

*Kassio Ferreira Mendes
Antonio Alberto da Silva*

ORGANIZADORES

PLANTAS DANINHAS biologia e manejo

volume 1

© Copyright 2022 Oficina de Textos

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

Conselho editorial Aluizio Borém; Arthur Pinto Chaves; Cylon Gonçalves da Silva; José Galizia Tundisi; Luis Enrique Sánchez; Paulo Helene; Rozely Ferreira dos Santos; Teresa Gallotti Florenzano

Capa e projeto gráfico Malu Vallim

Preparação de figuras Victor Azevedo

Diagramação Luciana Di Iorio

Preparação de textos Natália Pinheiro Soares

Revisão de textos Ana Paula Ribeiro

Impressão e acabamento BMF gráfica e editora

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Mendes, Kassio Ferreira

Plantas daninhas : biologia e manejo /
Kassio Ferreira Mendes, Antonio Alberto da Silva. --
1. ed. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2022.

ISBN 978-65-86235-59-3

1. Ervas daninhas 2. Ervas daninhas - Controle -
Brasil 3. Ervas daninhas - Semente 4. Herbicidas
I. Silva, Antonio Alberto da. II. Título.

22-106826

CDD-632.58

Índices para catálogo sistemático:

1. Ervas daninhas : Biologia : Controle e manejo :
Agricultura 632.58

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Todos os direitos reservados à **Oficina de Textos**

Rua Cubatão, 798

CEP 04013-003 São Paulo SP Brasil

Fone: (11) 3085-7933

www.ofitexto.com.br

atend@ofitexto.com.br

PREFÁCIO

O termo *planta daninha* é usado para se referir a determinadas plantas que se tornam indesejáveis em certos momentos e locais relacionados à atividade humana. Muitas vezes é comum encontrar outros termos para se referir a uma planta indesejável, como planta invasora, planta infestante, planta adventícia, erva daninha, além de termos de linguagem coloquial, como mato, brejo e inço.

Em um agroecossistema, de modo geral, as plantas daninhas causam impactos negativos nas atividades humanas, sejam elas agrícolas, florestais, pecuários, ornamentais, entre outras. Apesar disso, as plantas daninhas também proporcionam efeitos benéficos ao homem, aos animais e ao meio ambiente, como a produção de compostos medicinais, a conservação do solo e da água, e a manutenção dos inimigos naturais. Nesse sentido, o manejo sustentável das plantas daninhas torna-se importante com o intuito de evitar danos e manter o equilíbrio do agroecossistema.

Para manejar as plantas daninhas de forma eficiente é importante conhecer o seu comportamento dentro e fora das áreas cultivadas, sua biologia e ecofisiologia, e também algumas características que permitam agrupá-las. Em certos casos, as técnicas de manejo e a seletividade de alguns herbicidas baseiam-se em características específicas das plantas daninhas, como diferenças morfológicas e fisiológicas existentes entre as espécies.

Por outro lado, a alelopatia é muito importante no manejo integrado de plantas daninhas, pois, entendendo esse processo, é possível formular novos herbicidas, criar cultivares com alto potencial alelopático e definir práticas agronômicas, como a rotação de culturas, o consórcio e a utilização de plantas de cobertura para controlar plantas daninhas. Contudo, apesar de a alelopatia ser uma alternativa no manejo de plantas daninhas, o potencial alelopático das culturas não é o objetivo da maioria dos programas de melhoramento genético, que visam o incremento da produtividade.

O conhecimento da dinâmica populacional e de como as condições ambientais e as interações entre as espécies vegetais influenciam os padrões de coexistência e abundância relativa de espécies é necessário para compreender a complexidade das comunidades de plantas. A classificação e a caracterização das comunidades de plantas podem ser realizadas por meio da fitossociologia. Os principais parâmetros fitossociológicos que caracterizam a estrutura horizontal são: densidade, frequência, dominância, valor de importância e valor de cobertura. Existem também os índices de similaridade, equitabilidade, diversidade de espécies e riqueza de espécies.

Em uma comunidade vegetal, as interações que ocorrem entre as espécies podem ser positivas, negativas ou neutras. Em áreas agrícolas, normalmente são observados os aspectos negativos dessas interações. Dessa forma, a cultura de interesse é prejudicada quando em competição com outras espécies, as quais, como consequência, interferem com a redução no crescimento, desenvolvimento e produtividade dessas culturas. A competição é a forma mais conhecida de interferência direta das plantas daninhas nas culturas agrícolas. Os recursos normalmente passíveis de competição entre plantas são os elementos essenciais (nutrientes, água, luz e CO₂), além da competição por espaço e a liberação de substâncias com efeitos alelopáticos.

Dessa forma, a escolha dos métodos de controle de plantas daninhas deve levar em consideração as espécies presentes na área de interesse (cultura de interesse econômico e plantas daninhas), as condições locais de mão de obra e de equipamentos, e os aspectos ambientais e econômicos. A redução da interferência das plantas daninhas, considerando uma cultura, deve ser feita até um nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do controle, ou seja, que não interfiram na produção econômica da cultura.

Diante do exposto, verifica-se a importância de estudar as plantas daninhas para, assim, poder manejá-las. Este livro é o mais atual e completo sobre o assunto no Brasil, composto por cinco capítulos sobre a ciência aplicada das plantas daninhas, e é destinado aos estudantes de graduação, pós-graduação, técnicos, professores, produtores rurais e a todos os envolvidos nessa área.

Prof. Dr. Kassio Ferreira Mendes

Prof. Dr. Antonio Alberto da Silva

Biologia e Manejo Integrado de Plantas Daninhas
Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

SUMÁRIO

1	Aspectos da biologia e ecofisiologia de plantas daninhas.....	9
1.1	Conceito e características de planta daninha.....	10
1.2	Origem e evolução das plantas daninhas.....	11
1.3	Efeitos positivos e negativos das plantas daninhas.....	13
1.4	Reprodução, dispersão, dormência e banco de sementes de plantas daninhas.....	15
1.5	Classificação de plantas daninhas.....	28
1.6	Considerações finais.....	39
2	Alelopatia no controle de plantas daninhas: mecanismos fisiológicos e ecológicos.....	40
2.1	Natureza dos aleloquímicos.....	40
2.2	Síntese de aleloquímicos pela planta.....	41
2.3	Liberação de aleloquímicos no ambiente.....	42
2.4	Mecanismos de ação e sintomas causados pelos aleloquímicos.....	43
2.5	Fatores determinantes para a eficiência dos aleloquímicos.....	47
2.6	Potencial alelopático das culturas.....	48
2.7	Alelopatia no controle de plantas daninhas.....	51
2.8	Estudos dos compostos alelopáticos em plantas.....	53
2.9	Considerações finais.....	54
3	Competição e interferência de plantas daninhas em culturas.....	56
3.1	Definição de competição.....	57
3.2	Fatores do meio passíveis de competição.....	58
3.3	Definição de interferência.....	66
3.4	Fatores que afetam a interferência entre plantas daninhas e culturas.....	66
3.5	Métodos experimentais de estudos da competição e interferência das plantas daninhas em culturas.....	72
3.6	Considerações finais.....	81
4	Parâmetros do levantamento fitossociológico para avaliar a abundância, distribuição e diversidade da comunidade de plantas daninhas.....	83
4.1	Métodos para avaliação de fitossociologia.....	84
4.2	Parâmetros fitossociológicos.....	88
4.3	Mapeamento de plantas daninhas.....	92
4.4	Análises estatísticas utilizadas na fitossociologia.....	94
4.5	Fitossociologia na ciência das plantas daninhas.....	95
4.6	Considerações finais.....	99

5	Métodos de controle e manejo integrado de plantas daninhas na agricultura.....	100
5.1	Manejo preventivo	101
5.2	Manejo cultural	107
5.3	Controle físico	112
5.4	Controle mecânico	114
5.5	Controle biológico	116
5.6	Controle químico.....	118
5.7	Manejo integrado de plantas daninhas (MIPD)	125
5.8	Considerações finais	127
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129

As figuras com o símbolo  tem sua versão colorida no final do livro.

1 | ASPECTOS DA BIOLOGIA E ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS

*Adalin Cezar Moraes de Aguiar
Kassio Ferreira Mendes
Lucas Heringer Barcellos Júnior
Elisa Maria Gomes da Silva
Antonio Alberto da Silva*

Com o surgimento da agricultura, há aproximadamente 12.000 anos, o ser humano passou a criar novos habitats férteis, não apenas para as espécies cultivadas que foram semeadas intencionalmente, mas também para espécies indesejáveis que se adaptaram com o objetivo de explorar esse novo ambiente, chamadas de plantas daninhas. Em alguns casos, essas espécies de plantas daninhas estão intimamente relacionadas às culturas agrícolas, e podem

incluir as espécies selvagens e as descendentes selvagens de culturas, que evoluíram por meio da desdomesticação (Fig. 1.1) (Guo et al., 2018).

Ao longo do tempo, as plantas daninhas desenvolveram mecanismos que lhes proporcionam a capacidade de sobreviver em ambientes sujeitos aos mais variados tipos e intensidades de limitações. Entre os principais mecanismos de sobrevivência das plantas daninhas, destacam-se

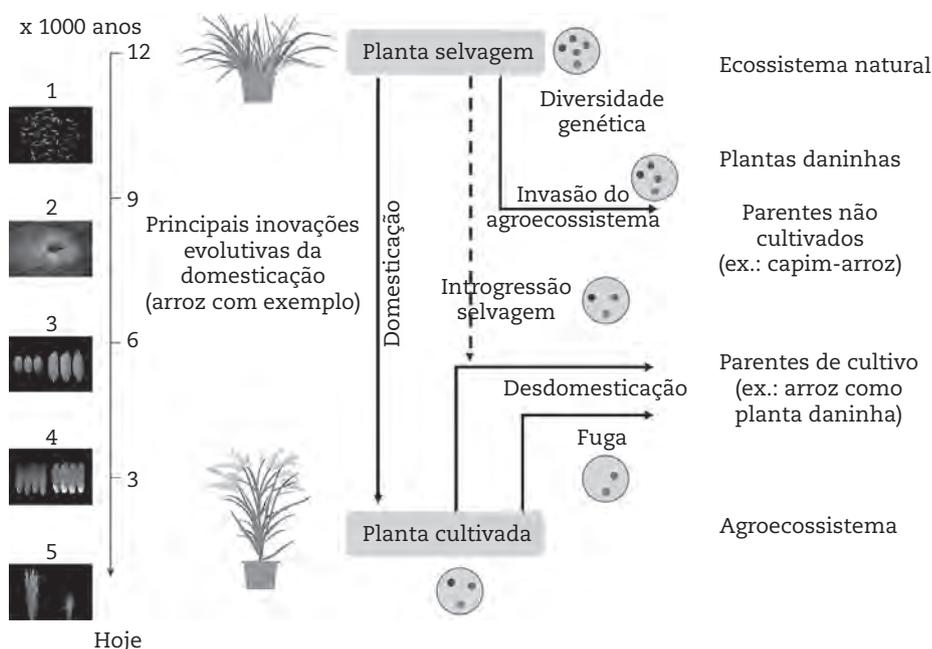


FIG. 1.1 Relações evolutivas entre plantas selvagens, culturas e plantas daninhas, utilizando como exemplo as espécies de arroz e capim-arroz. Fonte: adaptado de Guo et al. (2018).

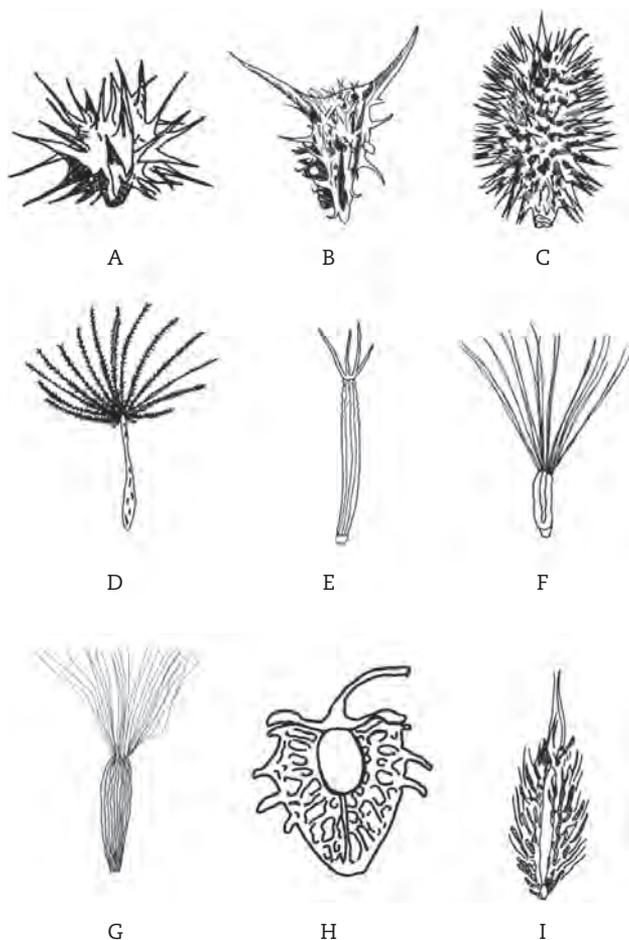


FIG. 1.5 Sementes de plantas daninhas com modificações para disseminação: (A) capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), (B) carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), (C) carrapichão (*Xanthium strumarium*), (D) dente-de-leão (*Taraxacum officinale*), (E) picão-preto (*Bidens subalternans*), (F) buva (*Conyza* spp.), (G) serralha (*Sonchus oleraceus*), (H) língua-de-vaca (*Rumex obtusifolius*) e (I) capim-amargoso (*Digitaria insularis*).

Fonte: cortesia de Antônio Vitor Braga Martins.

todas as plantas do gênero *Conyza*, há espécies como o capim-amargoso (*D. insularis*), o dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) e a serralha (*Sonchus oleraceus*), que também apresentam dispersão com auxílio do vento.

- **Hidrocoria (água):** nesse modo de movimento espacial dos diásporos, as sementes são transportadas pelo escoamento da água ou por flutuação ao longo dos canais de drenagem, rios e inundações. É indispensável, na dispersão hidrocórica, a flutuabilidade das sementes, a proximidade de valas de drenagens, rios e também o fluxo de água, o qual interfere na

velocidade e capacidade de dispersão. Outros fatores são a época de produção das sementes pelas plantas e o período de maior regime pluviométrico. Como exemplo, têm-se a língua-de-vaca (*Rumex* spp.) e o capim-branco (*Chloris elata*).

Zoocoria (animais): a dispersão por animais é dividida em epizoocoria, endozoocoria, sinzoocoria e antropocoria. A epizoocoria diz respeito à dispersão por meio da adesão ao pelo de animais, como bois, cavalos, ovelhas e animais silvestres como ratos e ratazanas, a exemplo do carrapichão (*X. strumarium*), o picão-preto (*Bidens* spp.) e o carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), que apresentam estruturas capazes de aderir aos animais. A endozoocoria consiste na ingestão do diásporo pelos animais, e seu movimento e excreção pela fauna circundante, como ocorre nas sementes de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*), que possuem arilos vermelhos e doces, atrativos aos animais. A sinzoocoria é a dispersão proposital, em que os animais carregam as sementes, e representa interações mutualísticas entre espécies vegetais e animais, como a mirmecocoria, em que a dispersão é realizada por formigas, a ictiocoria, por peixes, a saurocoria, por répteis, a ornitocoria, por pássaros, a mamaliocoria, por mamíferos, e a quiropterocoria, por morcegos. Por fim, a antropocoria é a dispersão artificial de sementes pela atividade humana. Qualquer atividade agrônômica, assim como o comércio de sementes, pode intensificar a dispersão acidental de sementes ou levar à introdução de espécies exóticas de plantas daninhas. Um exemplo disso é a ocorrência de caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*) no Brasil, cuja principal hipótese de aparecimento é pela entrada de maquinário contaminado pelos diásporos dessa planta originário de outros países.

1.4.3 Dormência

Algumas espécies de plantas daninhas desenvolveram mecanismos que permitem a sua sobrevivência. Entre eles, está a dormência, que representa uma das principais habilidades das espécies vegetais de garantir a sobrevivência e perpetuação.

É importante ressaltar a diferença entre dormência e quiescência, pois, embora sejam de difícil separação

que usam as sementes como alimento. Além disso, os resíduos têm um efeito moderador sobre as flutuações de temperatura no solo, o que, por sua vez, pode impactar a dormência das sementes de muitas plantas daninhas. Os restos de culturas recentemente incorporados podem conter substâncias alelopáticas que também podem inibir a germinação de sementes de algumas plantas daninhas.

- *Adubação*: semelhante às culturas, as plantas daninhas podem responder à aplicação de fertilizantes inorgânicos, em especial nitrogênio. A longo prazo, o banco de sementes de muitas espécies de plantas daninhas pode ser reduzido por meio de aplicações de fertilizante no momento correto.

A compreensão do comportamento das plantas daninhas, de seus aspectos de reprodução, dispersão, dormência e banco de sementes, ajuda a entender melhor a dinâmica dessas plantas no ambiente agrícola e não agrícola. Essas informações podem auxiliar na redução dos impactos da competição de plantas daninhas com as culturas e também na tomada de decisão sobre as melhores técnicas de controle a serem adotadas. Além de compreender melhor essa dinâmica, é importante classificar e agrupar as plantas daninhas de acordo com suas características, como taxonomia, hábitat, ciclo de vida e hábito de crescimento. Tal agrupamento é essencial para o manejo das plantas daninhas, pois algumas técnicas de manejo e a seletividade de alguns herbicidas baseiam-se em características específicas dessas plantas, como diferenças morfológicas e fisiológicas existentes entre as espécies.

1.5 CLASSIFICAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS

As principais formas de classificação das plantas daninhas baseiam-se na taxonomia, no hábitat de ocorrência, no ciclo de vida e no hábito de crescimento. A seguir, estão agrupadas as diferentes espécies de plantas daninhas, de acordo com suas características.

1.5.1 Classificação taxonômica

A base da classificação moderna é a taxonomia, ou seja, a identificação, nomeação e agrupamento de plantas de acordo com suas características em comum. O objetivo dessa classificação é identificar corretamente as espé-

cies das plantas daninhas, para que se possa escolher o melhor método de controle da comunidade infestante.

O sistema taxonômico aceito e usado nos dias de hoje classifica os organismos em uma hierarquia de categorias: reino, classe, ordem, família, gênero e espécie. A maioria das plantas daninhas situa-se no filo Anthophyta (angiospermas). As angiospermas são subdivididas nas classes Dicotyledones (eudicotiledôneas ou dicotiledôneas) e Monocotyledones (monocotiledôneas). Em relação à ordem, não há consenso desse tipo de classificação das plantas daninhas. Dentro das ordens, são divididas em famílias, que, como classes e ordens, são compostas de plantas cujas semelhanças morfológicas são maiores do que suas diferenças (Radosevich; Holt; Ghera, 2007).

As principais famílias de plantas daninhas, de acordo com o número de espécies no Brasil, são Poaceae e Asteraceae, com 40% do total de espécies. Em seguida, têm-se as famílias Malvaceae, Fabaceae e Amaranthaceae com 7%, 6% e 5% do total de espécies, respectivamente. As demais famílias apresentam um menor número de espécies de plantas daninhas (Fig. 1.11).

No Quadro 1.5 estão listadas as principais espécies de plantas daninhas que ocorrem no Brasil, divididas de acordo com suas famílias, além do nome comum, ciclo de vida e método de reprodução.

Muitas plantas daninhas apresentam elevada similaridade entre as espécies, como acontece com o gênero *Amaranthus* (caruru). Os carurus estão presentes em grande parte das áreas agrícolas do Brasil e, entre as espécies mais comuns, podem-se destacar: *Amaranthus deflexus* (caruru-rasteiro), *Amaranthus hybridus* (caruru-roxo), *Amaranthus lividus* (caruru-folha-de-cuia), *Amaranthus retroflexus* (caruru-gigante), *Amaranthus spinosus* (caruru-de-espinho), *Amaranthus viridis* (caruru-de-mancha) (Carvalho et al., 2006) e a mais recente, o *Amaranthus palmeri* (caruru-palmeri).

Como as espécies desse gênero apresentam variação de crescimento, desenvolvimento e ainda sensibilidade quanto a aplicações de um mesmo herbicida, torna-se importante a diferenciação entre as espécies (Carvalho et al., 2006; Carvalho; López-Ovejero; Christoffoleti, 2008). Algumas espécies possuem hábito de crescimento mais prostrado, com ramos decumbentes, como o *A. deflexus* e o *A. lividus*, repletos de ramificações secundárias. Por outro lado, as espécies *A. hybridus*, *A. retroflexus* e *A. viridis* possuem

2 | ALELOPATIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS: MECANISMOS FISIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS

Júlia Resende Oliveira Silva
Kassio Ferreira Mendes

Ao estudar as interações de interferência das plantas com o meio e os seus mecanismos de defesa, Szczepanski (1977) definiu os seguintes termos: alelospolia, alelomeadiação e alelopatia, que podem ocorrer de forma simultânea. Alelospolia é caracterizada pela interferência causada pelos organismos, que competem por um ou mais fatores de crescimento, sendo eles água, luz, nutrientes e CO₂ que, na maioria das vezes, estão disponíveis em quantidade insuficiente no ambiente. Alelomeadiação ou interferência indireta trata de modificações físicas ou biológicas no ambiente provocada por organismos. Por fim, a alelopatia refere-se a qualquer efeito direto ou indireto, prejudicial ou benéfico em uma planta ou comunidade biológica por meio da produção de compostos químicos liberados no meio ambiente (Hagemann et al., 2010).

O termo alelopatia foi utilizado pela primeira vez por Molisch (1937), pela junção das duas palavras gregas *alelon* e *pathos*, com o significado de dano mútuo. De acordo com o conceito estabelecido, a alelopatia é um tipo de interação bioquímica em que substâncias secundárias do metabolismo vegetal são liberadas no ambiente por volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição dos restos vegetais (Rice, 1984). As substâncias liberadas por plantas na alelopatia são chamadas de aleloquímicos e podem ter efeitos positivos ou

negativos em outra planta (Vidal; Bauman, 1997). Esses compostos podem ser divididos em três categorias: compostos fenólicos, terpenos e alcaloides. Atualmente, as substâncias alelopáticas são utilizadas como farmacológicos, aromatizantes, corantes, alucinógenos, pesticidas, entre outros.

A alelopatia é muito importante no manejo integrado de plantas daninhas, pois, entendendo esse processo, é possível formular novos herbicidas, criar cultivares com alto potencial alelopático e definir práticas agrônomicas, como a rotação de culturas, o consórcio e a utilização de plantas de cobertura para controlar as plantas daninhas. Contudo, apesar de a alelopatia ser uma alternativa no manejo dessas plantas, o potencial alelopático das culturas não é o objetivo da maioria dos programas de melhoramento genético, que visam o incremento da produtividade (Hijano et al., 2021). Diante disso, neste capítulo serão abordados os principais tópicos acerca dos processos alelopáticos importantes no controle de plantas daninhas na agricultura.

2.1 NATUREZA DOS ALELOQUÍMICOS

Para compreender a alelopatia, é importante conhecer os compostos aleloquímicos produzidos e como eles são

Quadro 2.6 Mecanismos de ação de aleloquímicos de plantas daninhas em culturas

Planta daninha	Cultura receptora	Mecanismo de ação	Fonte
<i>Artemisia tridentata</i>	–	Inibição da atividade respiratória	Weaver e Klarich (1977)
<i>Chenopodium album</i>	Tomate	Atuação na absorção de minerais	Qasem e Hill (1989)
<i>Parthenium hysterophorus</i>	–	Inibição da atividade respiratória	–
<i>Salvia leucophylla</i>	Pepino	Interferência na divisão celular	Muller (1965)
<i>Aegilops kotschy</i>	–	Efeito sobre os hormônios de crescimento	Wurzbürger e Leshem (1969)
<i>Salvia leucophylla</i>	–	Efeito sobre a permeabilidade da membrana	Muller (1969)
<i>Abutilon theophrasti</i>	Soja	Redução na fotossíntese	Colton e Einhellig (1980)
<i>Plantago lanceolata</i>	–	Redução da disponibilidade de fósforo no solo	Newman e Miller (1977)
<i>Abutilon theophrasti</i>	Soja	Inibição da condutância estomática	Colton e Einhellig (1980)
<i>Polygonum aviculare</i>	Microflora do solo	Inibição da microflora do solo	Alsaadawi e Rice (1982)
Ácido cinâmico	Alface	Interferência no metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos	Cameron e Julian (1980)
<i>Agropyron repens</i>	Linho	Inibição da abertura estomática	Vikherkova (1970)

Fonte: adaptado de Qasem e Foy (2001).

planta-alvo (Pires; Oliveira, 2011). Com base nisso, a produção e a eficiência dos aleloquímicos são reguladas pela temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água e nutrientes, textura do solo, microrganismos e ataques de insetos (Einhellig, 1996; Chou, 1999).

Para os compostos alelopáticos que são liberados por meio da decomposição de restos vegetais, as condições climáticas e o tipo de solo influenciam a velocidade desse processo e a concentração dos compostos que serão absorvidos pelas plantas. Já na liberação de aleloquímicos por meio da volatilização, a umidade relativa do ar é um fator que influencia a absorção desses compostos, que podem permanecer voláteis, solubilizados em água ou lixiviar no perfil do solo.

Para que ocorra a alelopatia, outros fatores, como a natureza da substância alelopática, influenciam a absorção dos aleloquímicos pela planta-alvo. Ainda, a atividade biológica desses produtos depende da sua concentração e mobilidade no ambiente (Putnam; Duke, 1974). Em diversas espécies vegetais, o teor de compostos fenólicos aumentou com a deficiência de nutrientes no solo (Putnam, 1985). Ademais, o efeito alelopático de mentrasto (*Ageratum conyzoides*) sobre outras espécies aumentou com condições de estresse nutricional (Kong; Hu; Xu, 2002).

A temperatura também pode modificar a atividade e a disponibilidade dessas substâncias. Para inibir o crescimento do sorgo, foi necessária uma quantidade menor

de ácido ferúlico quando a temperatura subiu de 29 °C para 37 °C (Einhellig; Eckrich, 1984). Outro fator importante na ação de um aleloquímico é o pH do solo, que interfere na disponibilidade de substâncias alelopáticas no ambiente. Ao avaliar a liberação de ácidos fenólicos, houve um aumento no pH do solo. No plantio de trigo e soja, a concentração de ácidos fenólicos das amostras de solo estabeleceu correlação positiva com o pH do substrato (Whitehead; Dibb; Hartley, 1981; Blum et al., 1991). De acordo com Jalal e Read (1983), a diminuição do pH ocasiona o aumento do potencial fitotóxico de um composto alelopático ácido na região próxima à raiz. Por outro lado, os compostos alelopáticos podem diminuir o pH do solo e reduzir a absorção de potássio pelas raízes de aveia (Harper; Balke, 1981).

No estudo da alelopatia, os fatores aqui descritos são extremamente importantes no desenvolvimento de pesquisas visando a utilização dos aleloquímicos no controle de plantas daninhas e na produção de novos herbicidas com eficiência semelhante ou maior que as moléculas utilizadas atualmente, as quais podem causar danos ao meio ambiente.

2.6 POTENCIAL ALELOPÁTICO DAS CULTURAS

O controle alelopático de plantas daninhas vem sendo utilizado cada vez mais nas lavouras, pois não prejudi-

3 | COMPETIÇÃO E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS

*Elisa Maria Gomes da Silva
Adalin Cezar Moraes de Aguiar
Kassio Ferreira Mendes
Antonio Alberto da Silva*

Em uma comunidade vegetal, as interações que ocorrem entre as espécies podem ser positivas, negativas ou neutras. Em áreas agrícolas, normalmente são observados os aspectos negativos das interações. Dessa forma, a cultura de interesse é prejudicada quando em competição com outras espécies, as quais, como consequência, interferem com a redução no crescimento, desenvolvimento e produtividade dessas culturas.

A competição é a forma mais conhecida de interferência direta das plantas daninhas nas culturas agrícolas. Os recursos geralmente passíveis de competição entre plantas (Fig. 3.1) são os nutrientes minerais essenciais, água, luz e CO_2 , além da competição por espaço e a liberação de substâncias com efeitos alelopáticos (Pitelli, 1987).

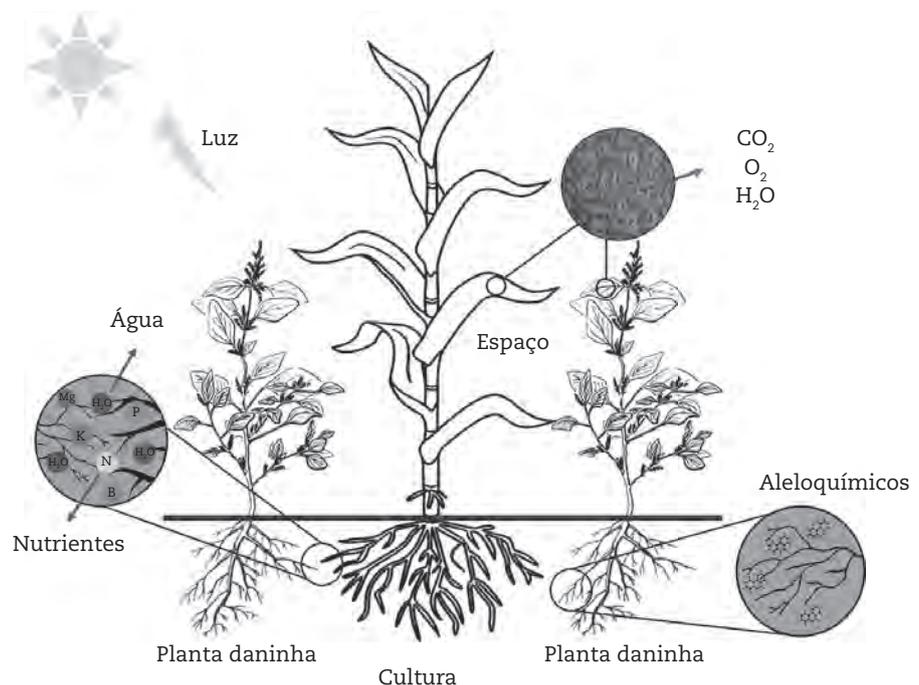


FIG. 3.1 Recursos do meio passíveis de competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas

Quadro 3.3 Competição entre culturas e plantas daninhas em função da alta concentração de CO₂ atmosférico

Planta daninha e cultura	Espécies favorecidas	Ambiente
Planta daninha C₄ × cultura C₃		
<i>Sorghum halepense</i> × festuca	Cultura	Estufa
<i>Sorghum halepense</i> × soja	Cultura	Câmara de crescimento
<i>Amaranthus retroflexus</i> × soja	Cultura	Campo
<i>Echinochloa glabrescens</i> × arroz	Cultura	Estufa
<i>Paspalum dilatatum</i> × gramíneas	Cultura	Câmara de crescimento
Gramíneas × alfafa	Cultura	Campo
Planta daninha C₃ × cultura C₃		
<i>Chenopodium album</i> × beterraba	Cultura	Câmara de crescimento
<i>Taraxacum officinale</i> × alfafa	Planta daninha	Campo
<i>Plantago lanceolata</i> × pastagem	Planta daninha	Câmara de crescimento
<i>Taraxacum</i> e <i>Plantago</i> × pastagem	Planta daninha	Campo
<i>Cirsium arvense</i> × soja	Planta daninha	Campo
<i>Chenopodium album</i> × soja	Planta daninha	Campo
Planta daninha C₄ × cultura C₄		
<i>Amaranthus retroflexus</i> × sorgo	Planta daninha	Campo
Planta daninha C₃ × cultura C₄		
<i>Xanthium strumarium</i> × sorgo	Planta daninha	Estufa
<i>Abutilon theophrasti</i> × sorgo	Planta daninha	Campo

Fonte: adaptado de Brunce e Ziska (2000) e Korres et al. (2016).

Assim, o aumento da concentração de CO₂ atmosférico pode influenciar as interações que ocorrem entre as culturas e as plantas daninhas. Culturas antes mais competitivas podem apresentar maior suscetibilidade com essa alteração de CO₂ e, com isso, maior necessidade de monitoramento e controle das plantas daninhas presentes, enquanto em outras cultivares essa necessidade pode ser reduzida.

3.3 DEFINIÇÃO DE INTERFERÊNCIA

A interferência pode ser definida como o efeito adverso que uma planta pode desempenhar sobre o crescimento e desenvolvimento de outras plantas próximas. No caso de plantas daninhas, essa interferência ocorre quando a presença dessas espécies junto à cultura afeta de alguma forma os interesses humanos (Hijano et al., 2021).

Outra questão importante é o grau de interferência, que é a intensidade dos efeitos provocados pelas plantas daninhas, o qual vai ser influenciado pela comunidade infestante, pelas características relacionadas à cultura e pela época e extensão do período de convivência. Dessa

forma, o grau de interferência das plantas daninhas em cultivos agrícolas depende de três fatores principais: a comunidade infestante, a cultura e o ambiente em que estão presentes. Além desses, o período de convivência, ou seja, a época em que a plantas daninhas emergem em relação à cultura e também o período de tempo que elas convivem, é capaz de influenciar a intensidade da interferência das plantas daninhas nos cultivos de interesse.

3.4 FATORES QUE AFETAM A INTERFERÊNCIA ENTRE PLANTAS DANINHAS E CULTURAS

Os principais fatores envolvendo a comunidade infestante é(são) a(s) espécie(s) de planta presente(s) na área, a densidade e sua distribuição. Já os fatores ligados à cultura seguem os mesmos princípios dos das plantas daninhas: a cultivar utilizada, a densidade de plantas e também o espaçamento. Em relação ao ambiente, as características do solo, o clima e o manejo adotado influenciam o grau de interferência das plantas daninhas nas culturas, pois

das fileiras faz com que a cultura demore mais para fechar o dossel, o que propicia mais luz chegando de forma mais intensa ao solo. A maior quantidade de luz, por sua vez, possibilita a emergência das plantas daninhas fotoblásticas positivas e favorece o crescimento e o acúmulo de biomassa das plantas, contribuindo para a competição das plantas com a cultura.

3.4.2 Fatores ligados à comunidade infestante

Existe uma disputa constante entre as plantas daninhas e as plantas cultivadas por recursos do meio, e a intensidade dessa competição também depende da composição da comunidade infestante presente na área. Fatores como espécies, densidade e distribuição influenciam a capacidade dessas plantas de interferir na cultura de interesse, ou seja, o grau de interferência.

Características que variam entre as espécies, como a capacidade de produção de propágulos, a velocidade de emergência e crescimento inicial, a eficiência do uso de recursos, o metabolismo fotossintético e também a plasticidade fenotípica de responder às condições adversas do meio, influem na velocidade de crescimento das plantas daninhas em relação às culturas (Pitelli, 2014;

Hijano et al., 2021). Tais características de crescimento, aliadas ao porte das plantas e a capacidade de cobrir o solo, contribuem para a capacidade competitiva e o grau de interferência das comunidades infestantes.

A comunidade e a densidade das plantas daninhas também são fatores importantes para a interferência e a perda de rendimento das culturas. Adeux et al. (2019), ao avaliar a perda de rendimento de trigo em convivência com seis comunidades distintas de plantas, observaram que as perdas variaram de 3% a 56%, e a densidade de plantas daninhas e a composição da comunidade infestante foram determinantes no aumento das perdas de rendimento da cultura, como mostrado na Fig. 3.15.

Plantas do mesmo gênero podem variar quanto ao grau de interferência. Bensch, Horak e Peterson (2003), estudando a interferência de espécies de *Amaranthus* em soja, observaram que o caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*), seguido do caruru-comum (*Amaranthus rudis*) e do caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*), apresenta maior capacidade de reduzir o rendimento da soja. Os resultados de produtividade, detalhados na Fig. 3.16, mostraram a estimativa de perda máxima de rendimento de 86,9%, 44,9% e 62,8% da soja quando em convivência com o *A. palmeri*, *A. rudis* e *A. retroflexus*, respectivamente.

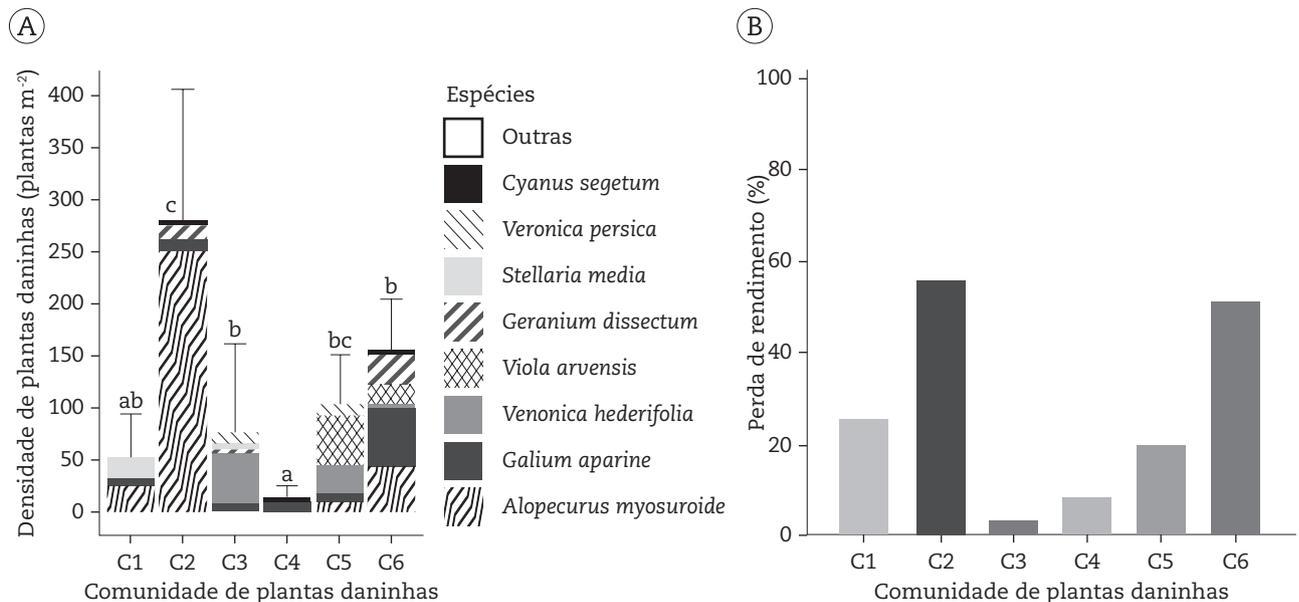


FIG. 3.15 (A) Densidade e composição média das comunidades de plantas daninhas distintas observadas (denotadas C1 a C6). Letras iguais não apresentam diferenças significativas em termos de densidade total de plantas daninhas pelo teste dos mínimos quadrados a $p < 0,05$. (B) Perda de rendimento de trigo (*Triticum aestivum*) em convivência com as comunidades de plantas

Fonte: adaptado de Adeux et al. (2019).

4 | PARÂMETROS DO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO PARA AVALIAR A ABUNDÂNCIA, DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DA COMUNIDADE DE PLANTAS DANINHAS

Wendel Magno de Souza

Maria Carolina Gomes Paiva

Úrsula Ramos Zaidan

Kassio Ferreira Mendes

Francisco Cláudio Lopes de Freitas

O conhecimento da dinâmica populacional e de como as condições ambientais e as interações entre as espécies vegetais influenciam os padrões de coexistência e abundância relativa de espécies é necessário para compreender a complexidade das comunidades de plantas (Concenção et al., 2017). A classificação e a caracterização das comunidades de plantas podem ser realizadas por meio da fitossociologia.

A palavra fitossociologia se originou da junção de dois termos: *phytos*, que significa planta, e sociologia, que é o estudo de grupos ou agrupamentos. A definição de fitossociologia, de acordo com a sua utilização em estudos, foi modificada ao longo do tempo (Kuva; Salgado; Alves, 2021). Segundo Braun-Blanquet (1968), a fitossociologia é a ciência que busca compreender a interação entre o meio ambiente e a diversidade das plantas em uma região fitogeográfica, por meio da composição e distribuição de espécies vegetais. Rodrigues e Gandolfi (1998) definiram a fitossociologia como o ramo da ecologia vegetal que descreve e busca compreender as associações e interações das espécies vegetais entre si e com o meio ambiente, as quais caracterizam as uni-

dades fitogeográficas. Por outro lado, Blasi e Frondoni (2011) postularam que a fitossociologia está relacionada à geografia botânica, na qual, de acordo com as diferentes regiões geográficas e condições ambientais (clima, altitude e latitude), as espécies vegetais diferem em composição e fisiologia, sendo agrupadas em associações.

O estudo fitossociológico considera três princípios: o *analítico*, o *sintético* e o *sintaxonômico*. O princípio analítico refere-se ao tamanho da superfície de inventário, às características do local de amostragem e variáveis como abundância, densidade, dominância, e à sociabilidade das espécies vegetais; o sintético retrata a frequência das espécies que compõem a comunidade vegetal; e o sintaxonômico estabelece a hierarquia fitossociológica (Oosting, 1956; Roberts, 1981; Blasi; Frondoni, 2011; Concenção et al., 2017).

Nesse estudo, é necessário levar em consideração que a vegetação varia em escalas espaciais e temporais, o que permite que cada espécie tenha sua própria tolerância a certos fatores de seleção e responda às pressões ambientais de maneiras específicas (Barbour et al., 1998). As escalas espaciais são definidas pelo tamanho

Tab. 4.2 Índices de diversidade de Shannon-Weaver, Margalef e Simpson, da comunidade infestante de plantas daninhas

Shannon-Weaver (H')	Margalef (Dmg)	Simpson (D)
$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i)$	$Dmg = \frac{S-1}{\ln(N)}$	$D = \sum \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$

Nota: n = número de espécies na área amostrada; pi = densidade relativa de cada espécie; ln = logaritmo neperiano; S = número de espécies na área amostrada (riqueza); N = número total de indivíduos de todas as espécies; e ni = densidade ou número de indivíduos da espécie.

$$J = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (4.21)$$

em que J é o índice de Pielou, H' é o índice de diversidade de Shannon-Weaver, ln é logaritmo neperiano, e S é o número de espécies amostradas.

Esse índice varia de 0 a 1,00 e mostra o equilíbrio na distribuição do número das espécies da comunidade infestante. Quanto mais próximo de um for o seu valor, maior é a semelhança entre as espécies.

4.3 MAPEAMENTO DE PLANTAS DANINHAS

O mapeamento consiste em determinar a presença ou ausência da espécie no local. Dados sobre a distribuição real de uma espécie de planta daninha podem ser coletados diretamente no campo ou indiretamente de registros públicos, como documentos governamentais, herbários e publicações acadêmicas de pesquisa (Nkoa; Owen; Swanton, 2015).

Os métodos antigos de mapeamento eram mais onerosos e dispendiosos, e a cobertura da área avaliada era intermitente e falhada. Atualmente, há a opção de mapeamento por meio de sistema de imagens por satélites, em que há monitoramento constante da área com intervalo de dias, sendo disponibilizadas em plataformas digitais (Kuva; Salgado; Alves, 2021). Esse método permite cobrir uma extensa área, resolvendo o problema causado pelas amostragens antigas; contudo, para obter bons resultados nas avaliações por imagens de satélites, é necessário ter uma elevada infestação de plantas daninhas e céu limpo (Yano et al., 2016). A visualização de alguma anomalia (manchas de plantas) no campo deve ser constatada por vistorias ao local.

Para minimizar os problemas relacionados à limitação de uso de imagens aéreas por satélites, há a

possibilidade de utilização de imagens provenientes de câmeras instaladas em veículos aéreos. As câmeras devem apresentar boa resolução, podendo ser multiespectrais, hiperespectrais e térmicas, instaladas em helicópteros, aviões e veículos aéreos não tripulados (VANTs) (Fig. 4.5). Em relação aos VANTs, eles vêm sendo bastante utilizados, visto que podem ser empregados em alturas de voo e velocidade menores, gerando imagens de curto alcance em diferentes ângulos, além de proporcionarem menor turbulência que os helicópteros e aviões (Kuva; Salgado; Alves, 2021). Há a possibilidade de utilização de drones de asa fixa e rotor – entretanto, Meneses et al. (2018) verificaram que as imagens das câmeras instaladas em drones de rotor obtiveram maior foco e nitidez. As câmeras geram imagens de alta resolução espacial, identificando as plantas na área por meio de diversos equipamentos de análises das imagens, com bases em algoritmos de um banco de dados gerado anteriormente (Shirzadifar et al., 2020; Gasparovic et al., 2020).

Contudo, para se utilizar a identificação por algoritmos e redes neurais artificiais, é necessário gerar um



FIG. 4.5 Veículo aéreo não tripulado (VANT) com câmera digital de alta resolução
Fonte: <https://pxhere.com/en/photo/1379974>.

5 | MÉTODOS DE CONTROLE E MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS NA AGRICULTURA

Vicente Bezerra Pontes Junior
Antonio Alberto da Silva
Leonardo D'Antonino
Kassio Ferreira Mendes

A escolha dos métodos de controle de plantas daninhas deve levar em consideração as espécies presentes na área de interesse (cultura de interesse econômico e plantas daninhas) e as condições locais de mão de obra e de equipamentos, sem se esquecer dos aspectos ambientais e econômicos. Os métodos de controle abrangem desde o arranque das plantas com as mãos até o uso de equipamentos sofisticados que utilizam fogo controlado e eletrocussão (Oliveira; Brighenti, 2018). A redução da interferência das plantas daninhas, considerando-se uma cultura, deve ser feita até um nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do controle, ou seja, que não interfiram na produção econômica da cultura. Os métodos de controle de plantas daninhas estão esquematizados na Fig. 5.1.

Entre esses métodos, é importante diferenciar os de manejo e os de controle de plantas daninhas. De acordo com Carvalho (2013), entende-se por *manejo* um procedimento não pontual e estratégico, o qual visa a redução do potencial de interferência das plantas daninhas em curto, médio e longo prazo, ou seja, um processo ao longo do tempo e planejado. Já o *controle* é uma intervenção pontual não estratégica, que visa a rápida eliminação da comunidade de plantas daninhas, eliminando-as ou impedindo o seu crescimento. Neste capítulo, consideram-se métodos de manejo o preventivo e o cultural,

enquanto os métodos de controle são o físico, o mecânico, o químico e o biológico.

Os métodos de manejo podem ser considerados medidas indiretas de controle, pois são práticas que não atingem diretamente as plantas daninhas. São realizados pelos produtores até com outra finalidade que não o controle de plantas daninhas, a exemplo de adubação, calagem, compras de sementes certificadas, sistema de

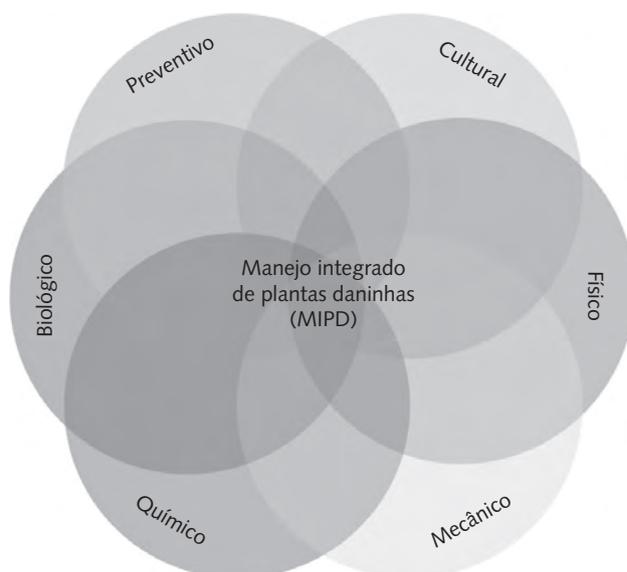


FIG. 5.1 Métodos de controle de plantas daninhas

Como exemplo, cita-se o caso da introdução em pastagens do Estado de Mato Grosso de sementes de *Amaranthus palmeri*, espécie exótica ao Brasil, vindas possivelmente de colhedoras importadas da Argentina, as quais não foram limpas de forma adequada (Gazziero; Silva, 2017). Os biótipos dessa espécie apresentaram no Brasil resistência múltipla ao glyphosate, inibidor da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), e aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) (Gonçalves Netto et al., 2016), sendo altamente agressivos, de difícil controle e com alto potencial reprodutivo.

5.1.2 Utilização de sementes e mudas certificadas

Após definir a cultura que será implementada na área, é necessário utilizar sementes e/ou mudas provenientes de local certificado para sua produção, que atendam à legislação vigente sobre a quantidade mínima permitida para cada espécie de planta daninha junto com as sementes ou com o torrão de solo. Tais especificações encontram-se na Instrução Normativa nº 46, de 24 de setembro de 2013 (Mapa, 2013).

A produção de sementes e mudas é, em última análise, um sistema de plantio que também está à mercê da presença de qualquer praga em sua área de cultivo.

Logo, sementes de plantas daninhas podem se misturar com as sementes produzidas ou estar presentes no solo que será utilizado como substrato para as mudas. Portanto, recomenda-se sua aquisição junto a produtores inscritos no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), além de atender ao disposto na Lei nº 10.711/2003; na Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005, que dispõe sobre as Normas Gerais para Produção, Comercialização e Utilização de Sementes (Mapa, 2005a); e na Instrução Normativa nº 24, de 16 de dezembro de 2005, que dispõe sobre as Normas Gerais para Produção, Comercialização e Utilização de Mudas (Mapa, 2005b); além das normativas específicas para cada espécie vegetal, quando houver. No Quadro 5.1 estão apresentadas as sementes nocivas toleradas e proibidas na produção, na comercialização e no transporte de sementes nacionais e importadas de grandes culturas, forrageiras, olerícolas, flores, ornamentais, medicinais, condimentares, ambientais e florestais, de acordo com a Instrução Normativa nº 46/2013.

A Portaria nº 433, de 11 de novembro de 1986, traz a relação de sementes nocivas proibidas e toleradas e limites máximos permitidos para o comércio de sementes de olerícolas, forrageiras e grandes culturas (Brasil, 1986). Na Tab. 5.1 está apresentada a quantidade de

Quadro 5.1 Sementes nocivas toleradas e proibidas em lotes de sementes de plantas cultivadas no Brasil

Sementes toleradas		
Nome científico	Nome comum	Família
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Carrapicho-rasteiro	Asteraceae
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Carrapicho-de-carneiro	Asteraceae
<i>Aeschynomene rudis</i> Benth.	Angiquinho	Fabaceae
<i>Amaranthus</i> spp. (exceto <i>A. albus</i> L., <i>A. blitoides</i> S. Watson e <i>A. graecizans</i> L., por constarem na legislação como pragas quarentenárias A1)	Caruru, bredo	Amaranthaceae
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Ambrósia, artemísia	Asteraceae
<i>Ammi majus</i> L.	Cicuta-negra	Apiaceae
<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam.	Ammi	Apiaceae
<i>Anthemis cotula</i> L.	Macela-fétida	Asteraceae
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Losna-brava	Asteraceae
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	Aveia-barbada	Poaceae
<i>Avena fatua</i> L.	Aveia-selvagem	Poaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto	Asteraceae
<i>Bidens subalternans</i> DC.	Picão-preto	Asteraceae
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) Hitchc.	Capim-marmelada, papuã	Poaceae

safrá. Uma das vantagens desse sistema é a supressão de plantas daninhas após a formação da palhada da forrageira, o que promove um controle físico eficiente e benéfico para a cultura anual que será plantada no próximo ciclo (Kluthcouski et al., 2000).

5.2.6 Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

A ILPF é uma estratégia de produção específica para o sistema agrossilvipastoril, utilizando rotação e consórcio de culturas, com a presença simultânea do componente pecuário com o agrícola (ILP), do componente pecuário com o florestal (IPF), do componente agrícola com o florestal (ILF) ou de todos esses componentes presentes (componentes agrícolas e pecuários em rotação e consorciados com o componente florestal), constituindo a ILPF (Balbino et al., 2011; Kichel et al., 2014; Vinholis et al., 2020). A ILPF promove os mesmos benefícios de manejo vistos nas seções 5.2.1 e 5.2.5, além de possibilitar menor infestação de plantas daninhas tóxicas aos animais, como maria-mole (*Senecio brasiliensis*) e margaridinha (*S. madagascariensis*), causando perdas entre 1,13 e 1,58 milhões de cabeças de gado anualmente no Brasil (Brighenti et al., 2017). A ILP promoveu a redução do banco de sementes de capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), bem como da viabilidade dessas sementes, em estudo realizado no Estado do Paraná (Voll; Gazziero; Karam, 1995; Voll; Karam; Gazziero, 1997). Resultado semelhante foi observado por Ikeda et al. (2007), verificando redução no banco de sementes de plantas daninhas, em esquema de sucessão pastagem-lavoura-pastagem.

5.2.7 Época e região de plantio

A época de plantio irá interferir no desenvolvimento das plantas, pois cada espécie será influenciada pelo regime pluviométrico, fotoperíodismo e temperatura da região, o que, por consequência, irá interferir na sua capacidade de competição com plantas daninhas. De forma complementar, as regiões do Brasil possuem diferentes condições climáticas, além de diferentes regimes pluviométricos e épocas de estiagem, fazendo com que determinadas culturas adaptadas a uma região tendam a não se adaptar a outras. Desse modo, conhecer as necessidades e características das culturas e plantas daninhas, bem como

as condições climáticas da região onde será feito o plantio, é fundamental para definir qual cultura utilizar, em qual época do ano será feita a semeadura, qual estágio de desenvolvimento irá necessitar de mais água e luz (se será necessário sistema de irrigação), quais prováveis espécies de plantas daninhas serão encontradas em determinadas épocas do ano e como promover o controle, entre outras questões. No Estado do Paraná, por exemplo, o plantio de milho-safrinha (segunda safra) é feito nos meses de fevereiro e março e, quanto mais cedo for feito o plantio, melhor desenvolvimento e rendimento de grãos o milho irá apresentar, devido a maiores acúmulos de graus-dias, enquanto atrasos no plantio promovem o aumento do ciclo da cultura, não sendo interessante para esse sistema (Shioga; Gerage, 2010). Logo, uma maior taxa de crescimento pode promover a supressão das plantas daninhas com o fechamento do dossel.

5.2.8 Utilização de cultivares adequadas

Com o advento dos programas de melhoramento genético, houve o surgimento de cultivares de espécies recomendadas para as diferentes condições ambientais encontradas. Essas cultivares passaram a ser criadas de acordo com sua finalidade, seja para se adaptarem a diferentes regiões ou serem resistentes a doenças, pragas, insetos e/ou herbicidas. Portanto, a escolha da cultivar adequada tornou-se um critério a se levar em consideração no momento do planejamento do plantio.

A seleção de cultivares que irão apresentar melhor desenvolvimento e capacidade competitiva contra as plantas daninhas é fundamental para se alcançar sucesso na produção. Como exemplo, têm-se as diferentes cultivares de soja presentes no Brasil: a cultivar BRS 110 IPRO é recomendada para os Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, enquanto a BRS 7270 IPRO é recomendada para os Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul (Embrapa, 2016), entre outras tantas cultivares existentes, com diferentes épocas de plantio, necessidades hídricas e horas-luz em seu ciclo.

5.2.9 Sistema de irrigação por gotejamento

A irrigação objetiva fornecer água para as culturas em períodos de seca, cultivos protegidos ou produção

77% e 87% dessas plantas aos 16 e 23 dias após o plantio, respectivamente (Tillet et al., 2008). O controle foi realizado com disco giratório, acionado no momento de detecção das plantas daninhas.

As inovações tecnológicas inseridas em implementos agrícolas crescem e continuam melhorando, permitindo a perspectiva de menor dependência do controle químico ou de aplicação suficiente dos produtos, evitando danos ambientais e proporcionando uma melhor qualidade de ao produtor.

5.5 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico consiste no uso de inimigos naturais (fungos, bactérias, vírus, insetos, aves, peixes, entre outros) capazes de diminuir a população das plantas daninhas, reduzindo sua capacidade de competir. O resultado é alcançado por meio do equilíbrio populacional entre o inimigo natural e a planta hospedeira. Também deve ser considerada como controle biológico a inibição alelopática de plantas daninhas.

Esse tipo de controle será eficiente quando o parasita for altamente específico, ou seja, uma vez eliminado o hospedeiro, ele não deve parasitar outras espécies. De modo geral, a eficiência do controle biológico é duvidosa quando ele é usado isoladamente, porque controla apenas uma espécie e a outra é favorecida, o que é uma tendência normal em condições de campo.

A pesquisa com controle biológico de plantas daninhas envolve etapas sucessivas:

- seleção de espécies de plantas daninhas a serem controladas;
- seleção de inimigos naturais mais eficientes;
- estudo e avaliação da ecologia dos vários inimigos naturais;
- determinação da especificidade dos hospedeiros;
- acompanhamento da introdução e do estabelecimento do agente de controle biológico no campo;
- avaliação da efetividade em diferentes épocas do ano, a fim de relacionar os níveis de infecção com a redução da densidade populacional do hospedeiro.

Há três estratégias de controle biológico que podem ser implementadas em um sistema de controle de plantas daninhas: estratégia clássica ou inoculativa, estratégia inundativa e estratégia aumentativa.

5.5.1 Estratégia clássica ou inoculativa

Essa estratégia é aplicável em condições nas quais a espécie de planta daninha é exótica ao local de incidência, separada geograficamente de seus inimigos naturais. Portanto, é necessário que esse inimigo natural tenha coevoluído junto com a espécie de planta daninha e seja altamente específico à espécie que se deseja controlar, ou seja, ele não pode ser hospede de outras plantas daninhas. Logo, idealiza-se a não erradicação da espécie, permitindo, assim, que o inimigo natural tenha sempre condições de sobrevivência.

Após a realização das primeiras etapas de pesquisa descritas, ocorre a introdução do agente de controle biológico na área de incidência da planta daninha e seu constante monitoramento. O objetivo da estratégia clássica ou inoculativa é a redução da população de plantas daninhas até níveis em que não causem danos econômicos ao produtor, promovendo um equilíbrio entre as populações de plantas e os agentes de controle biológico. Esse agente deve se autopropagar e possuir capacidade de dispersão natural.

Como exemplos de estratégia clássica no mundo, podem-se citar: na Austrália, o controle do cacto ou figo-da-Índia (*Opuntia* spp.) com as larvas do inseto *Cactoblastis cactorum*; e, no Havaí, o cambará-de-espinho (*Lantana camara*) foi controlado pelos insetos *Agromisa lantanae* e *Crociosema lantanae*. Um levantamento de patógenos fúngicos associados às espécies *Bidens pilosa* e *B. subalternans* constatou a associação de dez fungos em ambas as espécies (*Cercospora bidentis*, *C. maculicola*, *Entyloma bidentis*, *E. compositarum*, *E. guaraniticum*, *Neoerysiphe cumminsiana*, *Plasmopara halstedii*, *Podospaera xanthii*, *Uromyces bidentis* e *Uromyces bidenticola*) e mais três somente na *B. subalternans* (*Colletotrichum bidentis*, *Pseudocercospora bidentis* e *Sphaceloma bidentis*), surgindo como potenciais inimigos naturais dessas espécies em diferentes regiões do mundo, por meio da estratégia inoculativa (Guatimosim et al., 2015).

Cepas do fungo *Corynespora cassiicola* causaram manchas foliares e severas injúrias somente em *Schinus terebinthifolius*, em experimento envolvendo 24 espécies de plantas. Essa planta daninha é infestante em diversas regiões tropicais e subtropicais, como Estados Unidos (Havaí e Flórida) e Austrália. Logo, *Corynespora cassiicola* é um potencial inimigo natural de *Schinus terebinthifolius* (Macedo et al., 2013).

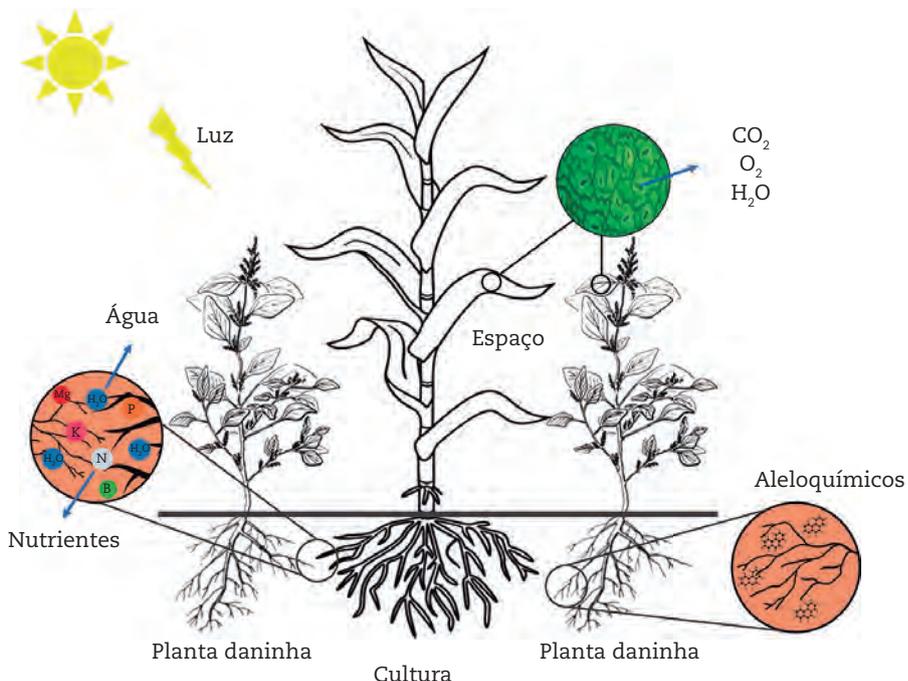


FIG. 3.1 Recursos do meio passíveis de competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas

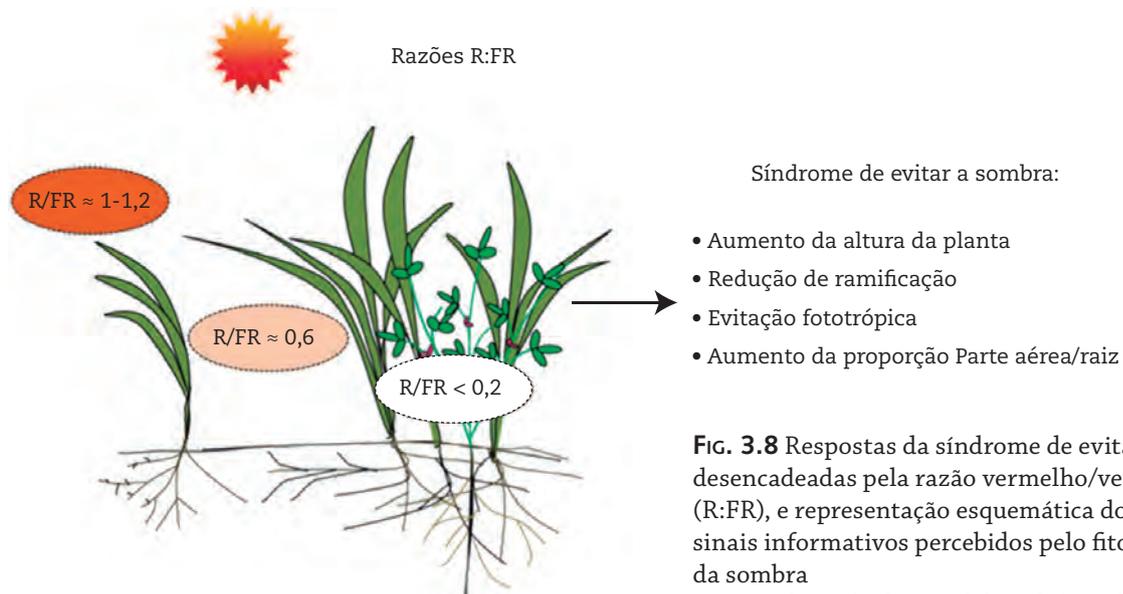


FIG. 3.8 Respostas da síndrome de evitação de sombra desencadeadas pela razão vermelho/vermelho distante (R:FR), e representação esquemática dos efeitos dos sinais informativos percebidos pelo fitocromo no escape da sombra
 Fonte: adaptado de Gundel et al. (2014).



FIG. 3.12 Mudanças de ideótipo sugeridas para melhoria contínua da produtividade do arroz: (A) tipo de planta tradicional, (B) tipo de planta semianã (variedades atuais) e (C) novo tipo de planta
 Fonte: adaptado de Sharma et al. (2013).