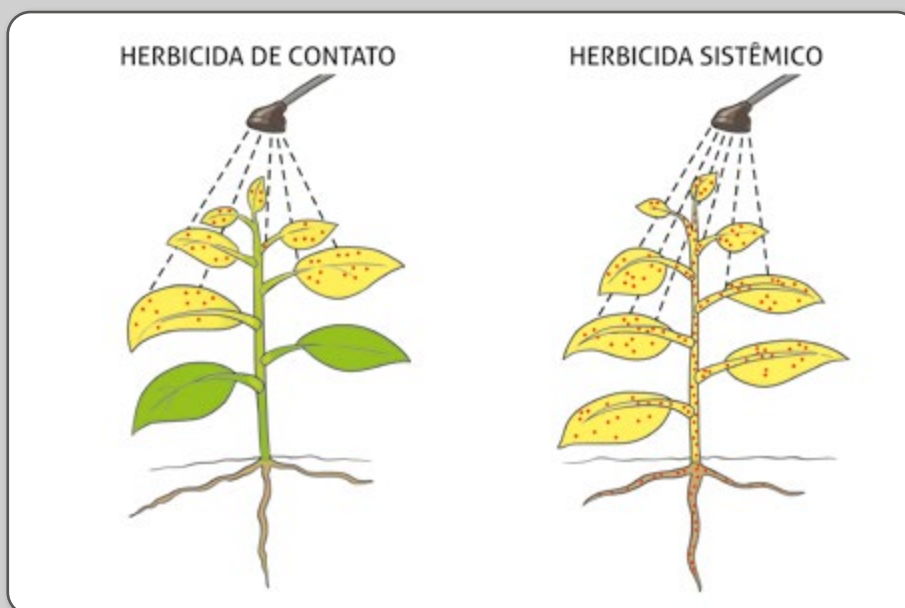
Fonte – Os autores, 2024.

3.6.3 Classificação dos herbicidas quanto à translocação

Os herbicidas podem ser classificados como de contato ou sistêmicos (Figura 36).

- Herbicidas de contato atuam próximo ao local de ação. Ex: diquat.
- Herbicidas sistêmicos têm a translocação na planta. Ex: 2,4-D, glifosato e cletodim.

Figura 36 – Classificação dos herbicidas quanto à translocação.

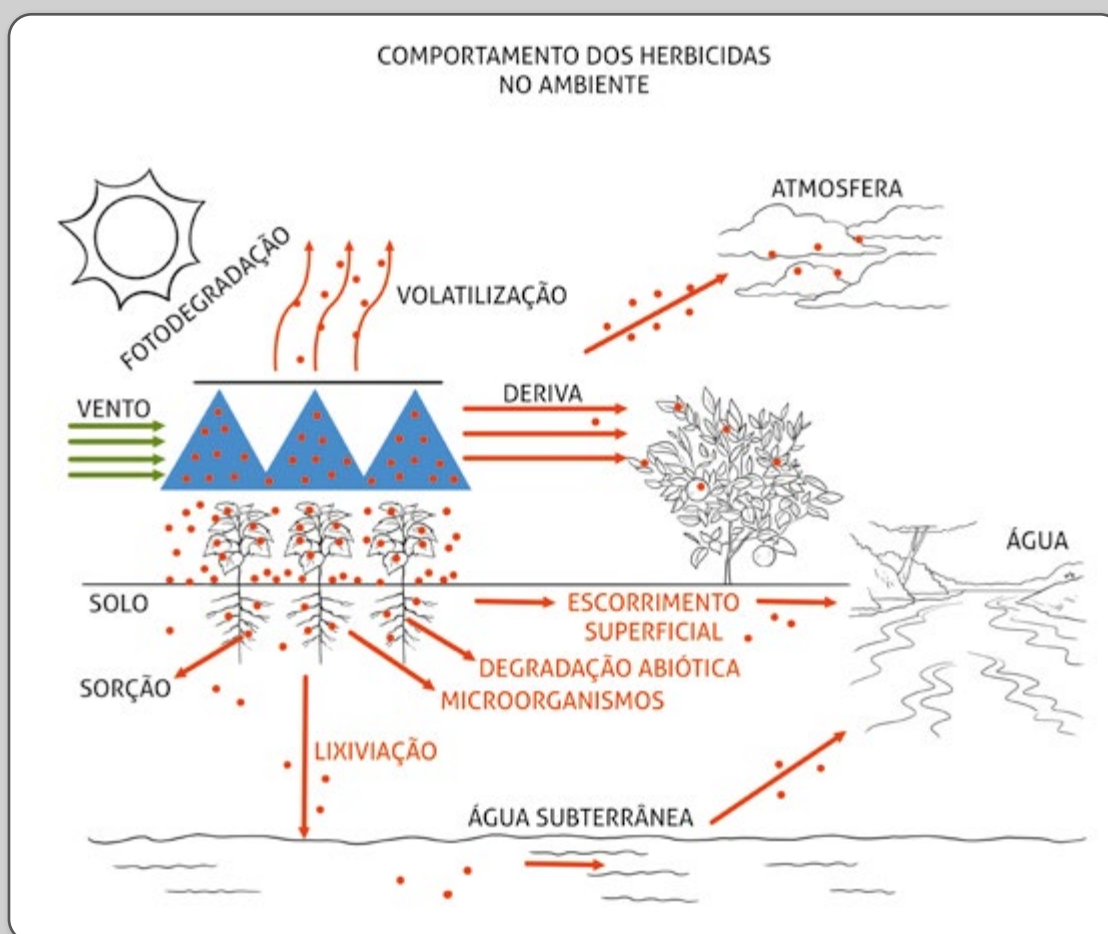


Fonte – Mendes, 2021.

3.6.4 Comportamento de herbicidas no ambiente

Quando aplicados no ambiente, os herbicidas podem sofrer processos de transporte, transformação e retenção. No transporte estão inclusos o escoamento superficial, a lixiviação, a deriva, a volatilização e a contaminação de tanques. Na retenção estão envolvidos a adsorção, absorção e dessorção. Na transformação, a degradação dos herbicidas (microorganismos, luz, água). A Figura 37 mostra os processos que o herbicida pode sofrer quando aplicado no ambiente.

Figura 37 – Comportamento dos herbicidas no ambiente.



Fonte – Correia, 2018.

3.6.5 Cuidados com herbicidas pós emergentes no ambiente

3.6.5.1 Deriva

Movimento do herbicida desde a área-alvo para áreas onde a aplicação não foi destinada pela ação do vento durante a aplicação (Figura 38).

Figura 38 – Processo de deriva na aplicação de herbicidas



Fonte – Carvalho, 2023.

Os riscos de deriva podem aumentar em algumas situações do ambiente, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Riscos de deriva em relação às diversas situações do ambiente.

Ambiente	Risco de deriva
Vento	Maior que 8 km/h
Temperatura do ar	Maior que 30 °C
Umidade do ar	Menor que 50%
Aplicação	
Velocidade do trator	Maior que 8 km/h
Altura da barra	Maior que 50 cm
Tipo de ponta	Gotas com diâmetro médio volumétrico menor que 250 µm
Tamanho da gota	Menor que 100 µm
Pressão	Maior que 60 psi
Volume de calda	Menor que 100 L/ha

Fonte – Carvalho, 2023.

ATENÇÃO**Cuidado com a deriva de herbicidas auxínicos!**

É importante tomar cuidado com a aplicação de herbicidas auxínicos (2,4-D, dicamba, halauxifeno, fluroxipir, triclopir e floryprauxifen), devido à sua suscetibilidade à deriva pelo alto potencial em ocasionar efeitos fitotóxicos em plantas suscetíveis.

Alternativas para redução de deriva:

- **Novas formulações de herbicidas:** escolher, por exemplo, a formulação 2,4-D colina, que tem melhor estabilidade na calda de pulverização e é menos suscetível à deriva se comparada com a formulação 2,4-D amina.
- **Condições climáticas:** fazer as aplicações quando as temperaturas forem amenas (menos do que 30°C) e a velocidade do vento for menor que 3 km/h.
- **Ponta de pulverização:** optar por pontas de pulverização que produzam gotas mais grossas, como AIXR e a TTI, ambas com indução de ar. Para aplicação de herbicidas auxínicos não usar pontas do tipo XR ou cônicas (Figura 39).

Figura 39 – Pontas de pulverização que produzam gotas mais grossas: A) Pontas do modelo AIXR; B) Pontas do modelo TTI.



Fonte – Teejet, 2023.

3.6.5.2 Volatilização

Processo pelo qual o herbicida presente no solo, no ar ou nas plantas passa para forma de vapor, podendo ser perdido para atmosfera e movimentado pelo vento (deriva).

A tendência de volatilização de uma molécula é representada pela pressão de vapor (PV) do produto de seu estado sólido ou líquido. Herbicidas com maiores valores de PV tendem a persistir no solo por um período menor de tempo devido à alta volatilização.

Fatores que influenciam a volatilização:

- **Elevação da temperatura:** a temperatura influencia a volatilização de herbicidas devido a alteração da pressão de vapor

Alternativas para redução de perdas por volatilização:

- **Incorporação de herbicidas no solo:** alguns herbicidas precisam ser incorporados para diminuir sua volatilização e degradação pela luz. A incorporação pode ser feita por implemento (grade de disco ou enxada rotativa) ou por meio da água.
- **Novas formulações de herbicidas:** para diminuir a volatilização de herbicidas com alto potencial, estão sendo desenvolvidas novas formulações contendo adjuvantes ou formulações encapsuladas, como o clomazone microenpasulado.

3.6.5.3 Contaminação de tanque

A aplicação de herbicidas requer atenção devido à formação de resíduos no tanque de pulverização, que podem contaminá-lo temporariamente. Essa contaminação pode prejudicar futuras aplicações, especialmente se o próximo uso do pulverizador envolver uma cultura sensível ao herbicida.

Para prevenir a contaminação do tanque recomenda-se a limpeza dos equipamentos de pulverização após a aplicação de herbicidas, com remoção completa dos resíduos e realização de uma tríplice lavagem para garantir máxima limpeza. Para o dicamba, é comum adotar cuidados adicionais, como a utilização de amônia a 1% do volume total de água na limpeza. Outros herbicidas, por exemplo, a flumioxazina, também precisam de cuidados especiais.

3.6.6 Cuidados com a aplicação de pré-emergentes

3.6.6.1 Solo

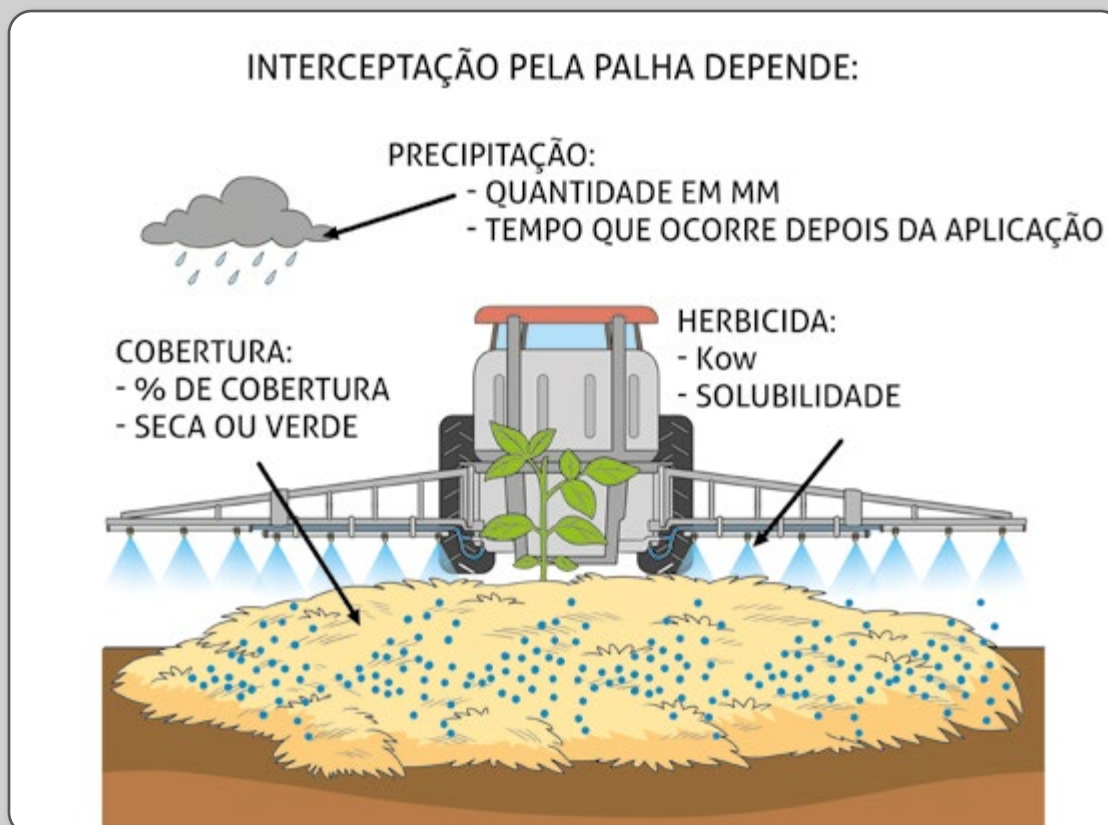
Devido às diversas interações que a molécula do herbicida estabelece com as características específicas do solo, se o herbicida for aplicado em solos arenosos e argilosos na mesma quantidade, é provável que ele se torne mais tóxico para as plantas cultivadas no solo arenoso.

Em solos arenosos, a baixa presença de matéria orgânica e argila dificulta a retenção do herbicida, permitindo que grande parte permaneça na solução do solo. Isso pode resultar na absorção, pelas plantas, de quantidades superiores à dose letal. Em contrapartida, em solos argilosos o processo de retenção do herbicida é maior. Assim, alguns herbicidas exigem doses mais elevadas nesses tipos de solo para garantir sua eficácia.

3.6.6.2 Palha

A palha pode interceptar os pré-emergentes aplicados antes de eles chegarem ao solo. A interceptação vai depender de fatores como precipitação, tipo de herbicida e porcentagem de cobertura. A não chegada do herbicida no solo compromete o controle de plantas daninhas (Figura 40).

Figura 40 – Fatores da interceptação dos pré-emergentes pela palhada.



Fonte – Os autores, 2024.

O Quadro 2 mostra algumas alternativas para diminuir a interceptação pela palha.

Quadro 2 – Alternativas para diminuir a interceptação dos pré-emergentes pela palha

	Herbicida: ▪ Solubilidade: herbicidas com maior solubilidade têm maior capacidade de transpor a palha (Exemplo: clomazone) ▪ Kow: baixos valores têm maior capacidade de transpor a palha (Exemplo: diclosulam)
	Precipitação: ▪ Quantidade: herbicidas com menor solubilidade precisam de maior quantidade de chuva ▪ Tempo: quanto maior o tempo para ocorrência de chuva, mais exposto o herbicida fica à fotodegradação e volatilização.
	Palha e cobertura: ▪ % de cobertura: quanto menor a porcentagem de cobertura, menor a interceptação ▪ Seco ou verde: cobertura verde tem maior capacidade de reter o herbicida.

Fonte – Os autores, 2024.

3.6.6.3 Fotodegradação

Decorre da quebra das moléculas do herbicida pela luz, tornando-as inativas. Isso pode acontecer quando os herbicidas estão expostos à luz solar direta por um período prolongado.

Para prevenir a fotodegradação, não se deve aplicar produtos suscetíveis a ela em condições quentes e secas, sem chuvas, e deve-se utilizar formulações de herbicidas que aumentam sua estabilidade à luz.

3.6.6.4 Umidade do solo

A umidade do solo é importante para o desempenho da maioria dos herbicidas pré-emergentes. Em solos com baixa disponibilidade de água, os herbicidas pré-emergentes que dependem da absorção pelas raízes estarão menos disponíveis. Herbicidas com baixa solubilidade terão menor quantidade dissolvida na água do solo do que os herbicidas com maior solubilidade.



ATENÇÃO

Atenção com a umidade do solo para pré-emergentes!

Para maximizar o desempenho dos herbicidas pré-emergentes, é necessária boa umidade do solo, tanto para incorporação quanto para controle de plantas daninhas.

3.6.7 Propriedades físico-químicas dos herbicidas

3.6.7.1 Solubilidade

Afeta a eficácia e disponibilidade no solo do herbicida. Produtos com baixa solubilidade demandam mais chuva para serem incorporados e podem estar menos disponíveis, dependendo da umidade do solo. Já os herbicidas com alta solubilidade são preferíveis em condições de pouca chuva e alta porcentagem de cobertura do solo, embora tenham maior probabilidade de lixiviação com a umidade do solo.

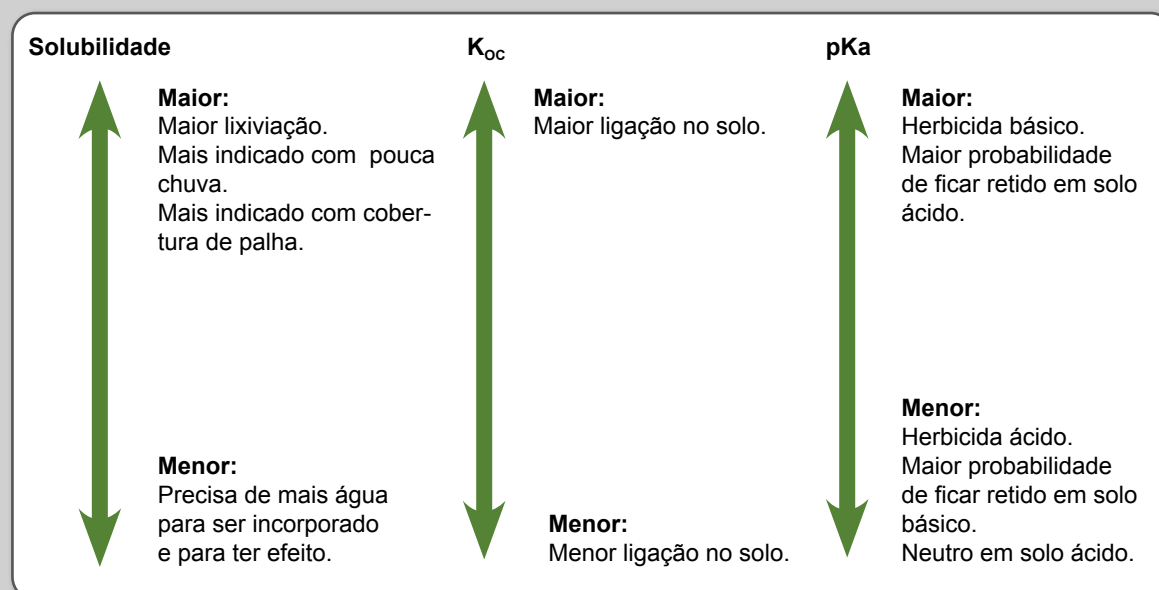
3.6.7.2 K_{oc}

Quanto maior o valor de K_{oc} , mais firmemente o herbicida estará ligado ao solo. Herbicidas com baixo K_{oc} estão menos ligados ao solo e mais disponíveis na solução do solo. Herbicidas que são mais retidos no solo estão menos disponíveis para o controle de plantas daninhas, mas têm maior persistência no solo. Já herbicidas menos ligados ficam mais disponíveis e têm menor persistência.

3.6.7.3 pKa

Trata-se de uma medida do comportamento de cargas de um herbicida de acordo com o pKa. Herbicidas ácidos tendem a permanecer na forma molecular em solos com pH mais baixo, o que pode diminuir sua absorção pelas plantas. Já em pH mais básico esses herbicidas tendem a ficar menos retidos no solo, aumentando a absorção pelas plantas. Herbicidas neutros não sofrem variação conforme o pH. A Figura 41 apresenta um resumo das propriedades físicos-químicas dos herbicidas que influenciam o comportamento dos herbicidas no ambiente.

Figura 41 – Fatores ligados aos herbicidas que podem modificar sua presença no solo.



Fonte – Os autores, 2024.

3.6.7.4 Tempo de meia-vida

É o tempo que leva para 50% do herbicida no solo se decomporem. O tempo de meia-vida depende dos seguintes fatores: solo, temperatura, água, matéria orgânica, velocidade e tipo de decomposição.



VOCÊ SABIA?

Tempo seco influencia na persistência do herbicida?

Períodos secos diminuem a atividade microbológica do solo, o que diminui a decomposição do herbicida, levando a sua persistência. O mesmo ocorre em baixas temperaturas ou em solos encharcados.

3.6.7.5 Carryover

Indica a persistência em que o ativo fica no solo após sua aplicação, podendo afetar negativamente o crescimento e o desenvolvimento de culturas subsequentes. Sendo assim, é importante considerar o *carryover* de um herbicida no solo ao planejar rotações de culturas para evitar danos às culturas subsequentes.

3.6.7.6 Mecanismos de ação

Indicam o local onde a molécula do herbicida irá atuar na planta, o que pode ocorrer na divisão celular, na fotossíntese, na produção de aminoácidos etc. Em cada mecanismo de ação existem grupos químicos nos quais estão alocadas as moléculas presentes em produtos comerciais. Um mecanismo pode ter um ou mais de um grupo químico. Um grupo químico pode ter uma ou mais moléculas. Uma molécula pode existir em mais de um produto comercial, isolada ou em mistura pré-formulada. Os mecanismos de ação são representados por números ou letras, a exemplo dos que podem ser utilizados no milho (Figura 42).

Figura 42 – Mecanismos de ação de herbicidas utilizados por momento de aplicação na cultura do milho.



Fonte – Adaptado de HRAC-BR, 2023.

As recomendações de controle de espécies em cada cultivo podem ser encontradas nas bulas dos produtos, acessadas no Agrofite e, no Paraná, junto à ADAPAR.

Lembra-se que todo receituário deve ser emitido e assinado por um engenheiro agrônomo ou técnico agrícola, seguindo a lei atual dos agrotóxicos. Nas bulas são informadas as culturas em que o herbicida está registrado, suas doses de aplicação, bem como demais informações relativas à tecnologia de aplicação.



QR CODE

Escaneie o QR Code a seguir para acessar o site **Agrotóxicos Paraná** e consultar a lista de agrotóxicos autorizados em nosso estado.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o **link**. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



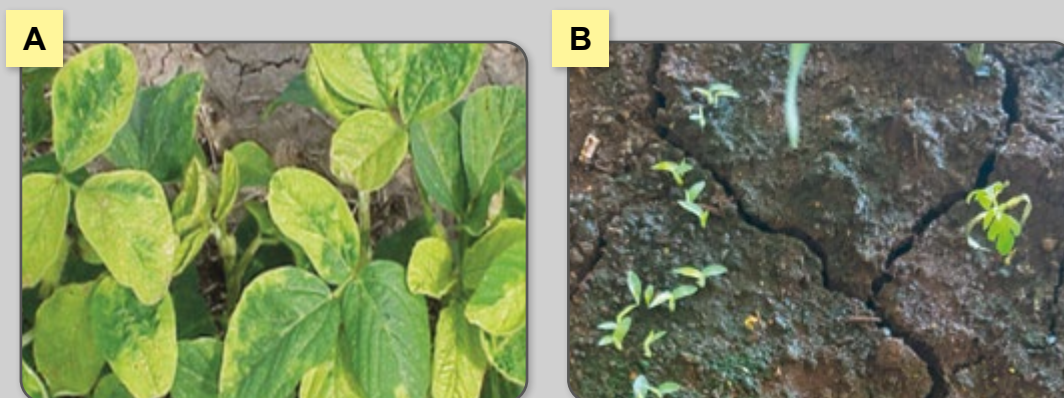
4. MECANISMOS DE AÇÃO DE HERBICIDAS

4.1 INIBIDORES DA EPSPs

Esse grupo corresponde exclusivamente ao glifosato, herbicida de extrema importância devido a seu controle não seletivo, frequentemente empregado em dessecação de áreas pré-semeadura e pós-semeadura em casos da utilização de cultivares resistentes ao herbicida.

Após a aplicação do produto, ele é absorvido rapidamente pelas folhas e por outras regiões das plantas atingidas, sendo translocado principalmente para os meristemas. O herbicida atua bloqueando a enzima EPSPs, que eventualmente acarreta a diminuição da produção de proteínas e a paralisação do crescimento da planta. Os sintomas surgem de maneira lenta, caracterizados principalmente por clorose e necrose (Figuras 43 e 44).

Figura 43 – (A e B) Sintomas dos inibidores da EPSPs.



Fonte – Os autores, 2022.

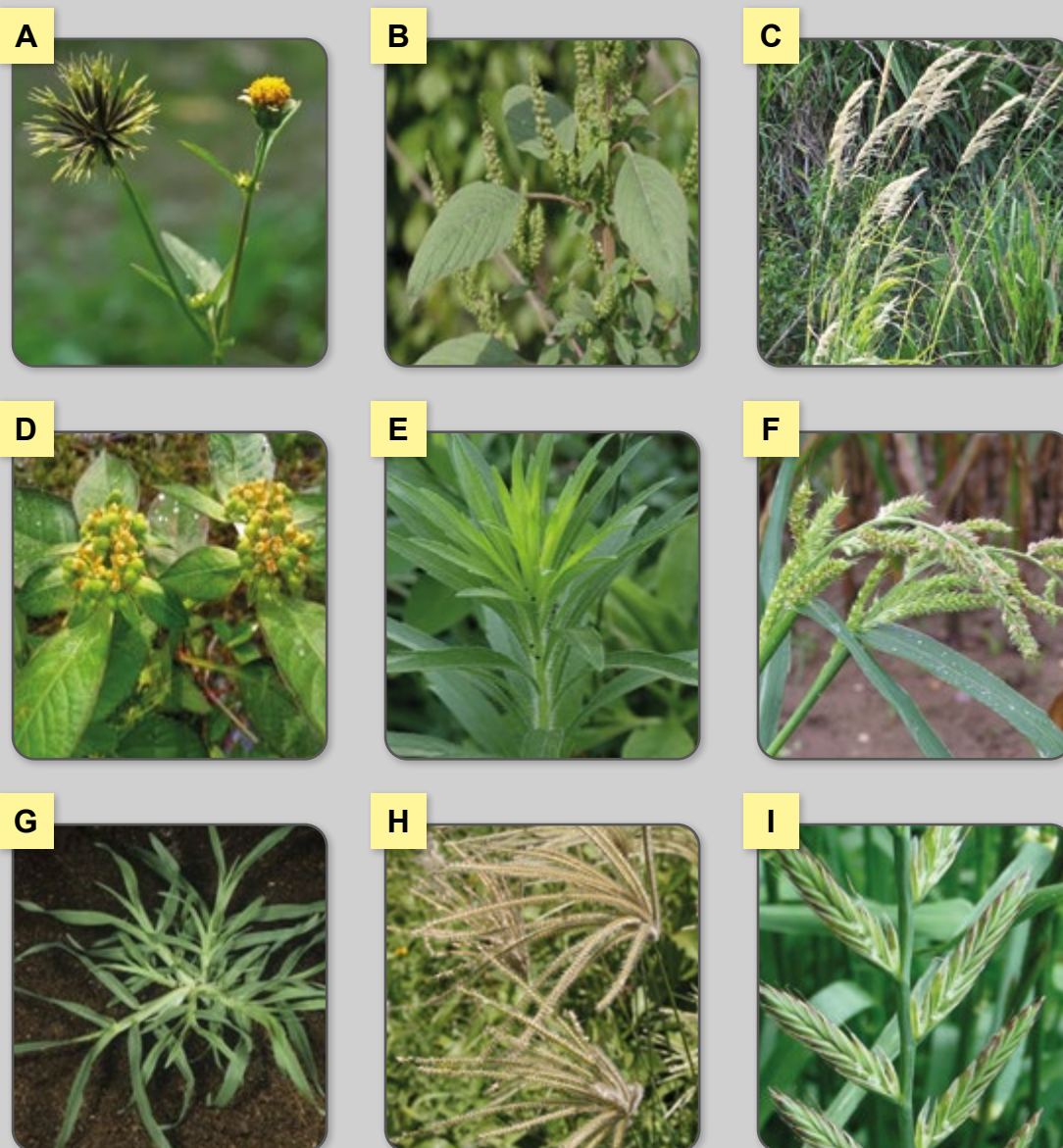
Figura 44 – Seletividade do glifosato (inibidores da EPSPs) em plantas de algodão, soja e milho RR. (A) glifosato e (B) Testemunha.



Fonte – Os autores, 2022.

Ao se tratar de glifosato, torna-se relevante relatar os diversos casos de resistência a esse herbicida no mundo. Atualmente, já foram confirmadas 59 espécies de plantas daninhas com resistência a glifosato, doze delas no Brasil (Figura 45).

Figura 45 – Plantas com resistência a glifosato no Brasil. (A) Picão preto, (B) Caruru, (C) Capim amargoso, (D) Leiteiro, (E) Buva, (F) Capim arroz, (G) Pé de galinha, (H) Capim branco e (I) Azevém.



Fonte – Os autores, 2022.

! ATENÇÃO

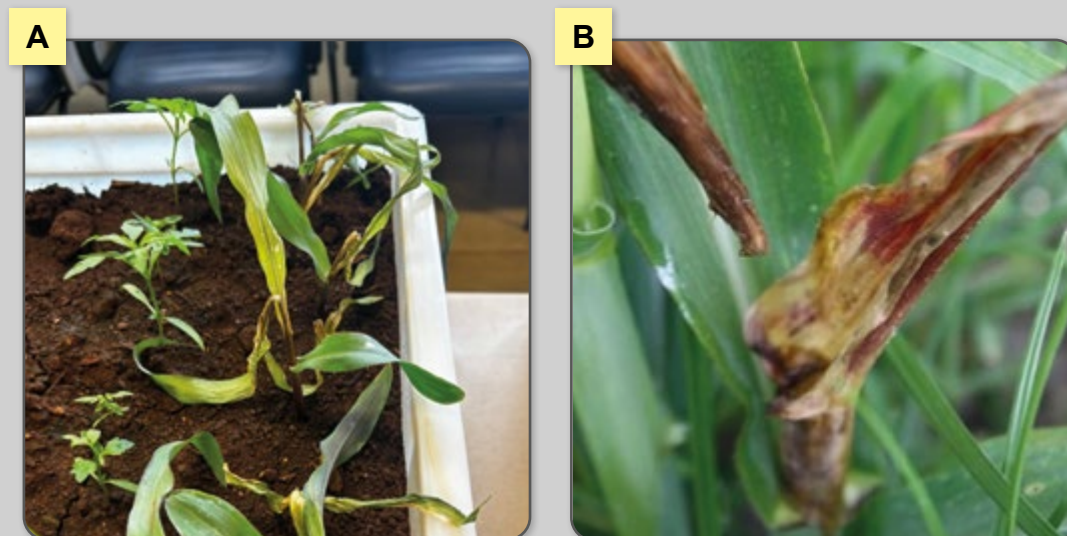
Um dos fatores que propiciou a expansão de populações resistentes foi a utilização desmedida do glifosato. Pelo seu amplo espectro de controle e possibilidade de utilização na pós-emergência de culturas transgênicas, ele foi empregado repetidamente e muitas vezes utilizado de maneira exclusiva durante longos períodos, facilitando a seleção de populações de plantas daninhas resistentes ao herbicida.

4.2 INIBIDORES DA ACCASE

Frequentemente chamados de “graminícidás”, os herbicidas pertencentes a esse grupo são muito utilizados por conta de afetarem apenas gramíneas anuais e perenes e serem seletivos às folhas largas.

Os herbicidas pertencentes a esse grupo são informalmente divididos entre “FOPS”, “DIMS” e “DENS”. Como exemplos estão haloxifope (Verdict), quizalofope (Targa) e clethodim (Select). Eles inibem a enzima ACCase, o que interrompe o processo da biossíntese de ácidos graxos. Apesar da absorção do herbicida acontecer majoritariamente por meio das folhas, em geral espera-se alguns dias entre sua aplicação e a semeadura de cereais. O crescimento das plantas atingidas é interrompido logo após a aplicação do produto. Os sintomas ocorrem em folhas novas, que podem apresentar clorose, enquanto as folhas velhas frequentemente apresentam coloração ligeiramente avermelhada. Outro sintoma característico desse grupo de herbicidas é o “coração morto”, necrose e morte do meristema apical, tornando fácil seu destacamento da planta afetada (Figura 46).

Figura 46 – (A e B) Sintomas dos inibidores da ACCase em gramíneas.



Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

ATENÇÃO

É importante ressaltar que para esses herbicidas algumas misturas podem ser antagônicas quando aplicadas em pós-emergência, como com os grupos dos inibidores da PROTOX e os mimetizadores de auxinas ou inibidores da ACCase com inibidores da ALS.

A Figura 47 apresenta exemplos de controle exclusivo de gramíneas, incluindo as plantas de milho.

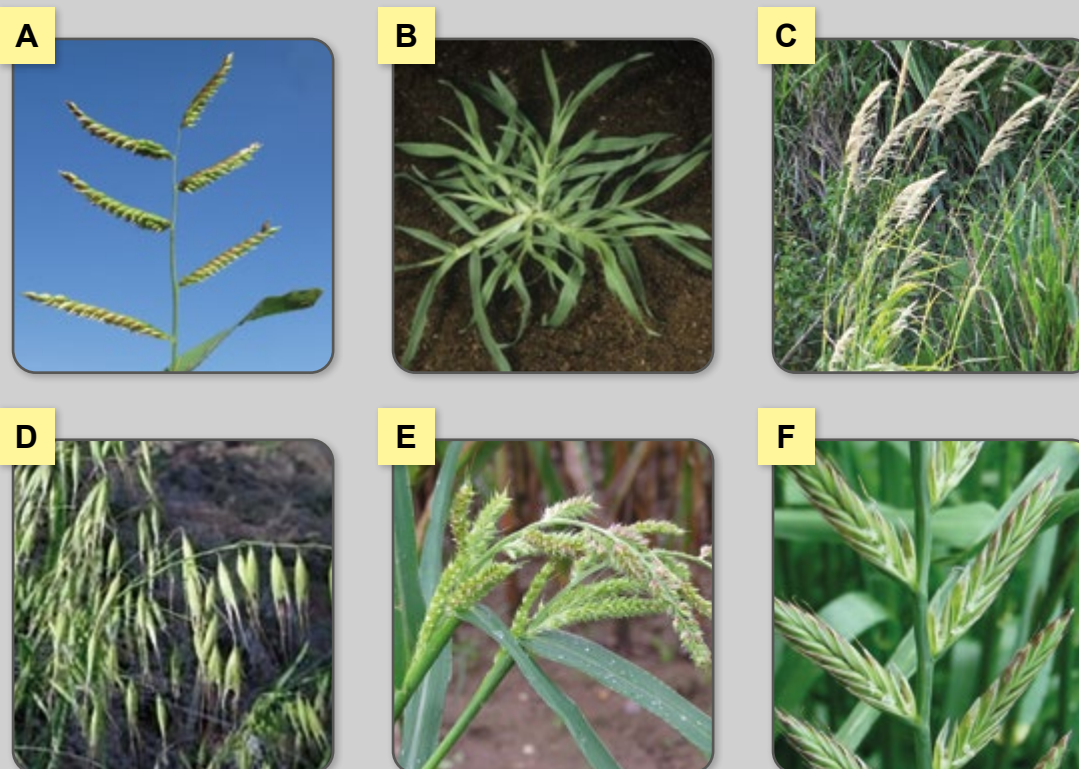
Figura 47 – Seletividade de diferentes culturas a Clethodim (inibidores da ACCase). (A) Clethodim e (B) Testemunha.



Fonte – Os autores, 2024.

Atualmente, já foram identificados no Brasil 10 casos de resistência a herbicidas desse grupo, em seis espécies diferentes (Figura 48).

Figura 48 – Plantas com resistência aos inibidores da ACCase no Brasil. (A) Capim papuã, (B) Pé de galinha, (C) Capim amargoso, (D) Aveia, (E) Capim arroz, (F) Azevém.



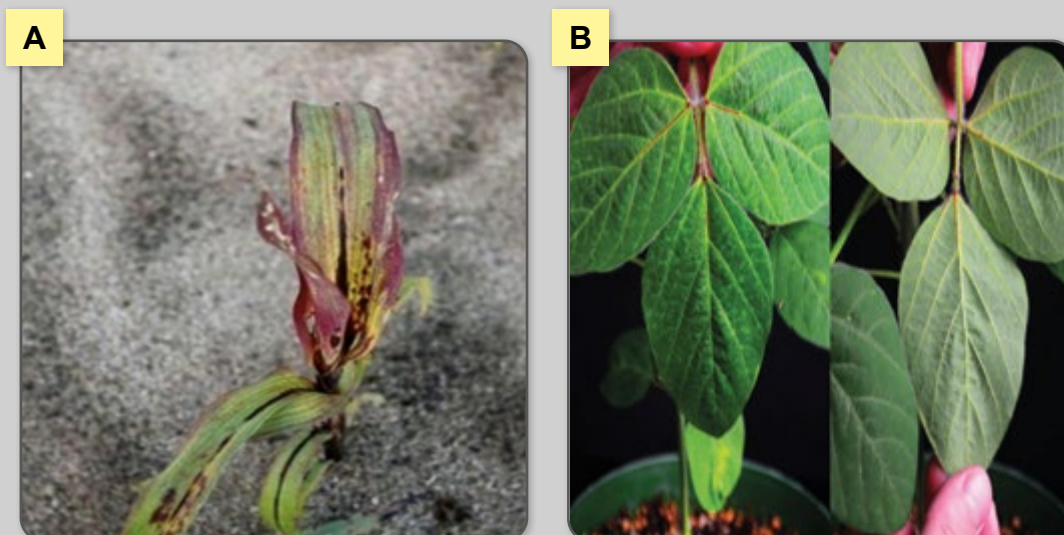
Fonte – Os autores, 2024.

4.3 INIBIDORES DA ALS

Os herbicidas inibidores da ALS são amplamente utilizados principalmente por serem bastante efetivos em pequenas doses, além de terem baixa toxicidade a mamíferos, indicando baixo impacto ambiental. Além disso, a seletividade de alguns herbicidas desse grupo a culturas é uma grande vantagem. Fazem parte dos inibidores da ALS o imazetapir (Pistol), o clorimuron (Classic), o nicosulfuron (Sanson) e o diclosulam (Spider).

Os herbicidas desse grupo atuam inibindo a ação da enzima ALS, essencial para a produção dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. São sintomas comuns o arroxamento foliar e a clorose internerval, que podem ser perceptíveis aproximadamente sete dias após a aplicação (Figuras 49, 50 e 51).

Figura 49 – Sintomas dos inibidores da ALS em plantas de milho (A) e soja (B).



Fonte – Devkota *et al.*, 2024.

Figura 50 – Seletividade de diferentes culturas ao imazetapir (inibidor da ALS). (A) Imazetapir e (B) Testemunha.

A**B**

Fonte – Os autores, 2024.

Figura 51 – Seletividade de diferentes culturas ao diclosulam (inibidor da ALS). (A) Diclosulam e (B) Testemunha.

A**B**

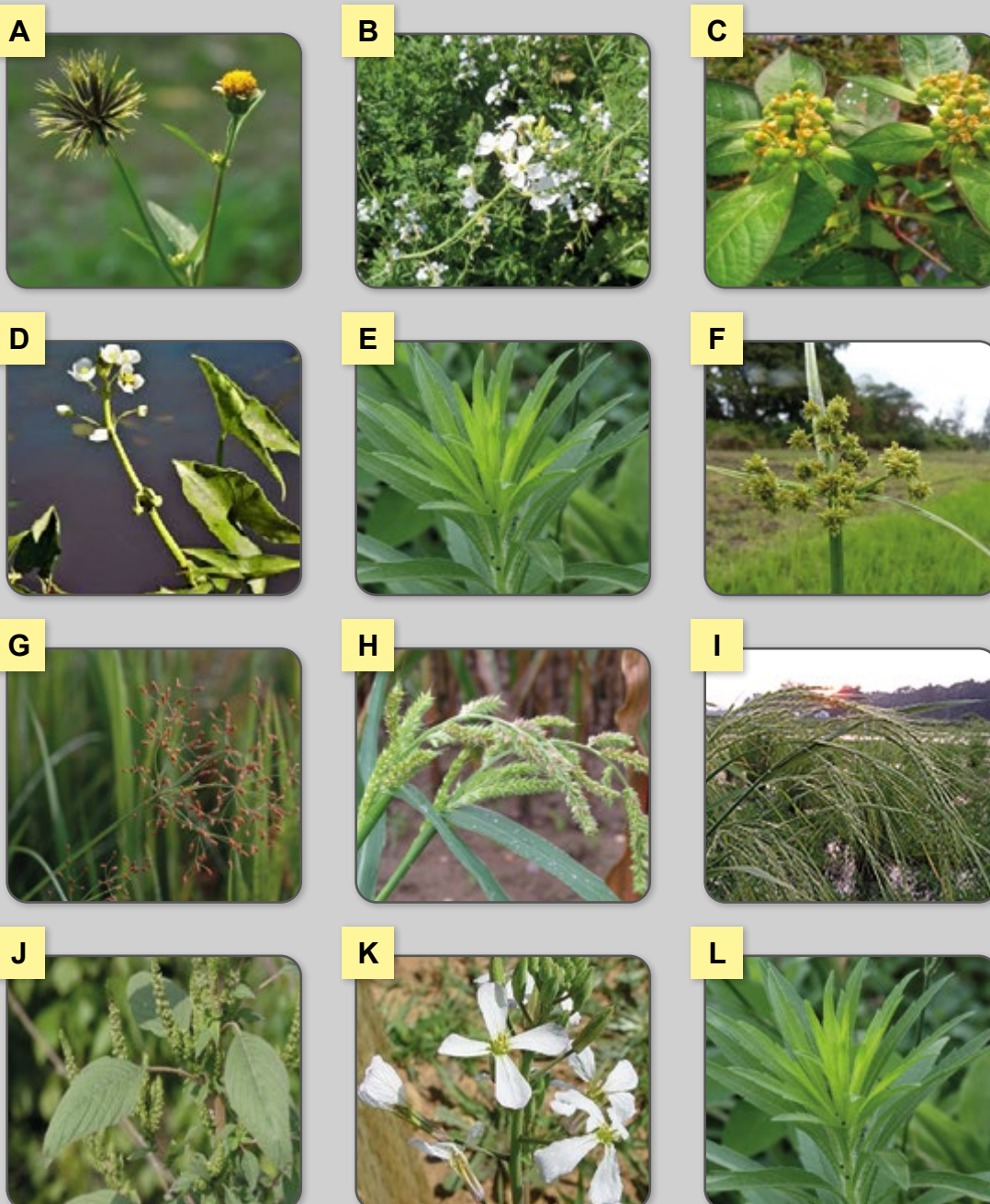
Fonte – Leinecker, 2023.

Esse grupo de herbicidas envolve o maior número de casos de resistência relatados, devido principalmente ao grande número de mutações identificadas na enzima ALS. Atualmente, no Brasil, temos como exemplos de espécies resistentes a herbicidas deste grupo a buva, o picão-preto, o cominho, o azevém, o caruru etc. (Figura 52).

ATENÇÃO

Para esse grupo, ainda mais do que para os outros, é de extrema importância a rotação de produtos que tenham diferentes mecanismos de ação para reduzir a possibilidade de expansão de populações resistentes.

Figura 52 – Plantas com resistência aos inibidores da ALS. (A) Picão preto, (B) Nabo forrageiro, (C) Aguapé, (C) Leiteiro, (D) Losna branca, (E) Buva, (F) Tiririca, (G) Cominho, (H) Capim arroz, (I) Arroz vermelho, (J) Caruru, (K) Nabiça e (L) Azevém.



Fonte – Os autores, 2024.

4.4 INIBIDORES DA GS

Esse grupo químico, assim como o dos inibidores da EPSPs, é composto por apenas um representante, o glufosinato de amônio (Finale). É um produto de amplo espectro, não seletivo, utilizado em pós-emergência de plantas daninhas. Outra característica relevante ao produto foi a introdução, no mercado, de cultivares transgênicos com a tecnologia Liberty Link[®], permitindo seu posicionamento em pós-emergência dessas culturas.

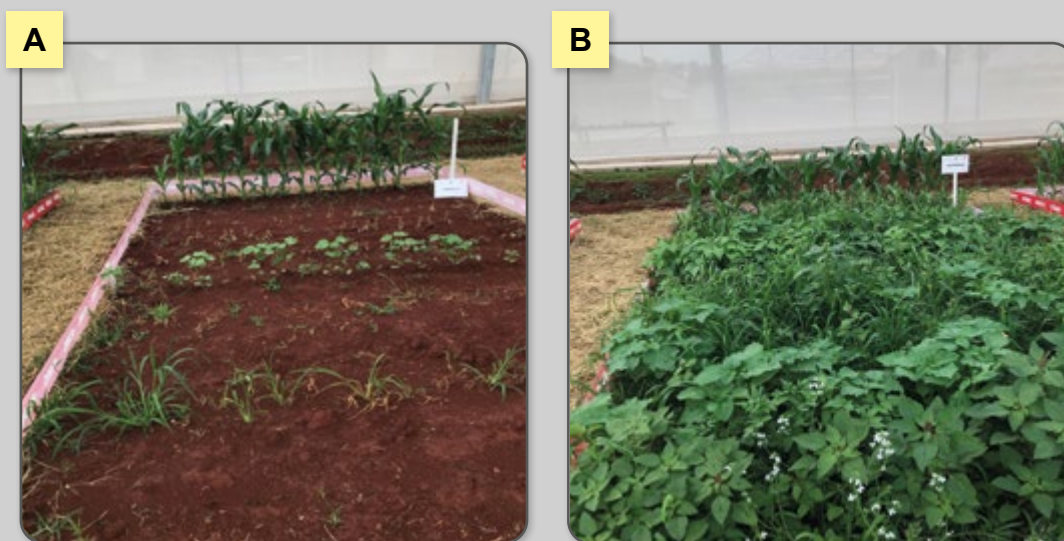
A ação do herbicida na planta ocorre pela inibição da enzima da glutamina sintetase (GS), que atua no metabolismo do nitrogênio e na detoxificação da amônia. A ação do herbicida acarreta o acúmulo de espécies reativas de oxigênio que levam à morte celular. São sintomas habituais do amônio glufosinato pequenas manchas, que evoluem para amarelecimento e morte da planta. Os sintomas se iniciam em folhas velhas e evoluem para a planta toda (Figuras 53 e 54).

Figura 53 – Sintomas do inibidor da GS em plantas de soja (A) e milho (B).



Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

Figura 54 – Seletividade de diferentes culturas a glufosinato (inibidor da GS), havendo sobrevivência apenas de plantas de milho e algodão transgênicos. (A) Glufosinato e (B) Testemunha.



Fonte – Os autores, 2024.

! ATENÇÃO

Uma particularidade desse herbicida é que diferentemente do que acontece em herbicidas atuantes do FSI (como o diquat), aplicações em períodos com menor incidência de luz tendem a diminuir sua efetividade de controle. Por isso, deve-se aplicá-lo na presença de luz e, se possível, com elevada umidade relativa e temperatura.

Atualmente não existem casos registrados de espécies resistentes ao amônio glufosinato no Brasil, entretanto há registros nos Estados Unidos e na Nova Zelândia. É esperado que casos no Brasil sejam registrados no futuro, principalmente pelo aumento de uso desse herbicida no país.

4.5 AUXINAS SINTÉTICAS

O grupo de auxinas sintéticas é muito conhecido por conta de alguns herbicidas, principalmente o 2,4-D, sendo este o primeiro composto orgânico sintetizado de maneira industrial para utilização como herbicida no meio agrícola.

As auxinas sintéticas se caracterizam principalmente por controlar dicotiledôneas (folhas largas), sendo seletivas às gramíneas, mas ainda sim podendo causar prejuízos a culturas como o milho, por exemplo, quando aplicadas durante o florescimento.

Outros exemplos de herbicidas pertencentes a esse grupo são dicamba (Atectra), triclopir (Triclon) e halauxifeno-metílico (Elevore). Como descrito por sua nomenclatura, a aplicação de altas doses de auxinas sintéticas causa severo desbalanço hormonal nas plantas, acarretando efeitos adversos que conseqüentemente levam à morte de plantas suscetíveis. O efeito dos herbicidas desse grupo é gradual e lento, frequentemente resultando em morte entre 3 a 5 semanas após a aplicação. Produzem sintomas como epinastia, perda de dominância apical e encarquilhamento de folhas e caules (Figuras 55 e 56).

Figura 55 – Sintomas das auxinas sintéticas em plantas de soja (A) e picão-preto (B).

A

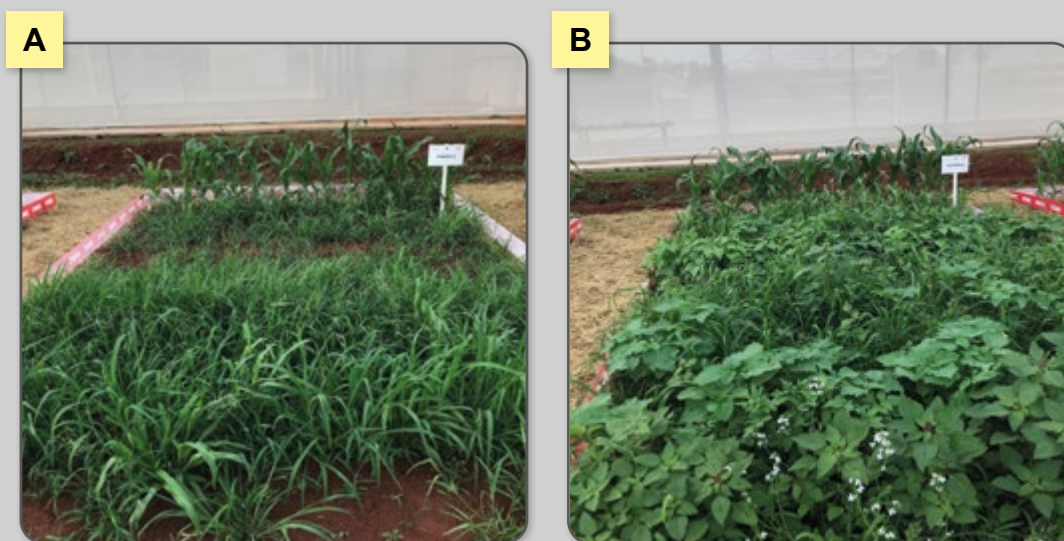


B



Fonte – Barroso, 2021.

Figura 56 – Seletividade de diferentes culturas a 2,4-D (auxinas sintéticas). (A) 2,4-D, (B) Testemunha.



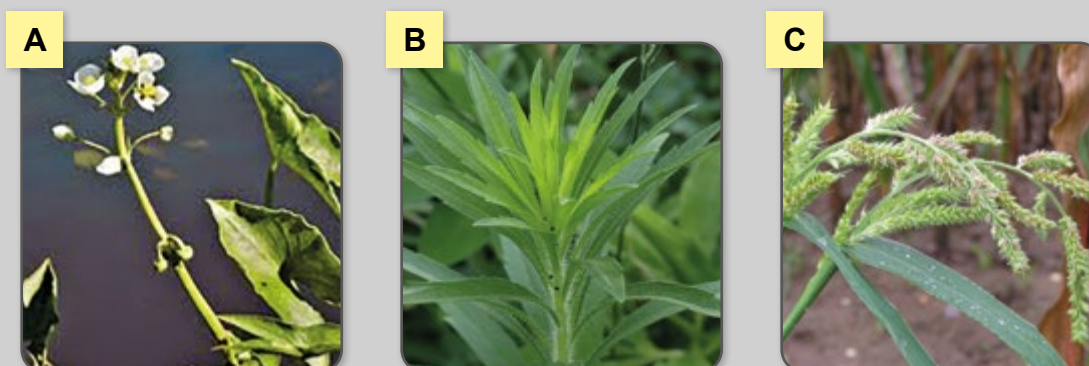
Fonte – Os autores, 2024.

! ATENÇÃO

No Brasil, regulações mais restritas da utilização de produtos desse mecanismo de ação já ocorrem em alguns locais, como no Rio Grande do Sul, devido principalmente ao efeito de reduções de produtividade de cultivos agrícolas mesmo quando em baixas concentrações em determinadas culturas, como a videira.

No mundo foram descritos 87 casos de resistência a herbicidas pertencentes a esse grupo, seis deles no Brasil (Figura 57).

Figura 57 – Plantas com resistência às auxinas sintéticas. (A) Aguapé, (B) Buva e (C) Capim arroz.

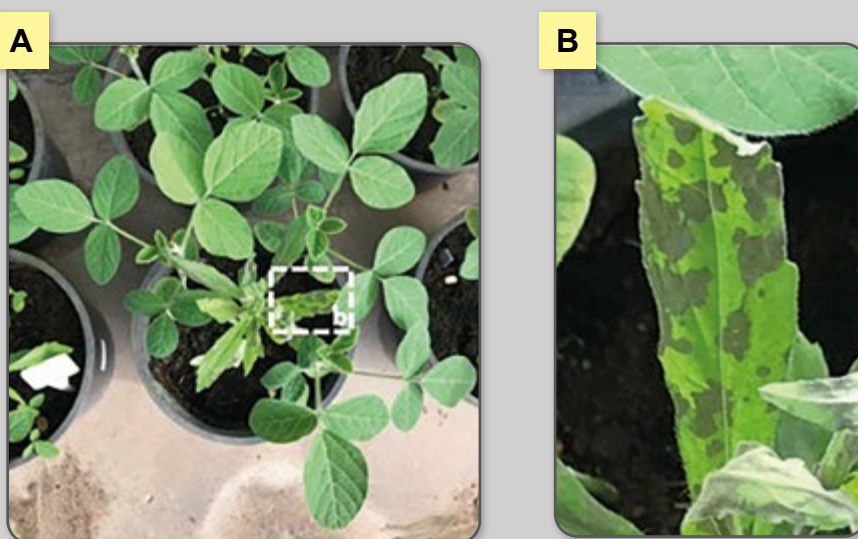


Fonte – Os autores, 2024.

**ATENÇÃO**

A resistência da buva foi identificada no Brasil em um caso conhecido como rápida necrose. A aplicação de 2,4-D gera sintomas de necrose de maneira muito acelerada, o que inicialmente pode dar ao produtor a falsa impressão de controle da espécie. Entretanto, essa rápida degradação celular acaba por dificultar a translocação do herbicida na planta, principalmente até os pontos meristemáticos de crescimento, impedindo a ação do herbicida e podendo ocasionar rebrotes da planta (Figura 58).

Figura 58 – Plantas de buva com sintomas de rápida necrose (A) e detalhe dos pontos de necrose (B).



Fonte – Os autores, 2024.

4.6 INIBIDORES DO FSII

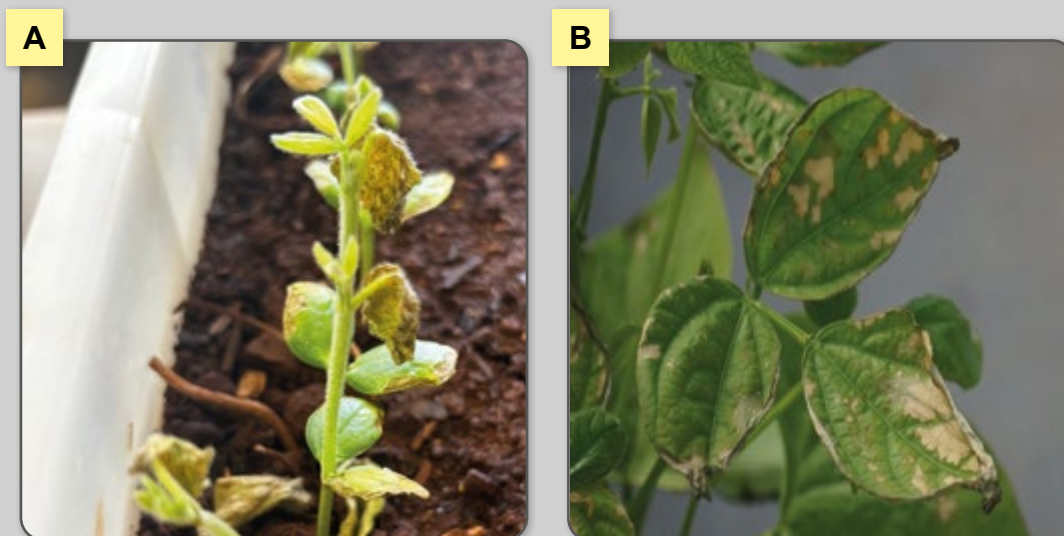
Os herbicidas inibidores do fotossistema II foram introduzidos em meados da década de 1950. Desde então, vêm sendo amplamente utilizados por conta de sua seletividade a algumas gramíneas, como a atrazina na cultura do milho.

Existem produtos para aplicação tanto em pós quanto em pré-emergência de plantas daninhas. São exemplos atrazina (Posmil), metribuzina (Sencor), bentazona (Basagran) e ametrina (Compass).

Esses herbicidas atuam no bloqueio do transporte de elétrons na rota fotossintética das plantas, causando sobrecarga energética da clorofila, o que posteriormente acarreta a formação de espécies reativas de oxigênio e a peroxidação de lipídeos, além de interromper a fixação de CO_2 e a produção de ATP e NADPH_2 (energia), essenciais para sobrevivência das plantas.

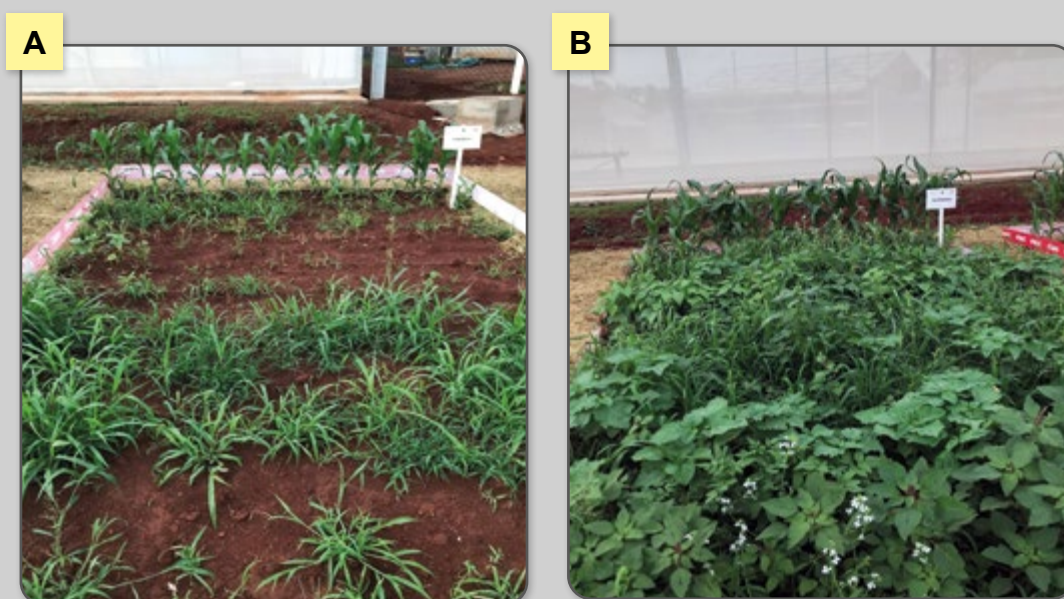
Os sintomas desses herbicidas são clorose internerval, seguido por necrose da borda foliar, que progride até a morte das plantas. Os sintomas atingem primariamente as folhas mais velhas (Figuras 59 e 60).

Figura 59 – (A e B) Sintomas dos inibidores do FSII em plantas de soja.



Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

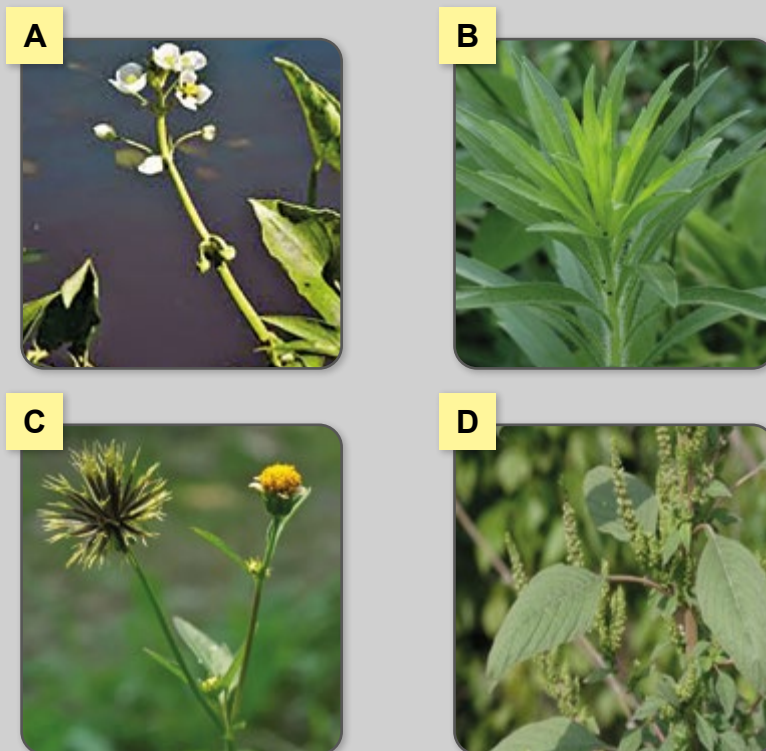
Figura 60 – Seletividade de diferentes culturas à atrazina (inibidores do FSII), com seletividade para a cultura o milho e falha no controle de algumas espécies de gramíneas. (A) Atrazina e (B) Testemunha.



Fonte – Os autores, 2024.

Ao todo se somam 379 casos de resistência relatados em 88 espécies diferentes, com destaque aos gêneros *Amaranthus*, *Conyza* e *Echinochloa*. No Brasil foram identificados seis casos de resistência a herbicidas desse grupo (Figura 61).

Figura 61 – Plantas com resistência aos inibidores do FSII. (A) Aguapé, (B) Buva, (C) Picão preto, (D) Caruru.



Fonte – Os autores, 2024.

4.7 ATUANTES NO FSI

Esse grupo de herbicidas tem grande relevância no Brasil, visto a recente proibição do paraquat. É caracterizado pela ação não seletiva, existindo hoje apenas com o nome comercial Diquat.

Esses herbicidas têm ação rápida e dependente da luz, e uma característica notável é sua rápida sorção no solo por conta de sua carga sempre negativa, o que os torna exclusivos para uso em pós-emergência de plantas. Frequentemente, são empregados para dessecação de culturas na pré-colheita de grãos.

Assim como os herbicidas do grupo dos FSII, eles atuam na rota fotossintética das plantas, entretanto, sua atividade acontece em um processo metabólico posterior aos herbicidas do FSII.

A morte da planta pela ação desses herbicidas ocorre basicamente pela perda de área fotossintética da planta nas áreas diretamente afetadas pelo produto, sendo a taxa de mobilização do herbicida na planta muito reduzida. Os sintomas desses herbicidas são rápidos e se caracterizam por manchas encharcadas, clorose e necrose (Figuras 62 e 63).

ATENÇÃO

A proibição do paraquat motivou a busca por outros produtos para dessecação de culturas. O Diquat foi identificado como boa alternativa, assim como o glufosinato de amônio, entretanto, em se tratando de controle de plantas daninhas de folhas estreitas o Diquat tem efeitos significativamente inferiores quando comparado ao antigo paraquat.

Figura 62 – Sintomas dos atuantes do FSI em plantas de milho no campo (A) e em vasos (B).

A



B



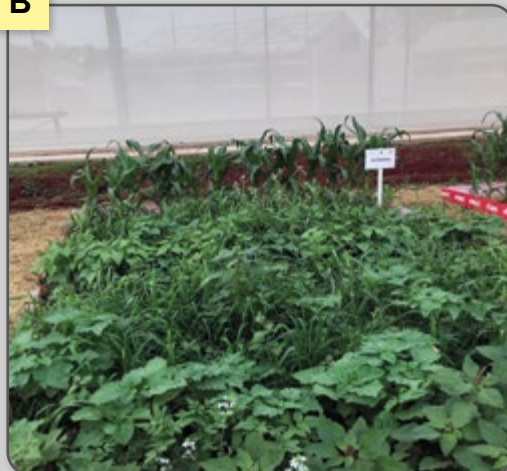
Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

Figura 63 – Seletividade de diferentes culturas a Diquat (atuantes do FSI) e efeito do herbicida em todas as espécies que receberam o herbicida. (A) Diquat e (B) Testemunha.

A



B



Fonte – Os autores, 2024.



ATENÇÃO

É aconselhada a aplicação de Diquat nos intervalos entre o momento de aplicação e a presença de luz. Para permitir maior mobilização do produto nas plantas, que é baixa, nessas situações se aumentam significativamente as taxas de controle, sendo incentivada a aplicação no fim da tarde.

São reconhecidos atualmente no mundo 33 populações de espécies resistentes a herbicidas pertencentes a esse grupo; a mais recente foi relatada no ano de 2022. No Brasil apenas uma espécie foi identificada como resistente, a *Conyza sumatrensis* (buva), sendo que as três populações observadas são resistentes ao paraquat. Em geral o controle delas também falha com o uso de Diquat (Figura 64).

Figura 64 – Plantas com resistência aos atuantes do FSI. Buva.



Fonte – Os autores, 2024.

4.8 INIBIDORES DA PROTOX

Grupo de produtos frequentemente utilizados em pós-emergência de plantas daninhas, porém diversos herbicidas deste grupo apresentam acentuada atividade de solo, podendo ser utilizados como pré-emergentes. Estão sendo muito empregados no manejo da resistência ao herbicida glifosato na dessecação pré-semeadura.

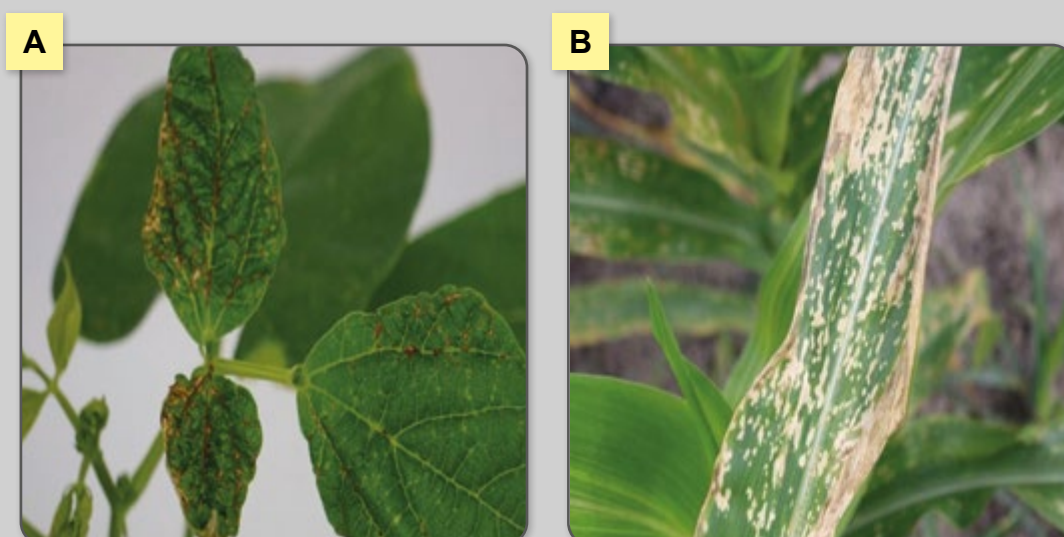
Como exemplos de herbicidas pertencentes a esse grupo temos saflufenacil (Heat), tiafenacil (Terrad'or) sulfentrazone (Boral), carfentrazone (Aurora), flumioxazina (Sumizin) e fomesafem (Flex).

Herbicidas desse grupo atuam na inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase, importante na oxidação da protoporfirinogênio. O acúmulo dessa substância e sua rota alternativa de oxidação, em contato com o O_2 e a luz, acabam por formar espécies reativas de oxigênio, que levam à morte celular. Esses produtos têm íntima relação com a luz, sendo a presença dela importante para a efetividade do controle. Seus sintomas aparecem rapidamente entre 1-3 dias, sendo eles a clorose e a necrose, frequentemente com tons bronzeados (Figuras 65, 66 e 67).

! ATENÇÃO

Outra característica interessante desse grupo de herbicidas é que têm elevada afinidade em misturas com o amônio-glufosinato.

Figura 65 – Sintomas dos inibidores da protox em plantas de soja (A) e milho (B).



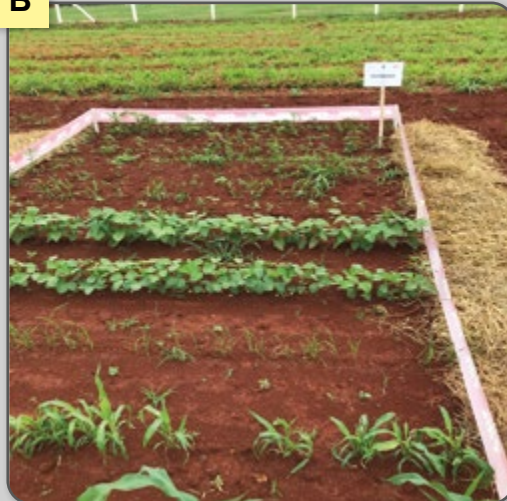
Fonte – Devkota *et al.*, 2024.

Figura 66 – Seletividade de diferentes culturas a fomesafem (inibidor da protox), em que várias espécies não foram controladas. (A) Fomesafem e (B) Testemunha.

A**B**

Fonte – Leinecker, 2023.

Figura 67 – Seletividade de diferentes culturas a sulfentrazone (inibidor da protox). (A) Sulfentrazone e (B) Testemunha.

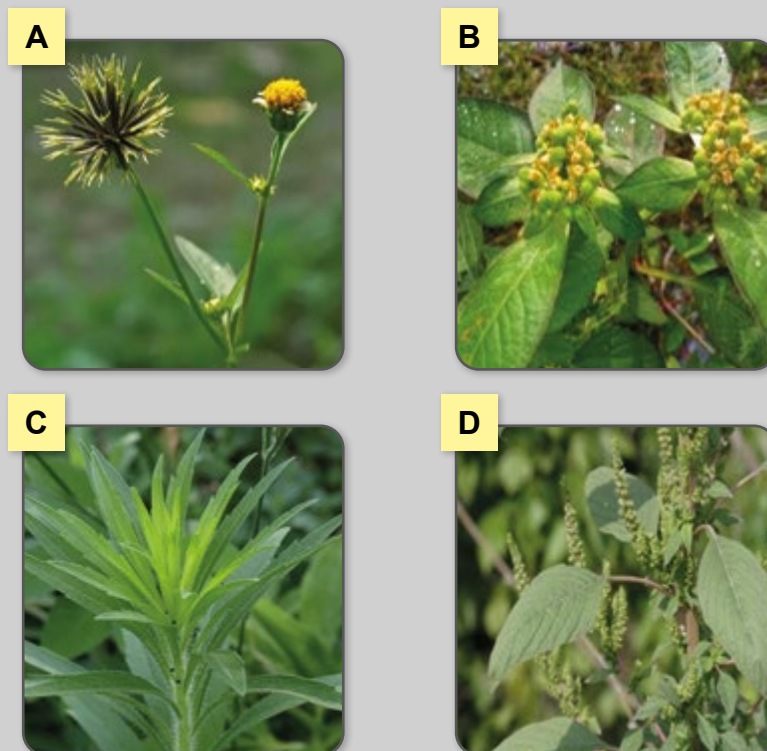
A**B**

Fonte – Leinecker, 2023.

No mundo foram relatados 46 casos de resistência a herbicidas inibidores da protox, em dezessete espécies. Destes, cinco casos foram identificados no Brasil, sendo o último no ano de 2022 para a espécie *Bidens pilosa* (picão preto).

A Figura 68 apresenta as espécies reconhecidamente resistentes no Brasil a algum herbicida do grupo dos inibidores da protox.

Figura 68 – Plantas com resistência aos inibidores do FSII. (A) Picão preto, (B) Leiteiro, (C) Buva e (D) Caruru.



Fonte – Os autores, 2024.

4.9 INIBIDORES DA SÍNTESE DE CAROTENOIDES

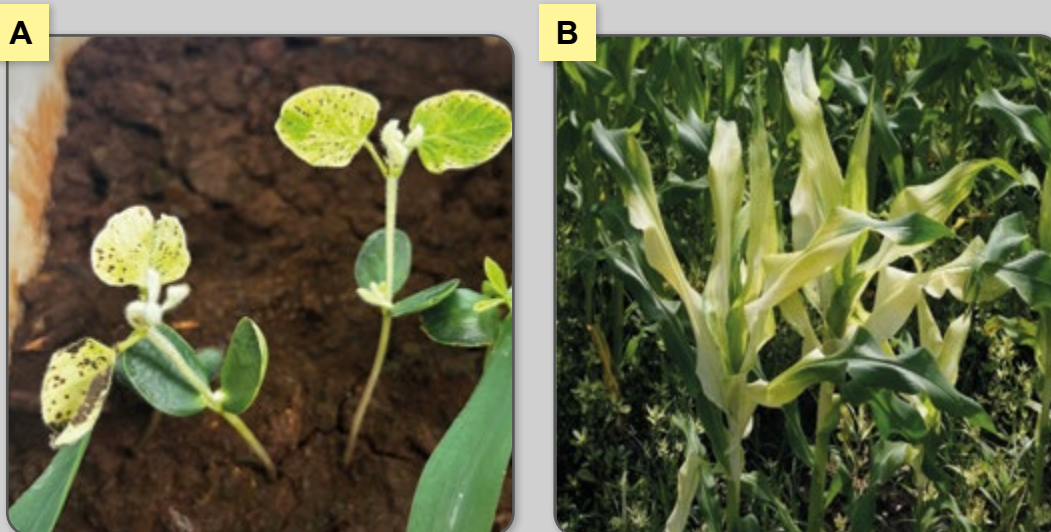
Esse mecanismo é caracterizado por um sintoma bastante comum, que é a perda de pigmentação das folhas, que decorre da inibição da síntese de carotenoides responsáveis por proteger a clorofila, que acaba sendo degradada.

Alguns dos herbicidas desse mecanismo de ação são a mesotrione (Calaris), tembotrione, clomazone (Reator, Gamit), isoxaflutole (Provence) e flumicloraquepente. O sintoma ocorre na formação de folhas novas, que apresentam ausência de pigmentos, chamadas de folhas albinas (Figuras 69 e 70).

! ATENÇÃO

O herbicida Reator tem o princípio ativo clomazone com uma tecnologia de microencapsulação que eleva sua disponibilidade no solo e diminui os problemas de volatilização.

Figura 69 – Sintomas dos inibidores da síntese de carotenoides em plantas de soja (A) e milho (B).



Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

Figura 70 – Seletividade de diferentes culturas a mesotrione (inibidores da síntese de carotenoides). (A) Mesotrione e (B) Testemunha.



Fonte – Leinecker, 2023.

No Brasil ainda não há caso de resistência para esse mecanismo de ação. No mundo já foram contabilizados 29 casos, e entre as espécies estão caruru, azevém e nabiça (Figura 71).

Figura 71 – Plantas com resistência aos inibidores da síntese de carotenoides. (A) Caruru, (B) Azevém e (C) Nabiça.



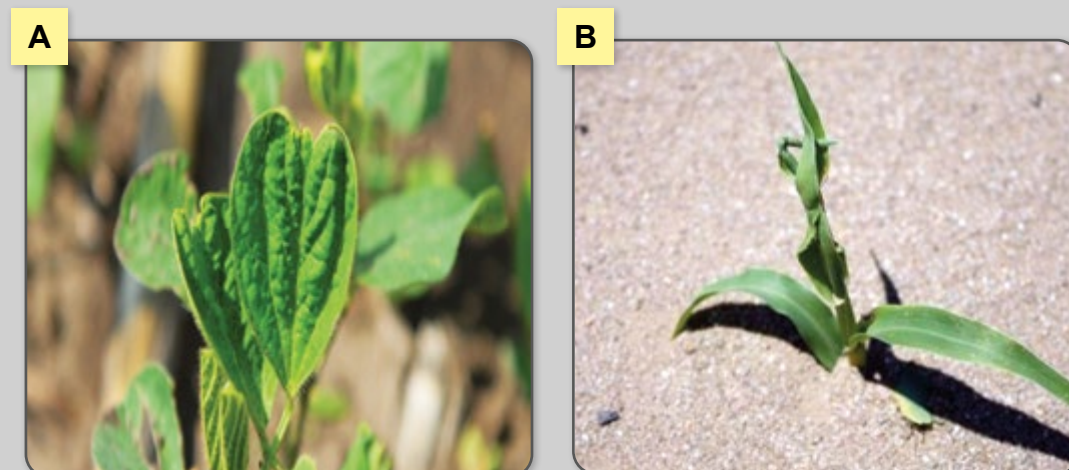
Fonte – Os autores, 2024.

4.10 INIBIDORES DA SÍNTESE DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA MUITO LONGA

A aplicação desses herbicidas deve ocorrer exclusivamente para o controle de plântulas germinando. Os herbicidas utilizados no Brasil pertencem ao grupo químico das cloroacetamidas, presentes no pyroxasulfone (Yamato) e no S-metolachlor (Dual gold).

Os herbicidas desse grupo inibem a formação de lipídeos que seriam utilizados na estruturação de novas células. Os sintomas são a redução do crescimento, plantas e plântulas de coloração verde-escura e paralisação do crescimento das raízes. É comum notar em folhas largas a ausência de crescimento da nervura central de folhas causando uma depressão na ponta das folhas (Figura 72).

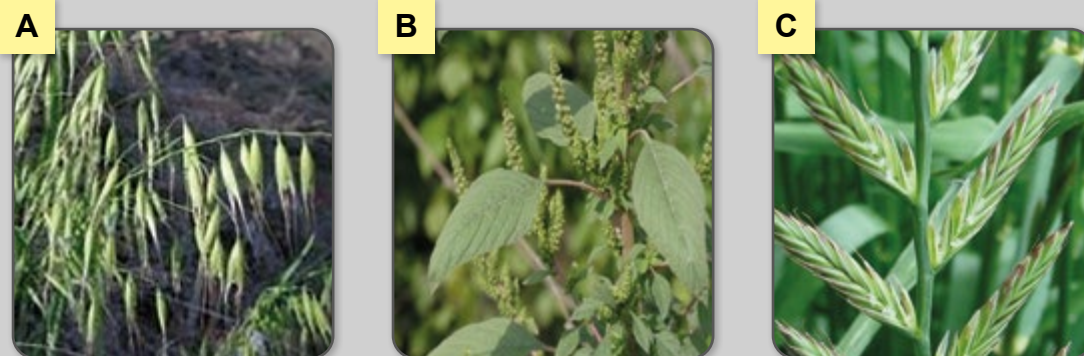
Figura 72 – Sintomas dos inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa em plantas de soja (A) e milho (B).



Fonte – Devkota *et al.*, 2024.

No Brasil ainda não há caso de resistência. No mundo são contabilizados 32 casos entre as espécies caruru, azevém e aveia (Figura 73).

Figura 73 – Plantas com resistência aos inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa. (A) Aveia, (B) Caruru e (C) Azevém.



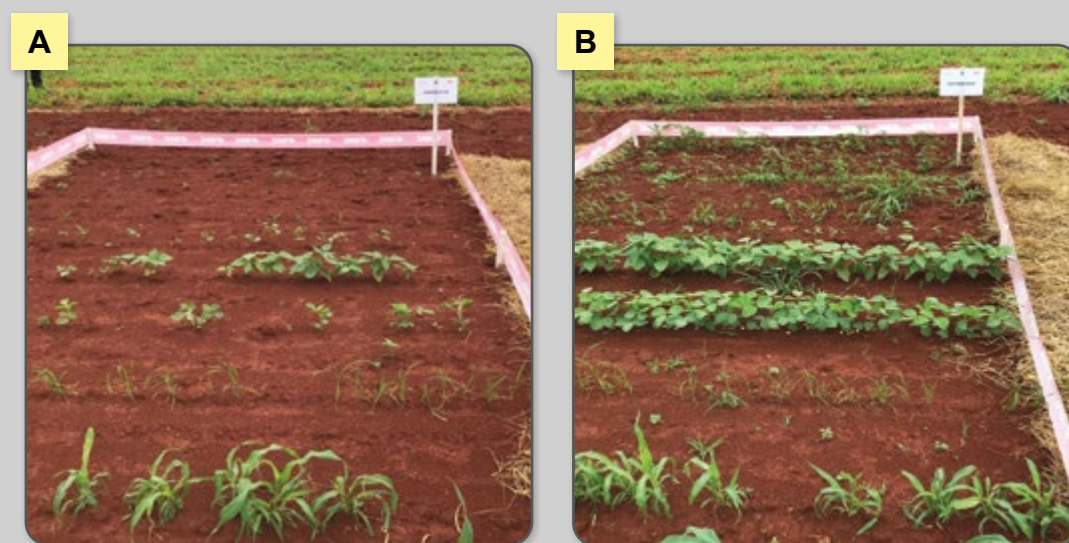
Fonte – Os autores, 2024.

4.11 INIBIDORES DA SÍNTESE DE CELULOSE

Funciona com esse mecanismo apenas o ingrediente ativo indaziflam, que apresenta registro para uso no Brasil como herbicida aplicado em pré-emergência de plantas daninhas. Seu mecanismo ainda está em estudo, mas sabe-se que promove a inibição da incorporação da glicose na parede celular, ocasionando má formação do tecido foliar. Ele causa paralisação do crescimento, engrossamento de raiz e redução de celulose nas plantas que absorvem esse produto logo após a germinação.

A seletividade acontece pela posição do herbicida no solo, a chamada “seletividade de posição”. Assim, culturas que têm sistema radicular profundo, a exemplo de plantas perenes e da cana-de-açúcar, não entram em contato com o produto e evitam possíveis sintomas de fitotoxicidade (Figura 74).

Figura 74 – Seletividade de diferentes culturas a Indaziflam (inibidores da síntese de celulose). (A) Indaziflam e (B) Testemunha.



Fonte – Leinecker, 2023.

4.12 ATUANTES NOS MICROTÚBULOS

São herbicidas que afetam órgãos e partes das plantas em crescimento e em locais de intensa divisão celular, como os tecidos meristemáticos, que estão presentes nas gemas laterais e nas pontas das raízes.

No Brasil, os herbicidas que representam esse grupo são a trifluralina e a pendimetalina. Esses herbicidas inibem a divisão celular na etapa de metáfase do processo de mitose, provocando o desarranjo dos microtúbulos. Assim, a planta não se desenvolve e morre antes da emergência.

São sintomas a paralisação do crescimento da radícula e do caulículo, engrossamento e rachaduras da radícula e redução no crescimento de planta, que ficam com coloração verde-escura quando emergem (Figuras 75 e 76).

! ATENÇÃO

Pelo fato de serem pouco solúveis em água, terem forte adsorção ao solo e serem sensíveis à fotodegradação, os herbicidas que atuam nos microtúbulos geralmente precisam ser incorporados, mas hoje já existem formulações que dispensam essa incorporação pela aplicação em solo úmido ou anterior a precipitações.

Figura 75 – Sintomas dos atuantes nos microtúbulos em plantas de milho com detalhe para as raízes (A) e folhas (B).

A**B**

Fonte – Barroso, 2021; Devkota *et al.*, 2024.

Figura 76 – Seletividade de diferentes culturas à trifluralina (atuantes nos microtúbulos). (A) Trifluralina e (B) Testemunha.

A**B**

Fonte – Leinecker, 2023.

4.13 MECANISMOS DE AÇÃO DESCONHECIDOS

São classificados nesse grupo os sítios de atuação de herbicidas que não são conhecidos. No Brasil há registro de apenas um herbicida, o MSMA, usado em lavouras de algodão, café, cana-de-açúcar, citros e áreas não cultivadas, com largo espectro de ação sobre gramíneas e espécies de largas anuais.

Utilizado em pós emergência, sua absorção ocorre via foliar. Em culturas que não toleram a aplicação do herbicida ela deve ser feita por meio de jato dirigido. Sua aplicação causa a destruição das membranas celulares.



QR CODE

Escaneie o *QR Code* a seguir e acesse a Chave para Identificação de Injúrias Causadas por Herbicidas, ótima ferramenta para identificar sintomas de fitointoxicação. Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.

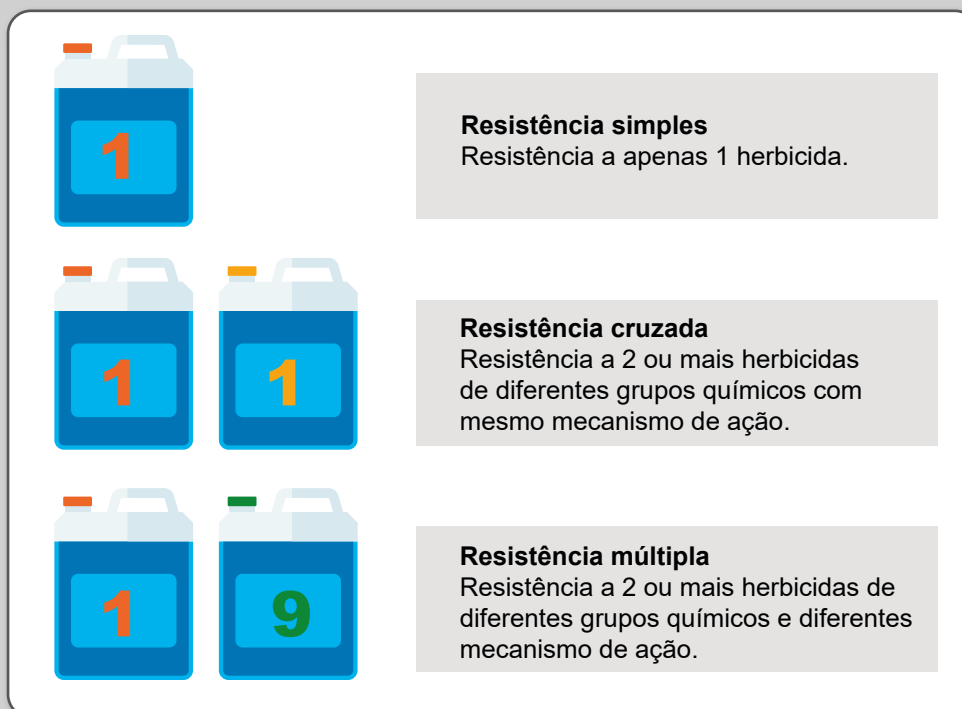


5. RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E CULTIVOS A HERBICIDAS

Esse é um dos maiores problemas que os agricultores enfrentam nos dias de hoje. Como vimos anteriormente, resistência é a capacidade que uma população tem de sobreviver e se reproduzir, mesmo que nela sejam aplicados herbicidas em doses que deveriam ser letais a populações suscetíveis. A resistência das plantas daninhas é uma característica adquirida e herdável.

Uma das principais implicações da resistência das plantas daninhas aos herbicidas é a elevação dos custos de produção decorrente do aumento das aplicações. Além disso, falhas no controle proporcionam elevam a interferência de daninhas na cultura cultivada (Figura 77).

Figura 77 – Tipos de resistência aos herbicidas.



Fonte – Adaptado HRAC-BR, 2023.



QR CODE

Você pode encontrar informações mais detalhadas sobre este e muitos outros assuntos no canal do YouTube dos professores Alfredo e Leandro Albrecht.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o **link**. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



Além de plantas daninhas, outros cultivos passaram a tolerar a aplicação de herbicidas. O exemplo mais conhecido é o da soja Roundup Ready, lançada em 2005 no Brasil, que tem resistência ao herbicida glifosato.

A utilização de transgênicos com resistência a herbicidas se tornou uma excelente ferramenta na agricultura brasileira e hoje é fundamental para garantir alta produtividade.

Além da transgenia, podem haver plantas resistentes por processos de melhoramento genético e plantas em que se somam vários mecanismos de resistência, permitindo a aplicação de várias moléculas na mesma planta (Quadro 3).

Quadro 3 – Plataformas e moléculas utilizadas em cada tecnologia por cultura.

Tecnologia					GT275™	STS®	Capricho®
Soja	2,4-D, Glufosinato e Glifosato	Glufosinato	Dicamba e glifosato	Glifosato	Glifosinato e isoxaflutole	Sulfonilureias	–
Miho	2,4-D, Glufosinato, Glifosato e Haloxifop	Glufosinato	–	Glifosato	–	–	–
Trigo	–	–	–	–	–	–	Imazamoxi

Fonte – Os autores, 2024.

6. MANEJO INTEGRADO E SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS (MISPD)

Tendo como base as informações apresentadas nos capítulos anteriores, buscaremos agora estabelecer medidas que podem e devem fazer parte da adoção do manejo integrado de plantas daninhas em uma propriedade.

Sabemos que existem diferentes limitações ao sucesso do manejo integrado, como condições climáticas, arrendamentos, nível tecnológico da propriedade, entre outras, mas a palavra-chave é “diversidade”. Apenas com a diversidade de medidas, incluindo o controle químico, conseguiremos conviver em níveis não problemáticos com plantas daninhas.

Inicialmente, a melhor situação de controle de uma espécie é não a ter em nossa área. Vários problemas têm ocorrido no Brasil pela introdução de sementes ou partes de plantas por maquinários. Nesse sentido, podemos adotar a limpeza de maquinário anteriormente às operações na propriedade (nem que seja utilizando-se jatos de ar). Sabemos que a limpeza não garantirá 100% de controle dessa população, mas é melhor que o risco da entrada de 100 plantas do que 100.000. Outra dica é observar o local onde a máquina iniciou os trabalhos, principalmente quando da prestação de um serviço ou quando se deslocou para fora da propriedade. Na área em que ela trabalhou foram encontradas espécies novas? Se sim, quais? Elas foram controladas?



QR CODE

Mais informações sobre esse assunto podem ser encontradas na cartilha gratuita **Limpeza de colhedoras de grãos**, de Jocelito Buch Castro da Cruz, 2024, produzida pelo SENAR-PR.

Ligue a câmera do seu celular, aponte para o **QR Code** ao lado e acesse o *link*. Caso não funcione, baixe um aplicativo leitor de **QR Code**.



O mesmo se aplica para a aquisição de animais, sementes e substratos. Devemos atentar para cultivos de cobertura ou pastagens. Ao comprar de um agricultor sementes de aveia-preta, por exemplo, precisamos saber se essas sementes estão contaminadas. É possível observar isso visualmente amostrando o lote comprado? É possível verificar novas espécies na área? Para os animais, basta isolá-los por algumas horas em algum piquete para evitar que introduzam novas espécies pelas fezes. Mesmo com essas medidas, não se descarta, por exemplo, a introdução realizada por pássaros, só para destacar que nada aplicado será isoladamente eficaz.

Ainda dentro da prevenção, deve-se limpar as áreas de borda do talhão e áreas não cultivadas. Não se pode ter fontes de dispersão de sementes e enriquecimento do banco no solo enquanto se gasta dinheiro para diminuí-lo.

Por fim, no próprio controle químico existem medidas que previnem a ocorrência de espécies resistentes. A rotação de culturas, por si só, leva à rotação de mecanismos de ação de herbicidas utilizados. Além da rotação, a mistura de diferentes mecanismos previne e controla a resistência.

Ainda de acordo com essas escolhas, optar por mecanismos que não tem predominância de casos de resistência no Brasil é fundamental para o controle de plantas daninhas. Alguns exemplos: inibidores da biossíntese de carotenoides, inibidores da síntese de microtúbulos, inibidores da glutamina sintetase e inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa. Nesses mecanismos há muitos herbicidas de posicionamento exclusivo para o controle pré-emergente de plantas. Este é um ponto importantíssimo de prevenção. Afinal, é melhor durante o cultivo agrícola lidar com o controle de 10 plantas do que 100. De novo, mesmo assim, dentre essas 10 pode haver um indivíduo resistente, que também deve ser controlado.

Toda essa questão explica a máxima que temos vivido, a de semear e colher no limpo. Nossa luta contra as plantas daninhas tem sido difícil, e uma das medidas para combatê-las efetivamente é a maneira correta de aplicar herbicidas. De nada adianta comprar o melhor herbicida se ele for aplicado incorretamente. Nesse sentido, o SENAR-PR oferece o curso de inspeção periódica de pulverizadores (IPP), muito procurado por empresas multinacionais, havendo ainda consultorias especializadas sobre esse tópico.

Em suma, o agricultor deve atentar para quais pontas de pulverização ele possui e se elas estão aplicando na vazão correta e uniforme. Outras questões estão relacionadas ao comportamento do agricultor quanto à pulverização, por exemplo: Qual é a qualidade da água utilizada nas pulverizações? Qual deve ser a quantidade de produtos misturados no tanque e sua compatibilidade? Qual é a taxa de aplicação (em geral, os efeitos mais bem advindos de pulverizações com mais de 100 L ha^{-1})? Qual é a velocidade utilizada na pulverização? As pulverizações ocorrem em que horário do dia? Durante as pulverizações são observadas temperatura e umidade? Todos esses pontos influenciam a eficácia do controle de plantas daninhas.

Seguindo a linha de pensamento, no controle químico muitas medidas podem ser utilizadas. Enquanto a rotação (aplicação de diferentes mecanismos ao longo do tempo, por exemplo, em duas safras) nos oferece tempo, a mistura (aplicação conjunta de diferentes mecanismos) nos dá oportunidades. Mais importante ainda é a rotação das misturas realizadas ao longo do tempo.

Citaremos um exemplo prático: uma infestação de caruru no cultivo da soja. No primeiro ano, na dessecação pré-semeadura da soja, será utilizado o herbicida dicamba (auxina sintética) junto ao herbicida glifosato (inibidor da EPSPS), com aplicação sequencial após 15 dias de amônio glufosinato (inibidor da GS) junto à mistura para controle pré-emergente de imazetapir + flumioxazina (inibidor da ALS + inibidor da protox). Na pós-emergência do cultivo, será semeada a soja Enlist com a possibilidade de aplicar o 2,4-D (outra auxina sintética, mas de um grupo diferente do dicamba) ou então o herbicida Basagran (inibidor do FSII). Na pré-colheita da soja, será utilizado o herbicida Diquat para dessecação (atuante no FSI). Notem que em apenas uma lavoura foram utilizados nesse exemplo sete mecanismos de ação diferentes.

Não existe hoje no Brasil uma espécie resistente a todos esses mecanismos de ação. Portanto, na próxima lavoura ou no outro ano é possível fazer alterações. Por exemplo, na sequência da soja, pode-se semear milho e aplicar, na pré-emergência, a trifluralina (inibidora da síntese microtúbulos), e na pós-emergência, a mistura entre os herbicidas terbutilazina e mesotriona (inibidor do FSII e inibidor da biossíntese de carotenoides) ou optar pelo trigo e aplicar o herbicida S-metolachloro ou piroxasulfone na pré-emergência (inibidores da síntese de ácidos graxos de cadeia muito longa) junto do saflufenacil (inibidor da protox) mais 2,4-D (auxina sintética) na pós-inicial. Podem ser aplicadas ainda outras medidas, como o uso de cultivares resistentes a herbicidas de diferentes tecnologias, que ampliam as opções de uso de moléculas e mecanismos de ação. As opções são variadas, por enquanto.

Esse planejamento é muito importante para que possamos trabalhar a redução dos problemas da área ao longo dos primeiros anos. A redução do uso de moléculas e aplicações deverá ser realizada pelo agricultor ao longo do tempo, mas sem descuidar do controle de plantas daninhas fora ou dentro da lavoura, por exemplo, impedindo que a área fique em pousio. Caso a área seja arrendada apenas no verão e o agricultor saiba que durante a entressafra nada será feito, ele precisa ter consciência de que o sucesso de controle custará mais caro e decidir se deve ou não pegar aquela área. Um ano sem controle pode acabar com o trabalho realizado ao longo de 5 a 10 anos.

Outras medidas podem ser tomadas pelo agricultor fora do controle químico, com destaque para o controle cultural, que conforme citado em tópicos anteriores oferece todas as condições possíveis para o pleno desenvolvimento do que foi plantado. Isso inclui a análise do solo e a correção de sua fertilidade; o uso de cultivos adequados para a área; o uso de cultivares e semeadura em densidade e época recomendadas; o controle de pragas e doenças ao longo do ciclo do cultivo; o uso de sementes de boa qualidade; e, principalmente, o uso da semeadura direta. A cobertura irá exercer controle químico, biológico, cultural e não químico de plantas daninhas.

Por fim, devemos encerrar este tópico inserindo as opções de controle não químicas de plantas daninhas. Nesse caso, por exemplo, o controle de escapes de plantas antes de produzirem sementes é fundamental. Esse controle pode ser químico, localizado ou mecânico pelo uso de enxadas. A depender da espécie, o uso de roçadoras antes da aplicação melhora o controle (é o caso do capim-amargoso). Além disso, em pequenas áreas tem sido desenvolvidos implementos para roçagem ou trituração de material vegetativo nas entrelinhas da lavoura. Nas áreas em que essa prática é dificultada pode-se ocupar as entrelinhas do cultivo com espécies menos problemáticas do que uma buva. Nesse sentido, o consórcio do milho com braquiária, por exemplo, é uma medida muito efetiva, pois a cobertura estará estabelecida na colheita do milho, impedindo a chance de sucesso na reprodução de plantas daninhas. Outras espécies podem ser usadas para esse fim, como crotalárias.

Ao escolher ao menos duas medidas de cada um desses grupos anteriormente discutidos, o agricultor aumentará suas chances de sucesso. Além dessa mudança comportamental, ele deve realizar o monitoramento de sua área em diferentes momentos do ano para que possa conhecer as espécies presentes e suas infestações (assim, poderá planejar os herbicidas e tecnologias que irá utilizar), se essas espécies são problemáticas para os cultivos que ele planta (Existem herbicidas seletivos? São plantas resistentes?) e se estão aumentando ou diminuindo ao longo do tempo. Dificilmente o agricultor não terá plantas daninhas na lavoura, mas poderá buscar uma situação de poucas plantas, de espécies não problemáticas, que sejam facilmente controladas, sem interferir no desenvolvimento da planta cultivada.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Trapoeraba**. [s./d.]a. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/trapoeraba_93.html. Acesso em: 22 ago. 2024.
- AGROLINK. **Nabica**. [s./d.]b. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problemas/nabica_20.html. Acesso em: 22 ago. 2024.
- ALMEIDA, E. I. B.; FERRÃO, G. da E. **Fundamentos em Biologia e manejo de plantas daninhas**. São Luiz: Edufma, 2022. 215 p. Disponível em: https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_ee05e9979790439abd11f6fa6e852e99.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.
- BARCELLOS, T. Amendoim bravo. **Aegro**, 16 maio 2023. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/amendoim-bravo/>. Acesso em: 22 ago. 2024.
- BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. **Matologia**: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. 548p. Disponível em: https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_6bdc1f90aa6b47f6bb787706b381084e.pdf?index=true. Acesso em: 15 jul. 2024.
- CORREIA, N. M. **Comportamento de herbicidas no ambiente**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 30. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185779/1/DOC-160.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 262p. Disponível em: https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_37a57236d11d4b3c882dd6fa1e796c17.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.
- DA CRUZ, J. B. C. **Limpeza de colhedoras de grãos**. Curitiba: SENAR-AR/PR, 2024.
- DE OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, Jamil; INOUSE, Miriam Hiroka. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. 362 p.
- DE OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 194p. Disponível em: https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_35dfba7397914a6cb1ad7b2703a21223.pdf. Acesso em: 16 jul. 2018.
- DEVKOTA, P.; BERGER, S.; FERRELL, J.; DITTMAR, P. Diagnosing herbicide injury in corn. **Ifas Extension**, 11 jul. 2024. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/AG374>. Acesso em: 23 ago. 2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Capina manual**. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/trigo/busca-de-imagens/-/midia/busca/Capina+manual?p_auth=I3ajWtOH. Acesso em: 23 ago. 2024.

ESPAÇO VISUAL. **Solarização do solo**, 13 abr. 2023. Disponível em: <https://www.espaco-visual.pt/agricultura-biologica-solarizacao/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

Flame Engineering. Disponível em: <https://flameengineering.com/collections/agriculturalflamers/products/reddragonvegetablebedflamers>. Acesso em 23 ago. 2024.

IField. **Identificação de plantas daninhas**. Disponível em: <https://www.ifield.agr.br/solucoes/identificacao-de-plantas-daninhas/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Ipsi, 2000. 375p.

MATIELLO, J. B. Corda de viola avança nos cafezais. **Café Point**, 13 mar. 2016. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/corda-de-viola-avanca-nos-cafezais-99727n.aspx>. Acesso em: 22 ago. 2024.

MARONI, J. R. Ervas daninhas desafiam agrotóxicos e custam bilhões por ano ao país. **Gazeta do Povo**, 11 set. 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/ervas-daninhas-desafiam-agrotoxicos-e-custam-bilhoes-por-ano-ao-pais/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MARQUES, E. Propriedades e utilidades do fedegoso na medicina popular. **Coisas da Roça**, 6 jun. 2019. Disponível em: https://www.coisasdaroca.com/plantas-medicinais/fedegoso.html#google_vignette. Acesso em: 22 ago. 2024.

MEROTTO JUNIOR, A.; MARKUS, Ca. **Mapa dos herbicidas V** – culturas: soja e milho. Porto Alegre: URGs, 2022. 5p. Disponível em: https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_7db3820a00fe4adc92ae83790e7772d8.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.

MONQUERO, P. A. **Aspectos da Biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima, 2014. 399p.

NETWORD AGRO. **Drones no monitoramento de lavouras**. Disponível em: <https://networdagro.com.br/blog/drones-monitoramento-lavouras/>. Acesso em: 23 ago. 2024.

PITTELLI, R. A. Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da Biologia e manejo de plantas daninhas**. São Carlos: Rima, 2014. p 61-82.

REVISTA CULTIVAR. **Como fazer a desinfecção de máquinas e implementos agrícolas**. 1.º abr. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/como-fazer-a-desinfeccao-de-maquinas-e-implementos-agricolas>. Acesso em: 23 ago. 2024.

MAIS SOJA. O que são plantas indicadoras e como podem contribuir para o manejo do solo. **Sinuelo Agrícola**, 26 abr. 2024. Disponível em: <https://sinueloagricola.com.br/noticias/o-que-sao-plantas-indicadoras-e-como-podem-contribuir-para-o-manejo-do-solo/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

TEEJET TECHNOLOGIES. Disponível em: <https://www.teejet.com/pt-br/pulveriza%C3%A7%C3%A3o/bicos/aixr>. Acesso em: 23 ago. 2024.

RIZZARDI, M. A. O caruru chegou!!! E agora? **Up. Herb**, 16 mar. 2020a. Disponível em: <https://www.upherb.com.br/int/o-caruru-chegou-e-agora>. Acesso em: 22 ago. 2024.

RIZZARDI, M. A. Por que sobrou tanta buva nas lavouras de soja? **Up. Herb**, 9 mar. 2020b. Disponível em: <https://upherb.com.br/int/por-que-sobrou-tanta-buva-nas-lavouras-de-soja>. Acesso em: 22 ago. 2024.

SILVA, Elisa Maria Gomes da; AGUIAR, Adalin Cezar Moraes de; MENDES, Kassio Ferreira; SILVA, Antônio Alberto. Competição e interferência de plantas daninhas em culturas. In: PLANTAS DANINHAS: BIOLOGIA E MANEJO. Vol. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

OLIVEIRA, J. Eletroherb. CMETL Sudoeste, 14 nov. 2014. Disponível em: <https://cmetlsudoeste.wordpress.com/2014/11/14/bate-papo-4-eletoherb/eletroherb-cmetl-j-oliveira-12/>. Acesso em: [data de acesso].

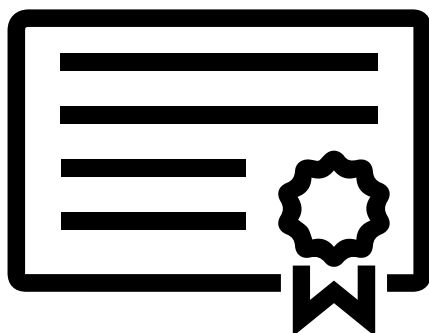
REPORTER AGRO, 2023. Disponível em: <https://www.reporteragro.com.br/artigo/47/roçada-aliada-ou-inimiga-no-controle-das-plantas-daninhas-das-pastagens>. Acesso em: 24 out. 2024.

QUANTO gasta seu trator. **Revista Cultivar**, 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/quanto-gasta-seu-trator>. Acesso em: 24 out. 2024.

CARVALHO, Leonardo Bianco de. Dinâmica ambiental. UNESP, 2023. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/ensino/departamentos/cienciasdaproducaoagricola/leonardobiancodecarvalho/dinamica_ambiental.pdf. Acesso em: 24 out. 2024.

MECANISMOS de ação: herbicidas utilizados por momento de aplicação. **HRAC-BR**, 2023. Disponível em: <https://www.hrac-br.org/post/mecanismos-de-a%C3%A7%C3%A3o-herbicidas-utilizados-por-momento-de-aplica%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 24 out. 2024.

CERTIFICADO DO CURSO



O certificado de conclusão é emitido, no mínimo, 30 dias após encerramento do curso, tempo necessário para o instrutor realizar a análise de desempenho de cada aluno, para que, posteriormente, a área de certificação do Sistema FAEP/SENAR-PR realize a emissão.

Você pode acompanhar a emissão de seu certificado em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos SENAR-PR > Certificados ou no QRCode ao lado.



Consulte o catálogo de curso e a agenda de datas no sindicato rural mais próximo de você, em nosso site ***sistemmafaep.org.br***, na seção Cursos ou no QRCode abaixo.



***Esperamos encontrar você novamente
nos cursos do SENAR-PR.***



SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 14º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
[sistema.faep](https://www.instagram.com/sistema.faep)



Linkedin
[sistema-faep](https://www.linkedin.com/company/sistema-faep)



Flickr
SistemaFAEP