

LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

PLANTAS DANINHAS

2013

LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

PLANTAS DANINHAS

1ª Edição

Lages – SC
Edição do Autor
2013

Carvalho, Leonardo Bianco de
Plantas Daninhas / Editado pelo autor, Lages, SC, 2013
vi, 82 p. : 14,8x21,0 cm

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial,
por qualquer meio ou forma, sem expressa autorização (Lei n°. 9.610).

e-ISBN 978-85-912712-2-1

Distribuição pelo autor:
matologiaexperimental.blogspot.com
agrolbcarvalho@gmail.com

PREFÁCIO

O livro PLANTAS DANINHAS traça um panorama dinâmico das plantas daninhas, iniciando-se com conceitos sobre sua origem e culminando nas estratégias para seu controle, onde são abordados os aspectos de sua indesejabilidade em ambientes de interesse e as maneiras que interferem nos objetivos do ser humano. Além disso, são abordados os aspectos relacionados à alta capacidade que as plantas daninhas têm em colonizar ambientes perturbados pelo ser humano e as diversas maneiras que existem para se manejar essas plantas indesejáveis.

Todos os conceitos apresentados nesta obra são baseados em publicações científicas e estão descritos de maneira sucinta para atender a demanda básica dos alunos de cursos de Agronomia por um livro texto simples e dinâmico que explora todos os temas envolvendo plantas daninhas e seu manejo. Materiais gráficos adicionais estão disponíveis na internet pelo endereço <http://leonardobcarvalho.wordpress.com>.

O Autor

SUMÁRIO

	páginas
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1. PLANTA DANINHA	1
1.2. A CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS	2
1.3. OUTRAS DEFINIÇÕES IMPORTANTES	3
CAPÍTULO 2 – IMPORTÂNCIA	5
2.1. ASPECTOS NEGATIVOS	5
2.2. ASPECTOS POSITIVOS	8
CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA	9
3.1. ORIGEM E EVOLUÇÃO	9
3.2. AGRESSIVIDADE	14
3.3. COLONIZAÇÃO DE NOVAS ÁREAS	18
CAPÍTULO 4 – INFESTAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA NO SOLO ..	21
4.1. REPRODUÇÃO	21
4.2. DISSEMINAÇÃO	24
4.3. BANCO DE DISSEMÍNULOS	25
4.4. DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO	28
CAPÍTULO 5 – CLASSIFICAÇÕES	35
5.1. QUANTO AO GRUPO DE PLANTAS	35
5.2. QUANTO AO HABITAT	35
5.3. QUANTO AO HÁBITO DE CRESCIMENTO	36
5.4. QUANTO AO CICLO DE VIDA	38
5.5. TAXONÔMICA	39
CAPÍTULO 6 – CONVIVÊNCIA COM AS PLANTAS DANINHAS	49
6.1. INTERFERÊNCIA	49
6.2. GRAU DE INTERFERÊNCIA	58
CAPÍTULO 7 – MANEJO	63
7.1. CONTROLE CULTURAL	63
7.2. CONTROLE MECÂNICO	65
7.3. CONTROLE FÍSICO	66
7.4. CONTROLE BIOLÓGICO	68
7.5. CONTROLE QUÍMICO	70
7.6. PREVENÇÃO	77
7.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE MANEJO INTEGRADO	78
BIBLIOGRAFIA	81

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

“Propôs-lhes outra parábola, dizendo: O reino dos céus é semelhante ao homem que semeia a boa semente no seu campo; Mas, dormindo os homens, veio o seu inimigo, e semeou joio no meio do trigo, e retirou-se. E, quando a erva cresceu e frutificou, apareceu também o joio. E os servos do pai de família, indo ter com ele, disseram-lhe: Senhor, não semeaste tu, no teu campo, boa semente? Por que tem, então, joio? E ele lhes disse: Um inimigo é quem fez isso. E os servos lhe disseram: Queres pois que vamos arrancá-lo? Ele, porém, lhes disse: Não; para que, ao colher o joio, não arranqueis também o trigo com ele. Deixai crescer ambos juntos até à ceifa; e, por ocasião da ceifa, direi aos ceifeiros: Colhei primeiro o joio, e atai-o em molhos para o queimar; mas, o trigo, ajuntai-o no meu celeiro”.

Mateus 13:24-30

A citação acima é uma passagem Bíblica que se refere a plantas daninhas, dentre tantas outras que se pode encontrar em muitos livros antigos. Assim, pode-se notar que as plantas daninhas acompanham o ser humano há tempos, embora não fossem conhecidas por tal denominação. Na verdade, as plantas daninhas acompanham o ser humano desde sua aparição na Terra, tendo sua origem muito antes do ser humano (ver origem ecológica das plantas daninhas no capítulo 3). Mas, afinal, o que é uma planta daninha?

1.1. PLANTA DANINHA

Muitos autores têm conceituado plantas daninhas ao longo dos anos. Alguns autores conceituam as plantas daninhas como sendo, simplesmente, “...qualquer planta que cresce onde não é desejada” (Blatchley, 1912; Georgia, 1916; Shaw, 1956; Klingman, 1961; Salisbury, 1961; Buchholtz, 1967) ou “...qualquer planta ou vegetação que interfere nos objetivos do ser humano” (EWRS, 1986). Outros autores conceituam, ecologicamente, plantas daninhas como sendo “...plantas pioneiras de sucessão secundária, das quais campos agrícolas são um caso especial” (Bunting, 1960) ou “...espécies oportunistas (espontâneas) que ocorrem em ambientes com distúrbio

humano” (Pritchard, 1960). Há, ainda, conceitos como “...planta sem valor econômico ou que compete, com o homem, pelo solo” (Cruz, 1979); “...plantas cujas vantagens ainda não foram descobertas” e “...plantas que interferem nos objetivos do homem em determinada situação” (Fischer, 1973). Segundo Silva et al. (2007), na verdade, em um conceito mais amplo, uma planta só pode ser considerada daninha se estiver, direta ou indiretamente, prejudicando determinada atividade humana. Portanto, pode-se notar que qualquer planta, de qualquer espécie, pode ser considerada planta daninha se estiver ocorrendo em um local de atividade humana e se estiver afetando de maneira negativa, em algum momento ou durante todo o tempo, essa atividade.

No decorrer desta publicação, o conceito utilizado para definir planta daninha será: *qualquer planta que cresça espontaneamente em um local de atividade humana e cause prejuízos a essa atividade*.

De acordo com os conceitos apresentados acima, plantas cultivadas podem ser considerada plantas daninhas se estiverem crescendo, espontaneamente, em meio a outra cultura de interesse (planta voluntária ou planta guaxa), sendo denominada de planta daninha comum (Silva et al., 2007). Uma planta que cresce espontaneamente em meio a uma cultura de interesse e que apresenta características especiais (ver características de agressividade no capítulo 3) que permitam sua sobrevivência no ambiente é denominada de planta daninha verdadeira (Silva et al., 2007).

1.2. A CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

A Ciência que estuda as plantas daninhas ainda não tem nome definido. Alguns autores e a Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas a denominam Ciência das Plantas Daninhas. Outros autores a denominam Herbologia, o qual não seria um conceito totalmente apropriado devido ao termo *herbo* referir-se à erva (do hábito herbáceo – ver descrição do hábito de crescimento no capítulo 4) e ao fato de que nem toda planta daninha apresenta hábito herbáceo. Outros a denominam Matologia, ou seja, estudo do mato, termo o qual será utilizado nesta publicação.

A Matologia é uma ciência multidisciplinar, integrando muitas áreas do conhecimento, desde ciências básicas até ciências específicas de formação. O estudo das plantas daninhas engloba

conhecimentos de: Biologia, Botânica e Ecologia, envolvidos no manejo biológico, adaptação das espécies, relação planta cultivada x planta daninha, dinâmica de populações de plantas daninhas etc; Fisiologia Vegetal e Climatologia, envolvidos em estudos de comportamento e adaptação em diferentes ambientes (juntamente com Biologia e Ecologia), resposta à aplicação de herbicidas, crescimento e desenvolvimento etc; Mecanização Agrícola, envolvido no controle de plantas daninhas, eficiência da tecnologia de aplicação de herbicidas etc; Ciência do Solo, Física do Solo e Química do Solo, envolvidos nas interações herbicida x ambiente, disponibilidade de nutrientes e água, adaptações edáficas etc; Química e Bioquímica, aliada a outras ciências, no estudo de fisiologia de herbicidas, dinâmica ambiental de herbicidas etc; Toxicologia, Sociologia, Legislação, envolvidos nos estudos de herbicidas, certificação e venda de produtos etc; Matemática e Estatística, envolvido na modelagem e análise experimental; Fitotecnia, Entomologia, Fitopatologia, Nematologia, Acarologia, Virologia, Genética e Biotecnologia, envolvidos no melhoramento vegetal, transgenia, controle biológico etc.

1.3. OUTRAS DEFINIÇÕES IMPORTANTES

Há vários termos utilizados na literatura para descrever plantas daninhas. Alguns deles estão corretos, outros não. Alguns podem ser utilizados, mas, dependendo da circunstância, pode estar errado ou mal empregado; outros termos são amplamente aceitos, mas nem sempre expressam corretamente a definição de planta daninha.

É muito comum encontrar descrito o termo erva daninha. Este termo, assim como comentado para o termo Herbologia, não está apropriado, pois nem toda planta daninha é herbácea, embora a maioria seja. Algumas plantas daninhas são arbustivas ou arbóreas, ocorrendo, neste caso, o uso indevido do termo erva daninha.

Outro termo comum é planta invasora. Na verdade, uma planta invasora (ver o detalhamento do conceito de planta invasora no capítulo 3) pode ser uma planta daninha, desde que esteja invadindo uma área de interesse humano e que já esteja causando algum tipo de transtorno. Porém, uma planta invasora presente em um ambiente sem interesse humano não é uma planta daninha (ver a definição de planta daninha no item 1.1), mesmo causando transtornos ao ambiente.

Planta infestante (ver o detalhamento do conceito de planta infestante no capítulo 3) é outro termo utilizado, muitas vezes como sinônimo de planta daninha. Na verdade, uma planta infestante, quando presente em um ambiente com atividade humana, provavelmente, será uma planta daninha (especificamente, uma planta daninha verdadeira – ver conceito no item 1.1).

Planta espontânea é outro termo utilizado para definir planta daninha. Na verdade, toda planta daninha é espontânea, mas nem toda planta espontânea será uma planta daninha. Planta espontânea é aquela que germina e emerge espontaneamente, mas não quer dizer que, com certeza, irá prejudicar uma atividade humana. A planta daninha, obrigatoriamente, prejudica a atividade humana.

Neste sentido, o termo correto a ser utilizado para aquelas plantas que crescem espontaneamente em áreas de atividade humana e que causam prejuízos a essa atividade é planta daninha.

CAPÍTULO 2 – IMPORTÂNCIA

As plantas daninhas apresentam tanto importância econômica quanto social, pois afetam atividades de produção, causando perdas econômicas com reflexos sociais. Pensando em termos conceituais, plantas daninhas causariam apenas impactos negativos sobre as atividades humanas. Porém, alguns autores consideram que há aspectos positivos de plantas daninhas para o ser humano e/ou ambiente (neste caso, não deveria ser chamada de planta daninha, na visão do autor, mas ainda não há um conceito descrito para esses casos). Para algumas plantas daninhas, foi descoberto algum tipo de uso pelo ser humano (medicinal, alimentício etc.), sendo que essas plantas ocorrem como daninhas ou podem ser cultivadas ou usadas em algum tipo de extrativismo. Com base em um pensamento ecológico e de sustentabilidade, pode-se atribuir, ainda, aspectos positivos conservacionistas da presença de plantas daninhas no ambiente.

2.1. ASPECTOS NEGATIVOS

De maneira geral, planta daninha causa impacto negativo em alguma atividade humana, seja ela agrícola, florestal, pecuária, ornamental, náutica, produção de energia etc. Os principais impactos negativos causados por plantas daninhas estão descritos a seguir.

2.1.1. Redução da produtividade e do valor da terra

A presença de plantas daninhas em áreas cultivadas resulta em redução da produtividade devido à interferência (ver o conceito de interferência no capítulo 6) causada pelas plantas daninhas. As perdas variam conforme a espécie e podem, inclusive, inviabilizar a colheita. Nesse sentido, dependendo da espécie e da densidade de indivíduos na área, o valor potencial da terra pode ser reduzido.

Em áreas agrícolas, espécies de difícil controle, como tiririca (*Cyperus* spp.), grama-seda (*Cynodon dactylon*) etc., podem reduzir o valor da terra. Em áreas de pecuária, a presença de plantas tóxicas, como guanxuma (*Sida* spp.), mio-mio (*Baccharis coridifolia*), maria-mole (*Senecio brasiliensis*) etc., também podem reduzir o valor da terra. Em

áreas de prática de esportes náuticos e criação de peixes, a presença de altas densidades de plantas aquáticas, como aguapé (*Eichornia crassipes*), entre outras, também pode causar o mesmo problema.

2.1.2. Perda da qualidade do produto agrícola

A presença de restos vegetais de plantas daninhas, por ocasião da colheita, além das impurezas, pode resultar em aumento no teor de água do produto, favorecendo a ocorrência de podridão. Além disso, há a questão de contaminação de lotes de sementes. Um exemplo é a presença de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) em lotes de sementes de arroz, entre outros, sendo que existe Legislação específica (Decreto 24.114 de 12/04/1934) para controlar a qualidade do lote de sementes no Brasil.

Em áreas de produção de algodão e criação de ovelhas para lã, a presença de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) e picão-preto (*Bidens* spp.) pode causar problemas na produção e no beneficiamento do algodão e da lã, depreciando a qualidade do produto.

2.1.3. Disseminação de pragas e doenças

As plantas daninhas são potenciais hospedeiras de pragas, doenças, nematoides, ácaros, bactérias e vírus, sendo, portanto, fonte de inóculo desses organismos em culturas de interesse comercial.

As guanxumas (*Sida* spp.) são hospedeiras de pulgões (*Aphis* spp.) e da mosca-branca (*Bemisia tabaci*), vetores do mosaico-dourado em culturas como feijão, soja, algodão e outras. O leiteiro ou amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) é atacado pelo vírus mosaico-anão; as guanxumas (*Sida* spp.) são atacadas pelo vírus mosaico-crespo, doenças transmitidas pela mosca-branca. O capim-massambará (*Sorghum halepense*) hospeda o vírus-do-mosaico da cana-de-açúcar. O capim-marmelada ou papuã (*Urochloa plantaginea*) hospeda a bactéria da estria-vermelha da cana-de-açúcar.

Outro problema potencial refere-se aos nematoides. Muitas plantas daninhas hospedam nematoides, como: carurus (*Amaranthus* spp.) que hospedam *Pratylenchus brachiurus* e *Meloidogyne incognita*; tiriirica (*Cyperus rotundus*) que hospeda *Meloidogyne incognita*,

Meloidogyne javanica, *Pratylenchus brachiurus* e *Pratylenchus zaeae*; capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) que hospeda *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus zaeae* e *Pratylenchus coffea*; leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) que hospeda *Meloidogyne incognita* e *Pratylenchus coffea*; entre outras.

2.1.4. Maior dificuldade e custo do manejo agrícola

Logicamente, uma lavoura com alta presença de plantas daninhas é mais difícil de ser manejada que outras com poucas plantas daninhas. Além disso, o custo de controle das plantas daninhas acarreta aumento no custo de produção da área. Em lavouras convencionais, há necessidade de preparo do solo mais intenso e cultivos adicionais. Em plantio direto, o uso de herbicidas pode ser maior. A presença de plantas daninhas, por ocasião da colheita, pode trazer transtornos operacionais, retardando o processo de colheita e, por consequência, aumentando as perdas e o custo de produção.

2.1.5. Problemas com manejo e perda de água

Plantas daninhas aquáticas causam prejuízos a canais de irrigação, represas de hidroelétricas, lagos de produção de peixes etc. A perda de água e o consumo de oxigênio são elevados na presença de aguapé (*Eichornia crassipes*), devido à alta evapotranspiração, podendo levar à morte de peixes, diminuição da quantidade de água dos reservatórios etc. Plantas aquáticas submersas, de difícil controle, podem causar muitos danos a hidroelétricas, pois podem entupir grades e danificar turbinas, reduzindo a produção e o fornecimento de energia. Outra espécie importante é a taboa (*Typha angustifolia*), entre outras, cuja presença em lagos e represas limita as dimensões do espelho d'água, causando problemas no uso da água.

2.1.6. Danos à vida e à saúde do ser humano

Nas atividades agrícolas, plantas com espinhos (*Solanum viarum*, *Acacia plumosa*, etc.) ou com diásporos dotados de estruturas pontiagudas (*Cenchrus echinatus*, *Bidens pilosa* etc.), plantas tóxicas ou irritantes (*Conium maculatum*, *Ricinus communis*, *Mucuna pruriens*,

etc.), entre outras, podem trazer transtornos na colheita manual e outras atividades de manejo agrícola. Além disso, em meio às plantas daninhas podem ficar alojados animais peçonhentos, expondo o ser humano a perigos quando estiver exercendo alguma atividade de manejo.

2.1.7. Danos a outras áreas de atividade humana

A presença de plantas daninhas em outras áreas de interesse humano, não-agrícolas, também se constitui em sério problema, sendo que muitos dos aspectos negativos já discutidos podem ocorrer em áreas como jardins, parques, campos de futebol, terrenos-baldios, beira de rodovias e ferrovias, gramados e outras áreas urbanas etc.

2.2. ASPECTOS POSITIVOS

A presença de plantas daninhas como cobertura vegetal traz efeitos benéficos ao solo, podendo melhorar a estruturação do solo, manter a umidade e evitar a perda de água por evaporação, diminuir o potencial de escoamento superficial (reduzindo a erosão) etc. Além disso, as plantas daninhas podem hospedar inimigos naturais de alguma praga ou patógeno da cultura de interesse, favorecendo o controle biológico natural.

Outra maneira de se utilizar de algum benefício da presença de plantas daninhas pode ser através do seu uso em ornamentação (cordas-de-viola – *Ipomoea* spp. e *Merremia* spp. são usadas como trepadeiras) ou na farmacologia. Muitas plantas daninhas apresentam propriedades medicinais, como flor-das-almas (*Senecio brasiliensis*), mamona (*Ricinus communis*), melão-de-são-caetano (*Momocardia charantia*), mentruz (*Lepidium virginicum*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), entre muitas outras.

Algumas plantas daninhas são usadas, ainda, na alimentação humana e/ou animal. É o caso de carurus (*Amaranthus* spp.), jitrana (*Merremia* spp.), trevos (*Trifolium* spp.), azevém (*Lolium multiflorum*) etc. No caso do caruru, há, inclusive, plantações para colheita de grãos, sendo, portanto, nesse caso, uma planta cultivada.

CAPÍTULO 3 – ECOLOGIA

3.1. ORIGEM E EVOLUÇÃO

3.1.1. Visão antropogênica da origem

O conceito de planta daninha está intrinsecamente ligado ao ser humano (ver os conceitos no capítulo 1), por isso a origem das plantas daninhas remete ao surgimento do ser humano na Terra. Nos primórdios da humanidade, o ser humano vivia em cavernas e/ou nas florestas, com atividades de extrativismo animal e vegetal, e, por medida de segurança e acomodação, manejava a vegetação ao redor do local em que se estabelecia. Isso ficou mais evidente quando o ser humano passou a estabelecer-se em sociedades nômades e extrativistas. Em cada local que se estabelecia, alterava a vegetação e consumia todos os recursos vegetais e animais em sua volta e, em seguida, mudava-se para outra área e fazia o mesmo. Nessa época, embora o conceito de planta daninha não existisse, essas alterações ou intervenções humanas sobre a flora do local onde viviam caracteriza um manejo de plantas que interfere em uma atividade humana, por isso fica evidente que essas plantas causavam prejuízos ao ser humano, podendo ser consideradas como plantas daninhas.

A partir do momento em que o ser humano começou a perder o hábito nômade, ou seja, quando começou a perceber que poderia cultivar vegetais e criar animais, passou a se estabelecer e permanecer em locais por longos períodos. Portanto, com o advento da agricultura, o ser humano perdeu o hábito nômade e passou a cultivar a terra para subsistência. Nessa época, dois fatos importantes ocorreram. O ser humano passou a selecionar plantas que podia comer e plantar, tendo início a domesticação de algumas espécies cultivadas que conhecemos hoje, como o teosinto, ancestral do milho (*Zea mays*), por exemplo. Outro fato é que, à medida que a terra era lavrada, com o tempo, surgiam plantas que cresciam espontaneamente e que deviam ser controladas para não afetar os cultivos. Essas eram plantas daninhas. Nessa época, ainda não existia o conceito de planta daninha, mas é o momento mais explorado pelos autores como a época de origem das plantas daninhas.

3.1.2. Visão ecológica da origem

Ecologicamente, as plantas hoje consideradas plantas daninhas tiveram origem anterior ao ser humano e evoluíram desde os primórdios da Terra. Além disso, plantas daninhas são plantas pioneiras de sucessão secundária. Pioneiras, pois são as primeiras plantas a colonizar áreas de sucessão secundária, ou seja, locais onde ocorreu algum distúrbio ambiental que eliminou previamente a vegetação existente. Assim, pode-se entender que as plantas pioneiras são espécies especialistas em colonizar áreas onde a vegetação foi eliminada.

Para entender melhor, vamos pensar como ocorre a sucessão ecológica de uma floresta em que aconteceu um distúrbio ambiental que eliminou algumas árvores. Após certo distúrbio ambiental (fogo, inundação, vento, deglaciação etc.), uma floresta clímax tem uma parte das árvores eliminada, originando uma enorme clareira. Nesta clareira, a vegetação foi eliminada, expondo o solo, ou seja, deixando o solo nu, desprovido de cobertura vegetal. Nessa condição, plantas secundárias (intermediárias) e plantas clímax não conseguem se estabelecer, pois dependem de condições pré-estabelecidas pelas comunidades vegetais anteriores. Como as plantas pioneiras são especialistas em colonizar essas áreas, em função de características que serão discutidas no item subsequente, serão, então, as primeiras plantas a colonizar o solo.

As clareiras são ambientes com condições semelhantes às terras cultivadas pelo ser humano primitivo, e áreas de cultivo convencional que temos ainda hoje, ou seja, desprovidas de cobertura vegetal, devido ao distúrbio causado no solo, e com grande quantidade de recursos, por serem áreas de florestas (ou, no caso de hoje, devido ao uso de fertilizantes e irrigação). Esse ambiente é propício para colonização de plantas pioneiras com estratégia adaptativa ruderal. Mas o que é estratégia adaptativa ruderal ou o que são plantas ruderais?

Grime (1979) propôs uma teoria, que ficou conhecida como Teoria de Grime, para descrever a evolução de comunidades vegetais, que pode ser extrapolada para comunidades de plantas daninhas. O autor descreve a sucessão vegetal em função de dois fatores: estresse e distúrbio. Estresse são fatores relacionados à limitação de recursos ambientais (como luz, água e nutrientes) que inibem o crescimento e

desenvolvimento vegetal. Distúrbio são fatores que destroem a cobertura vegetal do solo, como inundações, queimadas, derrubada de árvores, capinas, revolvimento do solo etc. Em função da intensidade desses dois fatores, Grime (1979) propôs três estratégias de adaptação ecológica das plantas. Em locais com alto distúrbio e baixo estresse, ou seja, locais com eliminação da vegetação e com muitos recursos (áreas de cultivo convencional, por exemplo), desenvolvem-se plantas com estratégia adaptativa Ruderal. Na medida em que essas plantas ocupam a área e formam a cobertura vegetal, diminui gradativamente, a intensidade do distúrbio, mas ainda mantém alta a quantidade de recursos (por não serem muito competitivas, individualmente), ou seja, o estresse permanece baixo; nesses locais desenvolvem-se plantas com estratégia adaptativa Competidora. Depois de estabelecidas as plantas competidoras, a quantidade de recursos passa a ser reduzida, pois essas plantas consomem muitos recursos para seu crescimento, aumentando o estresse enquanto o distúrbio permanece baixo; nesses locais desenvolvem-se plantas com estratégia adaptativa Tolerante ao Estresse. Uma quarta situação pode ocorrer, segundo essa Teoria, quando as intensidades de estresse e distúrbio são altas, sendo que, nesse caso, segundo Grime (1979), plantas superiores não são capazes de colonizar áreas com essas características.

Plantas de cada uma dessas estratégias adaptativas apresentam características especiais que diferem uma das outras.

Plantas ruderais apresentam crescimento vegetativo rápido, produção rápida de sementes e/ou propágulos com diversificados mecanismos de dormência, sendo altamente prolíficas e, portanto, priorizam a reprodução e a formação de banco de disseminulos (ver conceito de banco de disseminulos no capítulo 4) como base para a proliferação da espécie. Plantas ruderais são típicas de áreas de olericultura e de cultivo convencional.

Plantas competidoras maximizam a alocação de recursos no crescimento vegetativo em detrimento da reprodução, priorizando o desenvolvimento do dossel e exploração do solo para ocupar, eficientemente, os recursos e permitir o estabelecimento consistente. Plantas competidoras são características de áreas de plantio direto.

Plantas tolerantes ao estresse apresentam crescimento mais lento em relação às demais e se caracterizam por apresentar alta plasticidade fenotípica (facilidade de adaptação a diversas condições) e

adaptações especiais para superar as limitações referentes ao seu crescimento, impostas pelo meio. Plantas tolerantes ao estresse são características de áreas de florestamento, principalmente após o segundo ano de implantação.

É importante ressaltar que a intensidade desses fatores pode ser variável, não somente alta ou baixa, pode ser intermediária, intermediária-baixa, intermediária-alta etc. Com isso, existem plantas com características ruderais e competidoras, competidoras e tolerantes ao estresse, ruderais e tolerantes ao estresse ou mesmo com as três estratégias, ruderais, competidoras e tolerantes ao estresse, apresentando, assim, características de ambas as estratégias.

Além disso, é importante ressaltar que a maioria das plantas daninhas apresentam características ruderais, principalmente em áreas de uso intensivo do solo. Deve-se lembrar, também, que plantas ruderais apresentam, basicamente, hábito herbáceo; enquanto plantas competidoras e plantas tolerantes ao estresse podem ter hábito herbáceo, arbustivo ou arbóreo.

Conhecendo as estratégias adaptativas e a sucessão de espécies vegetais, podemos avançar na origem ecológica das plantas daninhas atuais. Atribuí-se à última grande deglaciação ou desglaciação, ou seja, degelo global após o congelamento global, que ocorreu no Pleistoceno (época do período Quaternário da Era Cenozoica) há, aproximadamente, 11 a 14 mil anos, a época de origem das plantas daninhas atuais. Após a deglaciação, as áreas ficaram desprovidas de vegetação, começando a ser colonizadas, em geral, primeiramente, pelas plantas ruderais, seguindo pelas competidoras e, posteriormente, pelas tolerantes ao estresse. Após se estabelecer a comunidade pioneira, seguiu-se a secundária e, por fim, a comunidade clímax, regenerando totalmente a vegetação da Terra. Também foi no Pleistoceno que o ser humano evoluiu em sua forma atual e, principalmente, com o advento da agricultura, exerceu influência direta na evolução das plantas daninhas, como será descrito no item subsequente.

3.1.3. Evolução das plantas daninhas

A evolução das plantas daninhas está intrinsecamente ligada ao ser humano, especificamente ao desenvolvimento das atividades

agrícolas. Com o advento da agricultura, o ser humano passava a dar condições ideais ao desenvolvimento das plantas cultivadas e controlava as plantas daninhas, exercendo, assim, forte pressão de seleção sobre elas. Plantas mais bem adaptadas ao cultivo do solo foram sendo selecionadas, principalmente aquelas com características ruderais, sendo essa a primeira maneira de seleção natural das espécies de ambiente agrícola. Além disso, devido à alta variabilidade genética, plantas com fluxo germinativo e ciclo de vida semelhantes aos das plantas cultivadas eram selecionadas, dispersavam seus disseminulos (sementes e propágulos) e, com isso, especializaram-se na colonização de agroecossistemas com alto distúrbio do solo. Outro fator de evolução importante para algumas plantas daninhas, atribuído ao ser humano, refere-se ao abandono de espécies previamente selecionadas ou não totalmente domesticadas pelo ser humano, ou seja, plantas selecionadas como cultivadas, mas que não obtiveram sucesso, por algum motivo. Caso, por exemplo, do capim-massarão (*Sorghum halepense*).

Além disso, um fator natural atribuído à evolução das plantas daninhas, governado pela variabilidade genética das populações, é a hibridação, dependente do fluxo gênico, ou seja, do cruzamento entre raças de plantas cultivadas e selvagens, que evoluíram para plantas daninhas muito problemáticas. Caso, por exemplo, da evolução do arroz-vermelho (*Oryza sativa*).

Com a evolução e o desenvolvimento da agricultura, as plantas daninhas foram sendo selecionadas e, a partir daí, a ideia de planta daninha passou a ser entendida pelo ser humano, embora o conceito ainda não existisse (ver a citação de uma passagem Bíblica no início do capítulo 1). A evolução dos implementos de cultivo do solo, preparo do solo e controle de plantas daninhas também permitiu a evolução das plantas daninhas, sempre pensando no fator de pressão de seleção. Nesse sentido, com advento do arado e outros implementos de cultivo do solo, sementes de algumas plantas daninhas eram enterradas devido à inversão do solo. Assim, plantas que germinavam e emergiam em grandes profundidades passaram a se adaptar a essas áreas.

Mais recentemente, com o advento do plantio direto, sem revolvimento do solo, observou-se uma mudança na flora de plantas daninhas. Essa mudança deveu-se à alteração na intensidade de estresse e distúrbio em comparação ao plantio convencional. Plantas

mais adaptadas ao ambiente com menor distúrbio (plantio direto) passaram a sobressair-se em relação àquelas adaptadas a ambientes de maior distúrbio (plantio convencional). Assim, plantas como caruru (*Amaranthus* spp.), milhã (*Digitaria* spp.), entre outras, perderam importância no plantio direto, ao passo que plantas como capim-amargoso (*Digitaria insularis*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), corda-de-violão (*Ipomoea* spp.), entre outras, passaram a ser mais importantes no plantio direto.

Nos últimos anos, o principal fator de seleção tem sido os herbicidas. A alta pressão de seleção exercida por esses produtos, aliada ao seu uso inadequado, tem ajudado na seleção de biótipos resistentes, tornando-se, talvez, o principal problema atual relacionado ao manejo de plantas daninhas.

3.2. AGRESSIVIDADE

Os fatores que tornam as plantas daninhas especialistas em colonizar agroecossistemas, principalmente áreas com alto distúrbio, referem-se às características de agressividade. Agressividade pode ser entendida como a capacidade da planta em se estabelecer e perpetuar em determinado local. A agressividade leva em consideração, portanto, aspectos relacionados à competição pela sobrevivência (reprodução e dispersão) e à capacidade de interferência (ver mais informações sobre interferência no capítulo 6) e adaptação da população ao ambiente. Portanto, uma planta considerada agressiva consegue estabelecer-se rapidamente na área, proliferar-se rapidamente e tornar-se uma espécie dominante na área.

As características de agressividade advêm da seleção das plantas pioneiras feita pelo ser humano ao longo dos anos, principalmente com a agricultura. Plantas pioneiras apresentam diversas características que as permitem sobreviver e perpetuar rapidamente, as quais, segundo Harper (1977), são:

- a) grande produção de sementes em larga faixa de condições ambientais;
- b) sementes com adaptações para dispersão a curtas e longas distâncias;
- c) sementes com diversificados e complexos mecanismos de dormência (ver o conceito de dormência no capítulo 4);

- d) sementes com grande longevidade;
- e) capacidade de germinação em diversos ambientes;
- f) produção contínua de sementes pelo maior tempo que as condições permitirem;
- g) desuniformidade da germinação, emergência, florescimento, frutificação, brotação de gemas em tubérculos, bulbos e rizomas;
- h) rápido crescimento vegetativo e florescimento;
- i) produção de estruturas reprodutivas alternativas (reprodução vegetativa);
- j) plantas autocompatíveis, mas não totalmente autógamas ou apomíticas (formação da semente sem fecundação);
- k) quando alógamas, agentes de polinização não-específicos e o vento;
- l) capacidade de utilização dos processos especiais de competição pela sobrevivência, como alelopatia, hábito trepador e outros;
- m) se perene, vigorosa reprodução vegetativa ou regeneração de fragmentos;
- n) se perene, fragilidade na região do colo, de modo a não poderem ser arrancadas totalmente do solo.

Segundo Baker (1974), uma planta que apresentar todas essas características é considerada uma planta daninha ideal. No entanto, as plantas daninhas não necessariamente apresentam todas essas características. Quanto mais dessas características uma planta apresentar, maior será seu grau de agressividade e, conseqüentemente, mais difícil será seu controle.

As principais características de agressividade são descritas a seguir, de acordo com Pitelli e Pitelli (2008).

Rápido desenvolvimento e crescimento inicial. A ocupação rápida e efetiva do solo é um atributo muito importante e inerente de, praticamente, todas as plantas daninhas. O rápido crescimento vegetativo e, conseqüente, passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo é uma característica extremamente importante para as plantas daninhas, permitindo, muitas vezes, que mais de uma geração ocorra por estação de crescimento. Além disso, muitas vezes, algumas plantas daninhas encurtam o ciclo, ou seja, produzem sementes em

curto tempo, quando submetidas a condições altamente estressantes (de falta de recursos), como, por exemplo, os carurus (*Amaranthus* spp.), as buvas (*Conyza* spp.), entre outras, o que garante o abastecimento do banco de disseminulos (ver o conceito no capítulo 4) com, ao menos, um pouco de sementes.

Grande capacidade de produção de diásporos (sementes dotadas de estruturas de dispersão). Por advirem das plantas pioneiras, as plantas daninhas, de maneira geral, são muito prolíficas. O grande número de diásporos produzidos pelas plantas daninhas contribui para a manutenção do banco de mesmo quando submetidas à grande pressão ambiental negativa, sempre permanecendo sementes viáveis no solo para garantir infestações futuras. Outra importância do grande número de sementes é a manutenção da variabilidade genética populacional e possibilidade de ocorrência de plantas tolerantes ou resistentes às pressões de seleção (natural ou humana) impostas no ambiente. A serralha (*Sonchus oleraceus*) pode produzir, em média, 400.000 sementes por planta; a buva (*Conyza* spp.), de 150.000 a 200.000 sementes por planta; o caruru (*Amaranthus* spp.), de 100.000 a 150.000 sementes por plantas, a maria-pretinha (*Solanum americanum*), cerca de 178.000 sementes por planta, sendo que muitas outras espécies produzem mais de 50.000 sementes por planta.

Grande longevidade dos disseminulos. A longevidade é muito variável em função da espécie e das condições ambientais, sendo mantida por meio de complexos e diversificados mecanismos de dormência (ver informações no capítulo 4). A longevidade é responsável pela viabilidade das sementes no solo e é garantia para infestações futuras da área. Estima-se que sementes de ançarinha-branca (*Chenopodium album*) tenham longevidade de até 1.700 anos e de lótus-da-Índia (*Nelumbo nucifera*), de 1.040 anos. Sementes de erva-de-bicho (*Polygonum* spp.) podem ficar viáveis no solo por 400 anos, enquanto de pastinho-de-inverno (*Poa annua*), 68 anos, e bolsa-do-campo (*Thlaspi arvense*), 30 anos. Muitas outras espécies, ainda, podem ter longevidade de muitos anos.

Capacidade de desenvolvimento de sementes viáveis a partir de estruturas florais em desenvolvimento. Expressa a capacidade de maturação de frutos e sementes após o desligamento da planta-mãe sem terem atingido, previamente, a maturação. Pode ocorrer em plantas como picão-preto (*Bidens pilosa*), espécies de serralha

(*Sonchus arvensis*) e maria-mole (*Senecio vulgaris*). O não conhecimento desta capacidade pode levar o agricultor a controlar plantas em estágio final de florescimento ou início de frutificação e ainda ter problemas com essas plantas.

Utilização de mecanismos alternativos de reprodução. Muitas plantas daninhas reproduzem-se assexuadamente, por meio de estruturas vegetativas (ver mais informações no capítulo 4). Além disso, muitas delas apresentam tanto reprodução sexuada quanto assexuada, tornando-as mais problemáticas e mais eficientes na colonização do solo. Plantas com essas características são o capim-massambará (*Sorghum halepense*), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), as tiriricas (*Cyperus* spp.), entre outras. A trapoeraba (*Commelina benghalensis*) apresenta dois tipos de estruturas seminíferas (sementes): uma é considerada aérea, produzida e desenvolvida na parte aérea (pequena e de fácil dispersão); e outra considerada subterrânea, sendo que após a polinização das flores, o pedúnculo floral é direcionado e enterrado no solo, onde se desenvolvem o fruto e as sementes (maior e de difícil dispersão).

Grande facilidade de dispersão de sementes e outras estruturas de reprodução. A dispersão é um dos principais fatores de agressividade das plantas daninhas. Os agentes de dispersão, em quase sua totalidade, não são específicos. As sementes, na grande maioria das vezes, são dotadas de estruturas de dispersão, além de serem muito pequenas e leves, o que facilita sua dispersão e disseminação (ver conceitos no capítulo 4).

Desuniformidade no processo germinativo. Excelente estratégia de sobrevivência para plantas que são submetidas a ações sistemáticas de controle. Caso todas as sementes germinassem conjuntamente, o controle seria rápido e o banco de disseminulos seria reduzido facilmente. A desuniformidade ocorre em função dos mecanismos de dormência (ver mais informações no capítulo 4) e da distribuição das sementes em diferentes profundidades do solo (ver item a seguir para exemplos), além da adaptação ecofisiológica das populações ao ambiente.

Capacidade de germinação e emergência de grandes profundidades. Essa característica é considerada de evolução recente, pois a pressão de seleção foi possível apenas com o advento do processo de trabalho mecânico do solo, como já descrito no processo

de evolução das plantas daninhas. É importante, pois permite que as sementes germinem em situações em que a superfície do solo está seca e as plantas cultivadas têm dificuldade de germinação. Além disso, há garantia de suprimento de umidade para as plantas daninhas, principalmente nas primeiras fases do desenvolvimento. Plantas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) podem germinar de profundidades de até 20 cm; plantas de aveia-selvagem (*Avena fatua*), de até 17,5 cm; plantas de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), de até 12 cm.

3.3. COLONIZAÇÃO DE NOVAS ÁREAS

Plantas que ocorrem em seu local de origem são denominadas de plantas autóctones. Plantas que ocorrem em outros locais, além do seu local de origem, são denominadas plantas alóctones. Para que uma planta torne-se alóctone deve passar por um processo de Introdução ou Invasão. O processo de Introdução ocorre por ação direta do homem, quando leva estruturas reprodutivas de uma região para outra, intencionalmente. O processo de Invasão ocorre naturalmente (inclusive o ser humano pode ser agente de dispersão involuntária – ver conceitos no capítulo 4). A colonização de novas áreas, por meio de Introdução ou Invasão, depende de fatores ambientais (filtros ambientais bióticos e/ou abióticos) e fatores específicos de cada espécie de planta (capacidade de adaptação). Assim, para que uma planta tenha sucesso na colonização de novas áreas deve superar as limitações ambientais bióticas e abióticas e conseguir se adaptar ao novo local.

O sucesso das plantas recém-introduzidas ou que acabam de serem dispersas em novas áreas depende de condições iguais ou melhores de clima e solo, falta ou menor competição com plantas do local e ausência ou poucos inimigos naturais. Além disso, a capacidade reprodutiva, o número inicial de indivíduos, a plasticidade fenotípica, a área que ocupam e o potencial de preservação da linha genética no tempo são fatores essenciais ao sucesso da colonização.

A primeira etapa do processo de colonização de novas áreas, segundo alguns autores, pode ser entendida como Imigração (Plantas Imigrantes). Nessa etapa, disseminulos das plantas são introduzidos ou são dispersos naturalmente (invadem) a área, porém não se sabe se estas plantas serão capazes superar os filtros ambientais e se

estabelecer na área. A segunda etapa é a Invasão (Plantas Invasoras), em que as primeiras gerações de plantas superam os filtros ambientais e conseguem se reproduzir. A terceira etapa é conhecida como Naturalização (Plantas Naturalizadas), em que a população da planta invasora se torna persistente por ter se adaptado ao ambiente, conseguir se reproduzir e não ter inimigos naturais eficientes no seu controle. A quarta etapa é a Infestação (Plantas Infestantes) da área, ou seja, a população já estabelecida se prolifera rápida e intensamente, se espalhando e colonizando toda a área. As plantas infestantes podem causar impactos ambientais e/ou econômicos, passando a ser chamadas de plantas daninhas.

Muitas vezes, não se distingue facilmente plantas imigrantes, invasoras e naturalizadas, de modo que são consideradas todas como plantas invasoras. Dessa maneira, acaba-se considerando apenas duas denominações, plantas invasoras e plantas infestantes. É importante destacar que tanto plantas invasoras quanto plantas infestantes, ou mesmo outras denominações, podem ser consideradas plantas daninhas caso estejam afetando negativamente alguma atividade humana (ver conceito de planta daninha no capítulo 1).

CAPÍTULO 4 – INFESTAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA NO SOLO

O presente capítulo trata dos processos de infestação e sobrevivência das populações nos solos. Por Infestação, nesta obra, entende-se o processo de rápida reprodução, produção intensa e disseminação facilitada das estruturas reprodutivas, armazenamento dos disseminulos viáveis no solo e germinação e estabelecimento das plantas na área, possibilitando sua rápida colonização. Esse processo é regulado pelos diversos e complexos mecanismos de dormência das plantas daninhas. Com isso, as plantas daninhas podem perpetuar-se intensamente e regular o fluxo de gerações ao longo do tempo, garantindo sua sobrevivência no solo e a possibilidade de reinfestações ou recolonizações futuras das áreas.

4.1. REPRODUÇÃO

As plantas daninhas, assim como qualquer planta, podem reproduzir-se por meio sexuado (reprodução sexuada ou seminífera) ou por meio assexuado (reprodução assexuada ou vegetativa). Para que ocorra a reprodução sexuada, há necessidade de polinização e fecundação do óvulo, o que não é necessário na reprodução assexuada. Além disso, é importante ressaltar que algumas plantas, daninhas ou não, podem apresentar os dois tipos de reprodução, sexuada e assexuada, na mesma planta.

4.1.1. Reprodução sexuada

A primeira etapa da reprodução sexuada é a polinização. Polinização é o processo de transferência de células reprodutivas masculinas, por meio dos grãos de pólen que estão localizados nas anteras, para o receptor feminino, denominado estigma.

Grande parte das plantas daninhas é autógama, ou seja, se autopolinizam, sendo, portanto, hermafroditas. A planta hermafrodita pode possuir flores masculinas e femininas ou mesmo flores com os dois aparelhos reprodutores na mesma planta. Mas não por isso plantas autógamas não necessitarão de agentes polinizadores para se reproduzirem. Além disso, parte das plantas daninhas é alógama,

necessitando, portanto, obrigatoriamente, de agentes polinizadores para se reproduzirem sexuadamente. Assim, a participação dos agentes polinizadores é essencial para a reprodução sexuada das plantas daninhas.

Para que a planta daninha tenha maior sucesso na colonização das áreas é importante que não possua agentes de polinização específicos e que seja facilmente polinizada pelo vento (ver características de agressividade no capítulo 3). Os principais agentes polinizadores de plantas daninhas, e o respectivo tipo de polinização, são: vento (Anemofilia), insetos diversos (Entomofilia), aves diversas (Ornitofilia), água (Hidrofilia), morcegos (Quiropterofilia), ser humano (Antropofilia), entre outros.

A etapa seguinte à polinização é a fecundação. Fecundação (ou fertilização) é o processo de fusão do gameta masculino (núcleo espermáticos), presente nos grãos de pólen, com o gameta feminino (oosfera), presente no interior do óvulo, originando, posteriormente, a semente, que é a unidade sexuada de reprodução das plantas. Além disso, do desenvolvimento do ovário surge o fruto (contendo, em seu interior, a semente), que, muitas vezes, é a unidade de dispersão das plantas sexuadas.

Muitas plantas daninhas reproduzem-se apenas por meio sexuada, como, por exemplo: azevém (*Lolium multiflorum*), buva (*Conyza* spp.), picão-preto (*Bidens* spp.), caruru (*Amaranthus* spp.), entre muitas outras.

4.1.2. Reprodução assexuada

Reprodução assexuada ocorre quando não há fusão de gametas masculinos com gametas femininos. As plantas que se originam da reprodução assexuada são clones do progenitor, apresentando, portanto, características genéticas idênticas à planta-mãe.

Os tipos de reprodução assexuada podem ser vários, destacando-se para plantas daninhas:

- a) *Apomixia* – produção de sementes sem fecundação dos óvulos;
- b) *Multiplicação vegetativa* – germinação de gemas e/ou enraizamento de estruturas de propagação (propágulos), como bulbos, tubérculos, rizomas e estolões;

- c) *Brotação* – algumas plantas daninhas podem, ainda, simplesmente brotar de gemas presentes nas raízes, nos caules e nas folhas;
- d) *Fragmentação* – algumas plantas daninhas podem, ainda, brotar de gemas presentes em estruturas fragmentadas, como raízes, caules e folhas. A diferença para a brotação (acima descrita) é que, neste caso, a estrutura é separada da planta-mãe, o que não ocorre na brotação.

Bulbo é uma estrutura subterrânea, de reserva e de reprodução vegetativa, formada por parte do caule e folhas modificadas. Plantas conhecidas com bulbos são a cebola e o alho (forma bulbilhos, sendo que o conjunto de bulbilhos forma o bulbo – bulbilhos podem ser aéreos). Plantas daninhas que apresentam bulbos são: trevo (*Oxalis* spp.), entre outras.

Tubérculo é um tipo de caule subterrâneo arredondado e, geralmente, curto, de reserva e de reprodução vegetativa. Uma planta conhecida com tubérculos é a batata-inglesa. Plantas daninhas que apresentam tubérculos são: tiririca (*Cyperus* spp.), falsa-tiririca (*Hypoxis decumbens*), entre outras.

Rizoma é um tipo de caule subterrâneo longo com função de reserva e de reprodução vegetativa. Apresenta aspecto de raiz bem grossa e rudimentar. Plantas daninhas que apresentam rizomas são: capim-amargoso (*Digitaria insularis*), tiririca (*Cyperus* spp.), grama-seda (*Cynodon dactylon*), entre outras.

Estolão (ou estolho) é um tipo de caule longo que cresce paralelamente ao solo (pode desenvolver-se a uma profundidade bem pequena), com função de reprodução vegetativa, basicamente. Apresenta aspecto de um perfilho, praticamente sem folhas, bem fino e delicado. Plantas daninhas que apresentam estolões são: grama-seda (*Cynodon dactylon*), grama-boiadeira (*Luziola peruviana*), capim-de-rhodes (*Chloris gayana*), entre outras.

4.1.3. Plantas daninhas com reprodução sexuada e assexuada

Muitas plantas daninhas com reprodução vegetativa apresentam, ainda, reprodução seminífera. Plantas com essa característica, normalmente, são perenes, com alto potencial infestante

e de difícil controle. Como exemplos de plantas daninhas com reprodução tanto sexuada quanto assexuada destacam-se: tiririca (*Cyperus* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), sagitária (*Sagittaria* spp.), trapoeraba (*Commelina* spp.), capim-de-roches (*Chloris gayana*), capim-dos-pampas (*Cortaderia selloana*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), entre muitas outras.

4.2. DISSEMINAÇÃO

Embora muitos autores considerem dispersão e disseminação como sinônimos, entender-se-á, nesta obra, dispersão como sendo o espalhamento das estruturas reprodutivas seminíferas, ou seja, sexuadas; disseminação, por sua vez, considerar-se-á como sendo o espalhamento de disseminulos, ou seja, tanto de estruturas reprodutivas sexuadas (sementes, diásporos, ou mesmo o próprio fruto) quanto estruturas vegetativas, ou seja, os propágulos (bulbos, rizomas, estolões e tubérculos).

A dispersão das plantas daninhas pode ser realizada por meios inerentes ou próprios à planta-mãe (Autocoria) ou por agentes de dispersão, ou seja, meios não-inerentes à planta-mãe (Alocoria). No caso, a autocoria, basicamente, deve ser considerada como dispersão, pois a própria planta-mãe não possui meios próprios de espalhamento das estruturas vegetativas. Portanto, quando se referir a espalhamento de estruturas vegetativas deve pensar em espalhamento por ação de agentes de dispersão, caracterizando a alocoria.

É importante ressaltar que a autocoria é bem limitada quanto à colonização eficiente de áreas extensas, pois é pouco abrangente em área, ou seja, a planta-mãe não consegue lançar suas estruturas de reprodução sexuada a distâncias maiores que o limite de sua copa, com raras exceções para plantas que apresentam frutos deiscentes com propulsão mecânica (deiscência explosiva). O leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) é um exemplo de planta daninha com propulsão mecânica, podendo lançar suas sementes de 2 a 5 metros de distância da planta-mãe.

Vários são os agentes de dispersão de estruturas de reprodução sexuada de plantas daninhas, destacando-se:

- a) *Vento (Anemocoria)* – importante para diásporos dotados de pelos (*Emilia sonchifolia* – falsa-serralha, *Sonchus oleraceus* –

- serralha, *Conyza* spp. – buva, entre outras), e sementes ou diásporos pequenos e leves (*Amaranthus* spp. – caruru, *Portulaca oleracea* – beldroega, entre outras). Também importante para diásporos dotados de alas (alados), não muito comum para plantas daninhas;
- b) *Água (Hidrocoria)* – importante para estruturas reprodutivas secas e leves e/ou menos densas que a água, sendo comum para muitas espécies;
- c) *Animais (Zoocoria)* – importante para muitas espécies, sendo que para participação do ser humano há uma designação especial de Antropocoria. A Zoocoria é dividida em duas: Epizoocoria (quando a estrutura reprodutiva é carregada externamente ao corpo do animal) e Endozoocoria (quando a estrutura reprodutiva é carregada internamente ao corpo do animal). A Epizoocoria é importante para plantas cujos diásporos são dotados de estruturas de dispersão que aderem ao animal (*Bidens* spp. – picão-preto, *Cenchrus echinatus* – capim-carrapicho, carrapicho-de-carneiro – *Acanthospermum hispidum*, entre outras). A Endozoocoria é importante para frutos carnosos e coloridos (*Momocardia charantia* – melão-de-são-caetano) e plantas usadas em pastejo (*Paspalum notatum* – grama-batatais, etc.). Quando ocorre ação humana, é importante lembrar que a disseminação pode ser voluntária ou involuntária, remetendo à introdução (no caso de voluntária) ou invasão (no caso de involuntária) de novas áreas (ver os conceitos no capítulo 3).

4.3. BANCO DE DISSEMÍNULOS

Banco de dissemínulos, denominado nesta obra, refere-se a banco de sementes descrito em outras obras. Banco de sementes é conceituado como o “montante de sementes e outras estruturas de propagação presentes no solo ou em restos vegetais” (Carmona, 1992). De acordo com o conceito, o banco de sementes engloba sementes e outras estruturas de reprodução vegetativa. Assim, como o termo usado para definir o conjunto de estruturas de reprodução sexuada (sementes, diásporos ou o próprio fruto) e de estruturas de reprodução assexuada (bulbos, tubérculos, rizomas e estolões) é dissemínulo, julga-se mais

adequado para descrever o montante de estruturas de reprodução de plantas presentes no solo ou nos restos vegetais como banco de disseminulos.

Há dois tipos de banco de disseminulos:

- a) *Transitório* – constituído por disseminulos viáveis por menos de um ano;
- b) *Persistente* – constituído por disseminulos que não germinam no primeiro ano e que permanecem viáveis por mais de um ano. Nesse tipo de banco, os disseminulos (principalmente as sementes) apresentam diversos e complexos mecanismos de dormência ou estão enterrados a profundidades que limitam a obtenção de oxigênio e luz, recursos requeridos para germinação (maiores esclarecimentos no item subsequente), sendo a principal fonte de ocupação/colonização futura da área pelas plantas daninhas.

4.3.1. Densidade e composição

A composição e a densidade do banco de disseminulos são variáveis em função das condições edafo-climáticas e de manejo do solo e da vegetação emergente. Por exemplo, espécies mais adaptadas a climas temperados serão mais numerosas em regiões temperadas, espécies mais adaptadas a solos férteis serão mais numerosas em locais de uso contínuo e em grande quantidade de adubos etc. Além disso, o manejo que se emprega na área também é importante, em função da adaptação de certas espécies a determinada pressão de seleção (manejo, nesse caso). Por exemplo, sementes com mais reserva possibilitam a germinação a maiores profundidades, sendo que o revolvimento do solo não é um impedimento para sua germinação e emergência; nesse mesmo caso, a presença de palha sobre o solo (no caso do plantio direto) não seria um impedimento tão grande para sementes com essa característica do que para sementes com pouca reserva.

No entanto, de maneira geral, o banco de disseminulos apresenta características semelhantes em todos os ambientes. Cerca de 70 a 90% dos disseminulos do banco são compostos por uma parcela muito pequena de espécies que dominam a área. Essas espécies são extremamente agressivas e adaptadas às condições

edafo-climáticas, além de tolerar o manejo aplicado à área. Outra parcela menor, cerca de 10 a 20% dos disseminulos do banco são compostos por espécies adaptadas às condições edafo-climáticas, mas que não toleram o manejo aplicado à área. Por fim, até 10% dos disseminulos do banco são compostos por espécies recém-introduzidas (podendo ser da própria cultura, em áreas agrícolas) e sementes inviáveis (podendo ser da culturas anteriores, em áreas agrícolas).

4.3.2. Dinâmica

A dinâmica do banco de disseminulos pode ser entendida como o balanço dos processos de entrada (chamados de processos de depósito) e saída (chamados de processos de retirada) de estruturas de reprodução do solo.

Processos de depósito são governados por: produção e disseminação de estruturas reprodutivas de espécies presentes na área (conhecido como chuva de sementes, embora, não necessariamente, sejam apenas sementes); disseminação de estruturas de reprodução de espécies presentes na área, porém vindos de outras áreas; disseminação de estruturas de reprodução de espécies não presentes na área, vindos, logicamente, de outras áreas.

Processos de retirada são governados por: predação e deterioração, processos que causam algum dano ao disseminulo e que inviabilizam sua germinação; morte fisiológica (ou senescência), processo que inviabiliza, naturalmente, os disseminulos por ação do tempo; e a germinação, propriamente, que elimina os disseminulos do solo, gerando um novo indivíduo.

O balanço entre os processos de entrada e saída é que determinam a densidade do banco de disseminulos. Caso os processos de entrada ocorram mais intensamente, a densidade do banco vai aumentar, sendo o contrário verdadeiro. Além disso, é importante lembrar que algumas características das plantas daninhas permitem que essas plantas apresentem tendência em, sempre, aumentar a densidade do banco, em função do seu tipo de estratégia de adaptação ecológica (ver os tipos de estratégia no capítulo 3). Portanto, sendo altamente prolíficas e com mecanismos diversos de dormência (ver item subsequente), a tendência é que o banco de disseminulos das plantas daninhas seja muito denso, devendo, portanto, serem bem

manejadas para que se consiga diminuí-lo e reduzir, assim, os problemas de interferência das plantas daninhas.

4.4. DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO

A dormência e germinação de sementes e propágulos de plantas daninhas são processos inteiramente ligados à dinâmica do banco de disseminulos, como visto anteriormente. Na verdade, são processos antagônicos, ou seja, a dormência está ligada à manutenção do disseminulo no banco, enquanto a germinação, à retirada do disseminulo no banco, permitindo que nova planta seja gerada e produza mais estruturas de reprodução.

4.4.1. Dormência

A dormência é um processo de não germinação da semente ou do propágulo mesmo que esse tenha condições ambientais ideais para sua germinação. Muitos autores destacam a importância em se separar os conceitos dormência e quiescência (que é a não germinação por falta de condições favoráveis), porém, na prática de plantas daninhas, essa separação fica inviável em função, justamente, da dificuldade de diferenciação prática dos conceitos e da complexidade de mecanismos de dormência que as plantas daninhas possuem; além de que as plantas daninhas são muito rústicas e com flexibilidade fenotípica muito alta, se adaptando facilmente, na maioria das vezes, a condições adversas de solo, clima, manejo etc. Assim, a limitação de recursos ambientais não é o impedimento principal para a germinação das plantas daninhas, mas sim a dormência.

A semente dormente (e alguns propágulos) apresenta alguma restrição interna ou sistêmica que impede sua germinação, sendo influenciada por fatores genéticos e ambientais que são requeridos para ativar o metabolismo do embrião e permitir a germinação. Dentre os principais mecanismos de dormência de sementes de plantas daninhas destaca-se:

- a) *Impermeabilidade do tegumento à água* – atribuído à dureza do tegumento, muito comum para sementes de diversas famílias de plantas daninhas, como Fabaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Solanaceae, entre outras. São exemplos de

- plantas daninhas com esse mecanismo de dormência: trevo-doce (*Melilotus alba*), trevo-vermelho (*Trifolium incarnatum*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), entre outras;
- b) *Impermeabilidade do tegumento ao oxigênio e/ou gás carbônico* – atribuído à presença de mucilagem e/ou consumo do oxigênio pelo embrião, muito comum em espécies da família Poaceae. São exemplos de plantas daninhas com esse mecanismo: braquiárias (*Urochloa decumbens*, *U. humidicola* e *U. brizantha*), aveia-silvestre (*Avena fatua*), entre outras;
 - c) *Resistência mecânica do tegumento ao crescimento e desenvolvimento do embrião* – atribuído à dureza e resistência do tegumento, muito comum em espécies de *Amaranthus*, *Lepidium* e *Brassica*. Caruru (*Amaranthus* spp.), grama-batatais (*Paspalum notatum*), entre outras, são exemplos de plantas com esse mecanismo;
 - d) *Imaturidade do embrião* – atribuído à maturidade incompleta do embrião, morfológica ou fisiológica, havendo a necessidade, após a dispersão, de um período de maturação, como é o caso de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*);
 - e) *Dormência fisiológica do embrião* – atribuída ao balanço hormonal ou à presença de inibidores internos. Giberelinas, ácido abscísico, citocininas e etileno são hormônios vegetais que influenciam na germinação. As giberelinas são estimuladores de germinação, assim como as citocininas e o etileno; o ácido abscísico, por sua vez, é um inibidor de germinação. O balanço entre esses hormônios pode conferir dormência ou estimular a germinação (ver item subsequente). Além disso, outros metabólitos secundários, como a cumarina e vários compostos fenólicos, podem influenciar o processo germinativo. Esse mecanismo é comum em espécies da família Poaceae, além de espécies de erva-de-bicho (*Polygonum* spp.), carurus (*Amaranthus* spp.), entre outras.

Muitas plantas daninhas apresentam mais de um mecanismo de dormência. Plantas de caruru (*Amaranthus* spp.), aveia-silvestre (*Avena fatua*), bolsa-de-pastor (*Capsella bursa-pastoris*), um tipo de mentruz (*Lepidium campestre*), entre outras, são exemplos de plantas daninhas com impermeabilidade do tegumento à água e a gases.

Carurus ainda apresentam resistência mecânica do tegumento e dormência fisiológica do embrião.

É importante ressaltar que todos esses mecanismos conferem dormência primária (dormência desenvolvida quando a semente está ligada à planta-mãe) às sementes. Algumas espécies podem apresentar dormência induzida por fatores ambientais, como luz (ver a descrição de sementes fotoblásticas no subitem subsequente) e temperatura, sendo consideradas como fatores de dormência secundária (semente não mais ligada à planta-mãe).

A dormência é importante para manter um montante de disseminulos viáveis no solo que serão fonte de infestações futuras e sobrevivência das populações. A principal função da dormência é permitir que as populações possam sobreviver a longos períodos de condições adversas ou que sejam disseminadas por tempo bastante longo, aumentando a área de distribuição geográfica da planta (Pitelli e Pitelli, 2008). Veja detalhes sobre longevidade no capítulo 3.

Conhecendo as causas ou mecanismos de dormência, como as plantas daninhas conseguem quebrar/superar a dormência e ficar aptas a germinar?

Os mecanismos de superação de dormência são vários e dependem do mecanismo de dormência que ocorre na semente. Os mecanismos de superação de dormência podem ser naturais ou mesmo induzidos pelo ser humano. Os mecanismos de superação de dormência mais comuns para plantas daninhas são:

- a) *Escarificação mecânica* – pode ser natural ou induzida e consiste em submeter as sementes contra superfícies abrasivas. Normalmente é induzida para sementes de plantas de interesse, mas pode ocorrer naturalmente para plantas daninhas, realizada por pássaros, roedores etc. Importante para sementes com impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento;
- b) *Escarificação ácida* - pode ser natural ou induzida e consiste em emergir as sementes em substâncias ácidas por determinado tempo. Normalmente é induzida para sementes de plantas de interesse, mas pode ocorrer naturalmente para plantas daninhas, realizada por pássaros, animais, ácidos presentes no solo etc. Importante para sementes com impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento, e para

- combinação de mecanismos de impermeabilidade do tegumento com embrião dormente;
- c) *Secagem* – pode ser natural ou induzida e consiste em submeter as sementes a condições de umidade muito baixa. Ocorre naturalmente para plantas de regiões áridas, sendo também induzida para plantas de interesse. Importante para manutenção de propágulos viáveis;
 - d) *Estratificação* – pode ser natural ou induzida e consiste na manutenção de sementes em ambiente aerado, com umidade e temperaturas baixas por determinado período de tempo (variável, dependendo das espécies). Normalmente é induzida para sementes de plantas de interesse, mas pode ocorrer naturalmente para plantas daninhas, principalmente de regiões temperadas e polares nas quais o inverno funciona como agente estratificador. Importante para sementes com embrião dormente e com combinação de impermeabilidade do tegumento e embrião dormente;
 - e) *Temperaturas alternadas* – pode ser natural ou induzida e consiste em submeter as sementes a condições alternadas de temperaturas baixas e altas. Importante para plantas daninhas e também pode ser induzida para sementes de plantas de interesse. Importante, principalmente, para sementes com embrião dormente;
 - f) *Exposição à luz ou escuro* – pode ser natural ou induzida e consiste em submeter as sementes a condições de luz ou escuro, ou mesmo a combinação dos dois. Importante para sementes fotoblásticas (ver item subsequente), associado, principalmente, para sementes com embrião dormente;
 - g) *Demais mecanismos com pouca importância para plantas daninhas* – escarificação térmica (tratamento com imersão em água entre 60 e 100 °C), lavagem em água corrente, emprego de produtos químicos hormonais ou não, pré-resfriamento etc.

4.4.2. Germinação

Superada a dormência, a semente está apta a germinar desde que haja condições ambientais adequadas, principalmente de temperatura e umidade do solo.

Toda semente é composta por uma estrutura de proteção (tegumento), uma estrutura de reserva (endosperma ou cotilédones) e o embrião. A germinação é entendida, nesta obra, como o conjunto de processos, fisiológicos e metabólicos, que se iniciam logo após a embebição da semente e culminam no rompimento do tegumento pelo caulículo (que se desenvolverá em caules/colmos e folhas) e/ou a radícula (que se desenvolverá em raízes). Portanto, a germinação não é um processo pontual que pode ser medido facilmente. No entanto, sabe-se que uma semente germinou quando o embrião cresceu e rompeu o tegumento.

Dessa maneira, o processo germinativo só se inicia após a embebição da semente, que é um processo basicamente físico, ou seja, não depende do metabolismo da semente. Após a embebição, as etapas (ou reações) sequenciais que ocorrem dentro da semente até a expressão final da germinação são:

- a) dissolução do ácido giberélico, contido na semente, pela água absorvida;
- b) ativação de genes do DNA nuclear;
- c) transcrição desses genes e de respectivos RNAm (mensageiro);
- d) tradução do RNA, culminando na síntese de amilases (proteínas enzimática);
- e) hidrólise dos tecidos de reserva (compostos basicamente por amido) catalizada pelas amilases, gerando açúcares;
- f) transporte dos açúcares até o embrião;
- g) ativação do metabolismo do embrião, sendo os açúcares usados como combustível e matéria-prima para o crescimento do embrião.
- h) rompimento do tegumento pelo caulículo e/ou pela radícula na medida em que ocorre o crescimento do embrião, finalizando o processo de germinação.

É importante ressaltar, ainda, que há diversas particularidades entre os processos germinativos quando se compara plantas monocotiledôneas e plantas eudicotiledôneas. Essas particularidades, de maneira geral, devem-se a diferenças morfológicas e fisiológicas que existem entre essas plantas, mas que não serão detalhadas nesta obra.

A luz é um importante fator que controla a germinação, assim como o balanço hormonal. Plantas que respondem à luz para germinar são conhecidas como fotoblásticas; quando germinam na presença de luz são denominadas fotoblásticas positivas; quando germinam na ausência de luz (no escuro), fotoblásticas negativas. Porém, quando não dependem da luz para germinação, ou seja, germinam tanto na presença quanto na ausência de luz, são denominadas de plantas não-fotoblásticas ou indiferentes.

Em plantas fotoblásticas, o processo germinativo é regulado pelo interconversão das formas dos fitocromos P660 (responsável pela manutenção da dormência) e P730 (responsável pelo estímulo à germinação). Quando as sementes são expostas à luz com irradiação vermelha (comprimento de onda em torno de 660 nm), a forma P660 é convertida em P730 e a germinação é estimulada; quando a semente é exposta à luz com irradiação vermelho-distante (comprimento de onda em torno de 730 nm) ou escuro, a forma P730 é convertida em P660 e a germinação é inibida. É importante ressaltar que descobertas recentes evidenciam que outros fatores estão associados à luz para explicar o fotoblastismo, porém não serão detalhados nesta obra (consultar livros de fisiologia vegetal para maiores informações).

Outro fator importante que controla a germinação é o balanço e interação hormonal e a presença de inibidores químicos. De maneira geral, quando há giberelinas, citocininas e inibidores, ocorre germinação, pois a citocinina cancela o efeito do inibidor. Quando não há giberelinas, não ocorre germinação, mantendo a semente dormente; exceto se também não houver nem citocininas nem inibidores, ocorrendo, então, a germinação. Quando há giberelinas pode haver germinação, dependendo da presença de citocininas e/ou inibidores; de modo que quando há giberelinas, sem a presença de inibidor, há germinação, independentemente da presença de citocininas.

CAPÍTULO 5 – CLASSIFICAÇÕES

As plantas daninhas podem ser classificadas de diversas maneiras. A classificação mais importante é a Taxonômica, em que as espécies são identificadas através de conhecimentos de Botânica e Sistemática Vegetal, além de Filogenética (no atual sistema APG). No entanto, há outras classificações que devem ser levadas em consideração e são importantes para entender as plantas daninhas e escolher as melhores estratégias para seu controle.

5.1. QUANTO AO GRUPO DE PLANTAS

Esta classificação surgiu com o desenvolvimento dos primeiros herbicidas orgânicos, separando as plantas daninhas em dois grandes grupos: as “folhas largas” (controladas por herbicidas latifolicidas) e as “folhas estreitas” (controladas por herbicidas graminicidas), em função da ação eficiente desses produtos sobre eudicotiledôneas e gramíneas, respectivamente (Schultz, 1968).

- a) *Folhas largas* – são plantas com limbo foliar largo e nervação penínérvea, incluindo as eudicotiledôneas;
- b) *Folhas estreitas* – são plantas com limbo foliar estreito e nervação paralelinérvea, incluindo as monocotiledôneas.

No entanto, esta classificação não é muito adequada, devido, principalmente, ao fato de que poucos herbicidas podem ser seletivos ou específicos dentro de níveis classificatórios do ponto de vista botânico (Brighenti e Oliveira, 2012). Além disso, há plantas que apresentam folhas largas, mas também apresentam nervação paralelinérvea (trapoeraba – *Commelina* spp. e sagitária – *Sagittaria* spp., por exemplo), não estando, portanto, aptas a serem inseridas em nenhum grupo ou podendo ser incluídas erroneamente no grupo das “folhas largas”.

5.2. QUANTO AO HABITAT

As plantas daninhas podem apresentar hábito terrestre ou aquático, sendo assim classificadas como plantas terrestres e plantas

aquáticas, respectivamente. Podem ainda desenvolver-se tanto no solo quanto na água, sendo, assim, classificadas como plantas daninhas indiferentes (caso do arroz-vermelho – *Oryza sativa*). As plantas terrestres podem ainda ser classificadas como plantas de baixada, ou seja, adaptadas a solos úmidos e com alto teor de matéria orgânica (sete-sangrias – *Cuphea carthaginensis*, tripa-de-sapo – *Alternanthera philoxeroides* etc.).

Há diversas classificações sobre as plantas daninhas aquáticas. Nesta obra, as plantas daninhas aquáticas serão divididas em quatro grandes grupos: plantas marginais (de talude), algas (unicelulares e pluricelulares), plantas submersas e macrófitas (flutuantes livres, flutuantes ancoradas e emergentes), como a seguir:

- a) *Marginais (ou de talude)* – ocorrem às margens de corpos d'água (capim-fino – *Urochloa purpurascens*, tiririca – *Cyperus* spp. etc.);
- b) *Emergentes* – ocorrem em locais com lâmina d'água estreita, com as folhas acima da superfície e as raízes ancoradas ao fundo do corpo d'água (capim-arroz – *Echinochloa* spp., taboa – *Typha angustifolia* etc.);
- c) *Flutuantes livres* – ocorrem com as folhas na superfície e as raízes não ancoradas ao fundo do corpo d'água (aguapé – *Eichornia crassipes*, alface-d'água – *Pistia stratiotes*, salvinia – *Salvinia auriculata* etc.);
- d) *Flutuantes ancoradas* – ocorrem com as folhas na superfície e as raízes ancoradas ao fundo do corpo d'água (vitória-régia – *Victoria amazônica*, sagitária – *Sagittaria* spp. etc.);
- e) *Submersas livres* – ocorrem com as folhas abaixo da superfície e as raízes não ancoradas ao fundo do corpo d'água (algas verdes);
- f) *Submersas ancoradas* – ocorrem com as folhas abaixo da superfície e as raízes ancoradas ao fundo do corpo d'água (elódea – *Egeria densa*, pinheirinho-d'água – *Myriophyllum aquaticum* etc.).

5.3. QUANTO AO HÁBITO DE CRESCIMENTO

Quanto ao hábito de crescimento, as plantas daninhas podem ser classificadas como:

- a) *Herbáceas* – são plantas de pequeno porte, eretas ou prostradas; em geral, apresentam caules ou colmos não lignificados. Constituem a maioria das plantas daninhas de importância agrícola. São exemplos: mentrasto (*Ageratum conyzoides*), caruru (*Amaranthus* spp.), espérgula (*Spergula arvensis*), gramíneas, ciperáceas, entre outras;
- b) *Arbustivas* e *Subarbustivas* – são plantas de médio porte, com caule lignificado e ramificado desde a base. Constituem algumas plantas daninhas importantes em plantio direto, reflorestamento e pastagem. São exemplos de plantas daninhas subarbustivas: cheirosa (*Hyptis suaveolens*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), entre outras. Fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*), por sua vez, é exemplo de planta daninha arbustiva;
- c) *Arbóreas* – são plantas eretas de grande porte, com caule lignificado e ramificações acima da base do caule. Constituem algumas espécies importantes em áreas de reflorestamento e pastagem. A embaúba (*Cecropia peltata*) é um exemplo de planta daninha arbórea;
- d) *Trepadeiras* – são plantas que crescem sobre outras, utilizando-as como suporte. Podem ser divididas em: volúveis – sobem por enrolamento, como a corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), o cipó-de-viado (*Polygonum convolvulus*) etc.; e cirríferas – prendem-se por meio de gavinhas, como o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*), o melão-de-são-caetano (*Momocardia charantia*) etc.;
- e) *Parasitas* – plantas que se utilizam dos fotoassimilados da planta hospedeira. Parasitas da parte aérea podem ser holoparasitas (não contém clorofila e vivem exclusivamente do parasitismo, como o cipó-chumbo – *Cuscuta racemosa*) e hemiparasitas (contém clorofila, fazem fotossíntese, mas parasitam o hospedeiro, como a erva-de-passarinho – *Struthanthus* spp.). Parasitas do sistema radicular não foram registradas no Brasil, mas as mais comuns são a erva-de-bruxa (*Striga* spp.) e a orobanche (*Orobanche* spp.);
- f) *Epífitas* e *Hemiepífitas* – são plantas de hábito semelhante ao das parasitas, porém não utilizam os fotoassimilados da planta sobre a qual se desenvolve. Epífitas desenvolvem-se

totalmente sobre outras sem contato com o solo, como as bromélias. Hemiepífitas desenvolvem-se inicialmente como as epífitas e, posteriormente, suas raízes atingem o solo, como o mata-pau (*Caussopa schotii*).

5.4. QUANTO AO CICLO DE VIDA

As plantas daninhas podem ser classificadas como monocárpicas ou policárpicas. As monocárpicas são plantas anuais (que completam o ciclo de vida em até um ano) e plantas bianuais (que completam o ciclo de vida em mais de um ano e até dois anos). As policárpicas são plantas perenes (que completam o ciclo de vida em mais de dois anos).

As plantas anuais constituem a maioria das plantas daninhas de importância agrícola, com ciclo, geralmente, entre 40 e 160 dias. Normalmente, as plantas anuais apresentam apenas reprodução seminífera, ou esse é o principal mecanismo reprodutivo. Após a germinação das sementes, essas plantas apresentam um período de crescimento vegetativo (período vegetativo), seguido pelo florescimento e frutificação (período reprodutivo), dispersão das sementes, senescência e morte. As plantas anuais podem ser divididas, ainda, em anuais de verão (podem desenvolver-se entre a primavera e o verão, produzindo sementes no outono e terminando o ciclo antes do inverno) e anuais de inverno (podem desenvolver-se entre o outono, o inverno e a primavera, produzindo sementes no verão e terminando o ciclo entre o verão e o outono). Normalmente, plantas daninhas anuais de verão apresentam o ciclo mais curto que as plantas anuais de inverno. São exemplos de plantas daninhas anuais de verão: caruru (*Amaranthus* spp.), papuã (*Urochloa plantaginea*), milhã (*Digitaria* spp.), entre outras. São exemplos de plantas daninhas anuais de inverno: nabíça (*Raphanus raphanistrum*), mentruz (*Lepidium virginicum*), língua-de-vaca (*Rumex* spp.), entre outras.

As plantas bianuais, após a germinação, podem apresentar dois períodos de crescimento (um no primeiro ano, mais longo, e outro no segundo ano, mais curto), separados por uma fase de dormência (normalmente o inverno) em função de baixas temperaturas ou mesmo o congelamento do solo (com objetivo de estimular o florescimento), seguidos pelo período reprodutivo (florescimento e frutificação),

dispersão das sementes, senescência e morte. Normalmente, germinam entre a primavera e o verão, crescem durante o outono (em alguns casos há crescimento também no inverno), florescendo após a primavera ou o verão seguintes. Poucas são as espécies de plantas daninhas bianuais no Brasil, sendo mais frequentes no sul do país. São exemplos de plantas bianuais: rubim (*Leonurus sibiricus*), erva-tostão (*Boerhavia diffusa*), entre outras.

As plantas perenes podem ser divididas em perenes simples e perenes complexas. As plantas perenes simples se reproduzem exclusivamente por meio de sementes e as plantas perenes complexas se reproduzem tanto por meio de sementes quanto por meios vegetativos. As plantas daninhas perenes, normalmente, são perenes complexas, como, por exemplo: tiririca (*Cyperus* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), entre outras.

É importante ressaltar que algumas plantas daninhas podem se comportar como anual ou bianual (rubim – *Leonurus sibiricus*); como bianual ou perene (erva-tostão – *Boerhavia diffusa*); ou ainda como anual ou perene (guanxuma – *Sida* spp., dente-de-leão – *Taraxacum officinale*) dependendo das condições ambientais, da época de germinação e também do manejo.

Plantas perenes complexas podem ainda apresentar uma classificação específica, dependendo da estrutura vegetativa envolvida na reprodução. Plantas estoloníferas reproduzem-se por meio de estolões; plantas rizomatosas, rizomas; bulbosas, bulbos; tuberosas, tubérculos.

5.5. TAXONÔMICA

Como citado anteriormente, a classificação taxonômica é a mais importante, tendo intuito de identificar corretamente as espécies de plantas daninhas para que se possa escolher a melhor estratégia de controle das plantas daninhas que compõem as comunidades infestantes. A classificação taxonômica baseia-se no agrupamento de plantas com características semelhantes. Essas características podem ser apenas morfológicas (sistemas de Engler-Wettstein e Cronquist) ou mesmo filogenéticas (sistema APG). Ainda hoje, o sistema mais usado é o de Cronquist, porém a adoção ao sistema APG tem sido crescente, principalmente entre os botânicos.

O sistema de Cronquist começou a ser descrito em 1968, sendo publicado pela primeira vez em 1981. O sistema APG é mais recente, surgindo em 1998, sendo sucedido pelo sistema APG II (2003) e APG III (2009). As diferenças entre os sistemas não serão tratadas nesta obra, pois não é objeto de estudo. O fato é que o sistema APG envolve estudos avançados em genética, sendo que a diferenciação entre famílias e espécies não é feita baseada em características morfológicas, o que torna o sistema muito pouco usual, ou praticamente não usual, em condições de campo (onde é necessário para o estudo e identificação das plantas daninhas). Além disso, a classificação filogenética passou a agrupar algumas plantas morfológicamente tão diferentes na mesma família, que torna a diferenciação a campo muito difícil, como é o caso do caruru (*Amaranthus* spp.) e da beterraba (*Beta vulgaris*).

No caso específico das plantas daninhas, a identificação, na quase totalidade das vezes, ocorre baseada em características morfológicas e, principalmente, através de comparações visuais com outras plantas previamente identificadas por meio de fotos, exsicatas, imagens etc. Para alguns gêneros podem ser encontradas chaves dicotômicas; para outros, alguns trabalhos auxiliam na identificação, sugerindo diferenças que vão desde diferenciação na morfologia de folhas, flores e mesmo frutos e/ou diásporos. Portanto, a diferenciação por meio de características morfológicas predomina na identificação das espécies de plantas daninhas, embora também se possa adotar a classificação (não a identificação) em APG III.

O mais usual, ainda, é dividir as plantas daninhas em duas Classes, segundo o sistema de Cronquist: Magnoliopsida (eudicotiledôneas) e Liliopsida (monocotiledôneas). A partir da Classe, a classificação em Ordem e Família é feita, muitas vezes, e dependendo do pesquisador, tanto em Cronquist como em APG III. Resumindo, não há consenso para esse tipo de classificação das plantas daninhas. Também é comum, destacar, dentro das monocotiledôneas, as plantas daninhas ciperáceas, em função da diferença e da dificuldade de controle dessas plantas em relação às outras monocotiledôneas. Seguindo a classificação, o que mais importa para o estudioso de plantas daninhas é identificar a Espécie para adotar a melhor estratégia de controle; quando não for possível, ao menos o Gênero. Muitas vezes, a identificação da espécie é difícil em

função da plasticidade fenotípica das plantas daninhas. Diferenças morfológicas muitas vezes não expressam espécies distintas, sendo apenas expressão da adaptação da planta a diferentes ambientes, o que pode confundir o identificador. Além disso, há variabilidade genética muito grande em populações de plantas daninhas, o que, com o fluxo gênico, permite, ainda, o surgimento de biótipos realmente diferentes. Há ainda a questão da existência de subespécies, o que não está totalmente esclarecido pela comunidade científica.

Enfim, a questão da classificação taxonômica e identificação correta das espécies de plantas daninhas é, ainda, problemática, porém se busca, da melhor maneira, identificar corretamente a planta daninha, analisando características ecobiológicas (principalmente tipo de reprodução e ciclo de vida) e morfológicas (principalmente as estruturas de reprodução sexuada e assexuada), para que se possa traçar a melhor estratégia para seu controle.

Na lista a seguir estão listadas algumas das principais espécies de plantas daninhas que ocorrem no Brasil, divididas nas Classes das eudicotiledôneas (Magnoliopsida) e das monocotiledôneas (Liliopsida) e subdivididas em Famílias.

Lista de algumas plantas daninhas de importância.

Classe Magnoliopsida (eudicotiledôneas)

Família Amaranthaceae

apaga-fogo	<i>Alternanthera tenella</i>
tripa-de-sapo	<i>Alternanthera philoxeroides</i>
caruru	<i>Amaranthus deflexus</i>
	<i>Amaranthus hybridus</i>
	<i>Amaranthus lividus</i>
	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	<i>Amaranthus spinosus</i>
	<i>Amaranthus viridis</i>

Família Asteraceae

carrapicho-de-carneiro	<i>Acanthospermum australe</i>
	<i>Acanthospermum hispidum</i>
mentrasto	<i>Ageratum conyzoides</i>
losna-do-campo	<i>Ambrosia elatior</i>
	<i>Ambrosia polystachya</i>
	<i>Ambrosia tenuifolia</i>
artemísia	<i>Artemisia verlotorum</i>
falso-mio-mio	<i>Aster squamatus</i>

...continuação

carqueja	<i>Baccharis articulata</i>
	<i>Baccharis trimera</i>
mio-mio	<i>Baccharis coridifolia</i>
vassoureira	<i>Baccharis dracunculifolia</i>
assa-peixe	<i>Baccharis trinervis</i>
picão-preto	<i>Bidens alba</i>
	<i>Bidens pilosa</i>
	<i>Bidens subalternans</i>
erva-palha	<i>Blainvillea biaristata</i>
	<i>Blainvillea rhomboidea</i>
cardo	<i>Cirsium arvense</i>
	<i>Cirsium vulgare</i>
buva	<i>Conyza bonariensis</i>
	<i>Conyza canadensis</i>
	<i>Conyza sumatrensis</i>
erva-botão	<i>Eclipta Alba</i>
	<i>Eclipta prostrata</i>
erva-de-veado	<i>Elephantopus mollis</i>
falsa-serralha	<i>Emilia coccínea</i>
	<i>Emilia sonchifolia</i>
mata-pasto	<i>Eupatorium laevigatum</i>
	<i>Eupatorium macrocephalum</i>
	<i>Eupatorium maximilianii</i>
	<i>Eupatorium pauciflorum</i>
	<i>Eupatorium squalidum</i>
picão-branco	<i>Galinsoga parviflora</i>
	<i>Galinsoga quadriradiata</i>
macela	<i>Gnaphalium pensylvanicum</i>
	<i>Gnaphalium purpureum</i>
	<i>Gnaphalium spicatum</i>
almeirão-do-campo	<i>Hypochaeris brasiliensis</i>
	<i>Hypochaeris radicata</i>
botão-de-ouro	<i>Jaeria hirta</i>
botão-de-ouro	<i>Melampodium paniculatum</i>
botão-de-ouro	<i>Siegesbeckia orientalis</i>
losna-branca	<i>Parthenium hysterophorus</i>
verbasco	<i>Pterocaulon lanatum</i>
	<i>Pterocaulon virgatum</i>
flor-das-almas	<i>Senecio brasiliensis</i>
erva-de-lagarto	<i>Solidago chilensis</i>
serralha	<i>Sonchus asper</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i>
agriãozinho	<i>Synedrellopsis grisebachii</i>

...continuação

dente-de-leão	<i>Taraxacum officinale</i>
erva-de-touro	<i>Tridax procumbens</i>
assa-peixe	<i>Vernonia ferruginea</i>
	<i>Vernonia nudiflora</i>
	<i>Vernonia polyanthes</i>
	<i>Vernonia scorpioides</i>
carrapichão	<i>Xanthium strumarium</i>
	Família Bignoniaceae
amarelinho	<i>Tecoma stans</i>
	Família Brassicaceae
mostarda	<i>Brassica rapa</i>
	<i>Sinapis arvensis</i>
mentruz	<i>Coronopus didymus</i>
mastruz	<i>Lepidium virginicum</i>
nabiça	<i>Raphanus raphanistrum</i>
	<i>Raphanus sativus</i>
	Família Caryophyllaceae
alfinete-da-terra	<i>Silene gallica</i>
espérgula	<i>Spergula arvensis</i>
erva-de-passarinho	<i>Stellaria media</i>
	Família Chenopodiaceae
ançarinha-branca	<i>Chenopodium album</i>
	Família Convolvulaceae
corda-de-viola	<i>Ipomoea acuminata</i>
	<i>Ipomoea grandifolia</i>
	<i>Ipomoea hederifolia</i>
	<i>Ipomoea nil</i>
	<i>Ipomoea purpurea</i>
	<i>Ipomoea quamoclit</i>
	<i>Ipomoea ramosissima</i>
	<i>Merremia aegyptia</i>
	<i>Merremia cissoides</i>
	<i>Merremia dissecta</i>
	Família Cucurbitaceae
melão-de-são-caetano	<i>Momocardia charantia</i>
	Família Euphorbiaceae
erva-de-santa-luzia	<i>Chamaesyce hirta</i>
gervão	<i>Croton glandulosus</i>
	<i>Croton lundianus</i>
leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>
quebra-pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>
	<i>Phyllanthus tenellus</i>
mamona	<i>Ricinus communis</i>

...continuação

Família Fabaceae

fedegoso	<i>Senna obtusifolia</i>
	<i>Senna occidentalis</i>
arranha-gato	<i>Acacia bonariensis</i>
	<i>Acacia plumosa</i>
leucena	<i>Leucena leucocephala</i>
dormideira	<i>Mimosa pudica</i>
guiso-de-cascavel	<i>Crotalaria incana</i>
	<i>Crotalaria lanceolata</i>
	<i>Crotalaria micans</i>
	<i>Crotalaria pallida</i>
	<i>Crotalaria spectabilis</i>
pega-pega	<i>Desmodium incanum</i>
	<i>Desmodium tortuosum</i>
soja-perene	<i>Glycine wightii</i>
anileira	<i>Indigofera hirsuta</i>
	<i>Indigofera truxillensis</i>
meladinha	<i>Stylosanthes guianensis</i>
	<i>Stylosanthes viscosa</i>
trevo-vermelho	<i>Trifolium pratense</i>
trevo-branco	<i>Trifolium repens</i>
tojo	<i>Ulex europaeus</i>

Família Lamiaceae

hortelã	<i>Hyptis lophanta</i>
	<i>Hyptis mutabilis</i>
	<i>Hyptis pectinata</i>
	<i>Hyptis suaveolens</i>
rubim	<i>Leonorus nepetifolia</i>
	<i>Leonorus siribicus</i>
urtiga-mansa	<i>Stachys arvensis</i>

Família Malvaceae

guanxuma	<i>Sida carpinifolia</i>
	<i>Sida cordifolia</i>
	<i>Sida rhombifolia</i>
	<i>Sida santaremnensis</i>
	<i>Sida spinosa</i>
	<i>Sida urens</i>
malvisco	<i>Urena lobata</i>
malva	<i>Wissadula subpeltata</i>

Família Nyctaginaceae

erva-tostão	<i>Boerhavia diffusa</i>
-------------	--------------------------

Família Onagraceae

cruz-de-malta	<i>Ludwigia elegans</i>
---------------	-------------------------

...continuação

Ludwigia leptocarpa
Ludwigia octovalvis
Ludwigia sericea
Ludwigia tomentosa
Ludwigia uruguayensis

Família Oxalidaceae

trevo
Oxalis corniculata
Oxalis latifolia

Família Plantaginaceae

tanchagem
Plantago major
Plantago tomentosa

Família Polygonaceae

cataia
Polygonum acuminatum
Polygonum convolvulus
Polygonum hydropiperoides
Polygonum lapathifolium
Polygonum perspicaria
 língua-de-vaca
Rumex acetosella
Rumex crispus
Rumex obtusifolius

Família Rubiaceae

poaia-branca
Richardia brasiliensis
Richardia grandiflora
Richardia scabra
 erva-quente
Spermacoce capitata
Spermacoce latifolia
Spermacoce verticillata

Família Sapindaceae

balãozinho
Cardiospermum halicacabum

Família Solanaceae

quinquilha
 joá-de-capote
 fisális
Datura stramonium
Nicandra physaloides
Physalis angulata
Physalis pubescens
 maria-pretinha
 joá-vermelho
 joá-bravo
Solanum americanum
Solanum capsicoides
Solanum palinacanthum
Solanum sisymbriifolium
Solanum viarum

Família Urticaceae

urtiga-brava
Urtica dioica

Família Verbenaceae

Lantana camara

...continuação

	<i>Lantana canasens</i>
	<i>Lantana fucata</i>
	<i>Lantana trifolia</i>
gervão	<i>Verbena bonariensis</i>
	<i>Verbena litoralis</i>

Classe Liliopsida (monocotiledôneas)

Família Alismataceae

chapéu-de-couro	<i>Echinodorus grandiflorus</i>
sagitária	<i>Sagittaria guyanensis</i>
	<i>Sagittaria montevidensis</i>

Família Araceae

alface-d'água	<i>Pistia stratiotes</i>
---------------	--------------------------

Família Commelinaceae

trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>
	<i>Commelina diffusa</i>

Família Cyperaceae

alecrim	<i>Bulbostylis capillaris</i>
	<i>Bulbostylis juncooides</i>
tiririca	<i>Cyperus difformis</i>
	<i>Cyperus distans</i>
	<i>Cyperus esculentus</i>
	<i>Cyperus ferax</i>
	<i>Cyperus iria</i>
	<i>Cyperus lanceolatus</i>
	<i>Cyperus meyenianus</i>
	<i>Cyperus polystachyos</i>
	<i>Cyperus rotundus</i>
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>
	<i>Cyperus surinamensis</i>
junco	<i>Eleocharis acutangula</i>
	<i>Eleocharis elegans</i>
	<i>Eleocharis interstincta</i>
	<i>Eleocharis sellowiana</i>
falso-alecrim	<i>Fimbristylis autumnalis</i>
	<i>Fimbristylis dichotoma</i>
	<i>Fimbristylis miliacea</i>
tiririca-do-brejo	<i>Pycnus decumbens</i>

Família Hydrocharitaceae

elódea	<i>Egeria densa</i>
--------	---------------------

Família Hypoxidaceae

falsa-tiririca	<i>Hypoxis decumbens</i>
----------------	--------------------------

...continuação

	Família Juncaceae
junquinho	<i>Juncus microcephalus</i>
	Família Marantaceae
caeté	<i>Thalia geniculata</i>
	Família Molluginaceae
molugo	<i>Mollugo verticillata</i>
	Família Nymphaeaceae
mururé	<i>Nymphaea ampla</i>
	Família Poaceae
capim-peba	<i>Andropogon bicornis</i>
capim-colchão	<i>Andropogon leucostachyus</i>
capim-barba-de-bode	<i>Aristida longiseta</i>
grama-sempre-verde	<i>Axonopus compressus</i>
cevadilha	<i>Bromus catharticus</i>
capim-carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i>
capim-de-rhodes	<i>Chloris barbata</i>
	<i>Chloris distichophylla</i>
	<i>Chloris gayana</i>
	<i>Chloris polydactyla</i>
	<i>Chloris radiata</i>
capim-dos-pampas	<i>Cortaderia selloana</i>
grama-seda	<i>Cynodon dactylon</i>
capim-mão-de-sapo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
milhã	<i>Digitaria ciliaris</i>
	<i>Digitaria horizontalis</i>
	<i>Digitaria sanguinalis</i>
	<i>Digitaria nuda</i>
capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
capim-arroz	<i>Echinochloa colona</i>
	<i>Echinochloa crus-galli</i>
	<i>Echinochloa crus-pavonis</i>
	<i>Echinochloa elodes</i>
	<i>Echinochloa polystachya</i>
capim-flecha	<i>Echinolaena inflexa</i>
capim-pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i>
capim-barbicha-de-alemão	<i>Eragrostis pilosa</i>
capim-de-várzea	<i>Eriochloa punctata</i>
capim-sapé	<i>Imperata brasiliensis</i>
capim-macho	<i>Ischaemum rugosum</i>
grama-boiadeira	<i>Leersia hexandra</i>
	<i>Luziola peruviana</i>
capim-olímpio	<i>Leptochloa virgata</i>
azevém	<i>Lolium multiflorum</i>

...continuação

capim-gordura	<i>Melinis minutiflora</i>
arroz-preto	<i>Oryza sativa</i>
arroz-vermelho	<i>Oryza sativa</i>
capim-colonião	<i>Panicum maximum</i>
capim-santa-fé	<i>Panicum rivulare</i>
capim-do-brejo	<i>Paspalum conspersum</i>
	<i>Paspalum modestum</i>
capim-quicuiu	<i>Pennisetum clandestinum</i>
capim-elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>
	<i>Pennisetum setosum</i>
pastinho-de-inverno	<i>Poa annua</i>
capim-favorito	<i>Rhynchelytrum repens</i>
capim-camalote	<i>Rottboellia exaltata</i>
capim-rabo-de-burro	<i>Schizachyrium condensatum</i>
capim-rabo-de-raposa	<i>Setaria geniculata</i>
	<i>Setaria vulpiseta</i>
capim-canoão	<i>Setaria poiretiana</i>
capim-massambará	<i>Sorghum halepense</i>
capim-moirão	<i>Sporobolus indicus</i>
papuã	<i>Urochloa plantaginea</i>
capim-braquiária	<i>Urochloa decumbens</i>
capim-angola	<i>Urochloa mutica</i>

Família Pontederidaceae

aguapé	<i>Eichornia azurea</i>
	<i>Eichornia crassipes</i>
	<i>Eichornia paniculata</i>
língua-de-cervo	<i>Heteranthera limosa</i>
	<i>Heteranthera reniformis</i>
mururé	<i>Pontederia cordata</i>
	<i>Pontederia rotundifolia</i>

Família Portulacaceae

beldroega	<i>Portulaca oleraceae</i>
maria-gorda	<i>Talinum paniculatum</i>
	<i>Talinum triangulare</i>

Família Typhaceae

tabôa	<i>Typha angustifolia</i>
-------	---------------------------

Família Umbeliferae

gertrudes	<i>Apium leptophyllum</i>
caraguatá	<i>Eryngium elegans</i>
	<i>Eryngium horridum</i>
	<i>Eryngium pandanifolium</i>

CAPÍTULO 6 – CONVIVÊNCIA COM AS PLANTAS DANINHAS

A convivência com plantas daninhas normalmente está associada a sua presença dentro de culturas agrícolas. No entanto, conforme o conceito apresentado no capítulo 1, a presença de plantas daninhas em qualquer área de interesse humano, convivendo com outras plantas, animais ou o próprio ser humano, pode ser considerado um fator de interferência nessa atividade.

6.1. INTERFERÊNCIA

Interferência pode ser entendida como “o conjunto de ações negativas que recebe determinado cultivo agrícola, ou qualquer atividade humana (pecuária, florestal, ornamentação, ambiência etc.), em decorrência da presença de plantas daninhas em determinado ambiente” (adaptado de Pitelli, 1987). Essas ações negativas decorrem de pressões bióticas e abióticas, as quais condicionam efeitos negativos que afetam o crescimento e o desenvolvimento de plantas daninhas e cultivadas (ou qualquer outra atividade humana). Esses efeitos negativos, por sua vez, são resultado de um total de pressões ambientais ligadas, direta ou indiretamente, a presença das plantas daninhas no ambiente de interesse humano. Quando se tem efeitos diretos das plantas daninhas sobre a atividade humana, denomina-se de interferência direta; quando os efeitos são indiretos denomina-se de interferência indireta.

Não há um conceito específico sobre interferência direta e indireta. No entanto, a soma desses efeitos, dentre outros fatores, determina o grau de interferência (que será discutido mais adiante). A interferência foi primeiramente discutida em relação às interações entre plantas daninhas e plantas cultivadas. Nesse sentido, podemos citar diferentes interações que compõem a interferência, como competição, alelopatia, parasitismo, agente hospedeiro de pragas, doenças etc., agente depreciador de produtos agrícolas e agente limitador de atividades de manejo. Porém, a interação não se restringe a atividades agrícolas. Podem-se relacionar outros fatores que compõem a interferência em atividade pecuária, por exemplo, como agente depreciador do produto pecuário, agente tóxico para animais, agente

limitador de gases dissolvidos na água etc. Por fim, pode-se pensar em outras atividades humanas em que plantas daninhas estão agindo como agente depreciador do ambiente, agente redutor da vida útil de corpos d'água, agente limitador de navegação de corpos d'água, agente limitador de geração de energia etc.

Antes de discutir interferência direta e indireta, é importante ressaltar que sempre, na relação de interferência, haverá um agente causador do efeito e outro agente receptor do efeito. Quando o agente causador do efeito é da mesma espécie que o agente receptor do efeito, denomina-se de interferência intraespecífica; quando o agente causador não é da mesma espécie que o agente receptor, denomina-se de interferência interespecífica. Lembrando-se que as interações que ocorrem no ambiente são muito dinâmicas e, em função disso, as interferências intra e interespecíficas podem ocorrer ao mesmo tempo, sendo, praticamente, impossível distingui-las em condições naturais.

Não é fácil conceituar interferência direta quando se pensa no contexto geral de plantas daninhas (questão conceitual, ver no capítulo 1). Se pensarmos em termos agrícolas, a redução da produção em quantidade pode ser atribuída a fatores diretos (interferência direta) somente? Não. Na verdade, podem haver perdas na colheita, mesmo que a planta cultivada atinja seu máximo potencial produtivo, relacionadas à presença de plantas daninhas que não são decorrentes de efeitos diretos, mas sim indiretos (interferência indireta). Por outro lado, a redução qualitativa da produção está relacionada apenas a efeitos indiretos? Não. Na verdade, a presença de plantas daninhas cujos diásporos têm estruturas que permitem sua fixação (grudar) na plúmula do algodão, por exemplo, é um efeito direto que deprecia o produto, mas não reduz a produtividade. Portanto, não há relação alguma entre redução quantitativa ou qualitativa da produção com o tipo de interferência, direta ou indireta.

6.1.1. Interferência direta

A interferência direta é composta por fatores que expressam efeitos diretos da presença das plantas daninhas, como a competição, a alelopatia, o parasitismo, depreciação do produto, intoxicação por plantas, entupimento de comportas, pontes e bueiros, redução da vida

útil de corpos d'água etc., resultando em redução quantitativa ou qualitativa do produto adquirido em determinada atividade humana.

6.1.1.1. Competição

A competição é uma interação entre seres vivos em que há prejuízo para ambos os indivíduos envolvidos. Normalmente, a competição é descrita para a interação planta-planta em que há limitação de algum recurso ambiental exigido para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, a competição somente vai ocorrer quando ao menos um recurso estiver limitado no meio. Caso o meio forneça o recurso em quantidade suficiente para atender a demanda de ambos os indivíduos, o simples fato de estarem convivendo não garante que a competição vai se estabelecer.

A competição pode ainda advir de uma interação entre plantas e outros seres vivos que se utilizam dos mesmos recursos que os vegetais. Por exemplo, a presença de plantas aquáticas em reservatórios utilizados na criação de peixes pode limitar a quantidade de gases dissolvidos, principalmente O_2 , e causar mortalidade dos animais. Essa limitação também está envolvida na redução da vida útil dos corpos d'água, discutida mais adiante.

Principalmente na interação planta-planta, os principais recursos passíveis de competição são: água, nutrientes, luz e espaço; podendo haver, ainda, limitação de gases (CO_2 e O_2 , principalmente). É importante ressaltar que a ocupação do espaço (limitação de espaço, especificamente), está diretamente relacionada à competição por água, nutrientes e luz, ou seja, quando a planta ocupa mais espaço, conseqüentemente, pode alocar mais recursos do meio.

Na competição, determinada planta aloca recursos do meio e impossibilita que outra planta possa também fazer uso desse recurso. Com isso, a primeira planta está diretamente impedindo que a segunda planta cresça e se desenvolva, caracterizando a interferência direta. Nesse caso, o principal efeito é a redução na quantidade de produto produzido (produtividade).

A competição é considerada a principal causa de redução de produtividade em cultivos agrícolas, pois as plantas daninhas requerem, para seu crescimento e desenvolvimento, sempre os mesmos recursos que as plantas cultivadas. Porém, de maneira geral, é praticamente

impossível separar, no campo, os efeitos oriundos da competição e da alelopatia (que será discutida a seguir), considerando, portanto, o termo interferência mais adequado para descrever os efeitos negativos que ocorrem quando plantas daninhas convivem e causam reduções de produtividade em culturas agrícolas.

6.1.1.2. Alelopatia

A alelopatia é uma interação entre seres vivos em que ao menos um dos indivíduos envolvidos é prejudicado, enquanto o outro pode se beneficiar ou não da interação. Além disso, indivíduos da mesma espécie podem ser prejudicados, sendo, portanto, denominada de autoalelopatia. A alelopatia é conceituada atualmente como “qualquer processo envolvendo metabólitos secundários produzidos pelas plantas e micro-organismos que influencia o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos (incluindo animais)” (Sociedade Internacional de Alelopatia, 1996). Nesse sentido, na interação planta-planta, entende-se que uma planta produz e libera no ambiente algum metabólito secundário (denominado de aleloquímico ou composto alelopático) que exercerá algum efeito inibidor no crescimento e no desenvolvimento de outra planta, caracterizando a interferência direta. Nesse caso, o principal efeito é a redução na quantidade de produto produzido (produtividade).

A produção de metabólitos secundários pelas plantas não tem função apenas de inibir outras plantas. Na verdade, as funções ecológicas da alelopatia em plantas são, basicamente, três: a atração de agentes polinizadores e dispersores, a proteção contra herbívoros e patógenos, além da relação planta-planta, importante na sucessão das espécies. Muitos metabólitos secundários são produzidos nas flores, conferindo cor e odor as mesmas, e atuando como atrativo para agentes polinizadores e dispersores. Alguns compostos produzidos pelo metabolismo secundário das plantas são tóxicos a animais, insetos etc., atuando como repelente desses inimigos naturais. Também se deve destacar que, em teoria, alguns compostos liberados podem atuar como condicionadores de ambiente, atuando na sucessão de espécies vegetais.

Os metabólitos secundários são produzidos por diferentes partes da planta, dependendo, inclusive, da espécie em questão.

Normalmente, os metabólitos secundários com potencial alelopático (aleloquímicos) são produzidos em maior quantidade nas folhas. A quantidade de aleloquímicos produzida varia em função da espécie e é influenciada por fatores bióticos e abióticos. Há espécies em que algum fator de estresse, biótico ou abiótico, pode estimular a produção de determinado composto; porém, em outra espécie pode ocorrer inibição na produção do composto. Portanto, tal fato é variável de espécie para espécie, mas não será discutido mais profundamente nesta obra.

Os aleloquímicos produzidos pelas plantas derivam de quatro vias metabólicas principais:

- a) *Via do ácido chiquímico* – importante para produção de compostos fenólicos e compostos nitrogenados;
- b) *Via do ácido malônico* – importante para a produção de compostos fenólicos;
- c) *Via do ácido mevalônico* – importante para a produção de terpenos;
- d) *Via do ácido 3-fosfoglicérico (3-fosfoglicerato = 3-PGA)* – importante para a produção de terpenos.

Através dessas quatro vias são produzidos metabólitos secundários com potencial alelopático pertencentes a três grupos:

- a) *Terpenos* – diversificada classe de compostos de fórmula geral $(C_5H_8)_n$, que podem atuar como inseticidas (pineno, limoneno, mirceno, peretroides, esteroides, saponinas), como repelentes ou atrativos (óleos essenciais, gossipol, lactonas sesquiterpeninas) e como compostos tóxicos (phorbol, saponinas, resinas);
- b) *Compostos fenólicos* – que podem atuar como inseticidas (fitoalexinas, rotenoides, isoflavonoides), como atrativos (antocianina) e como repelentes (tanino);
- c) *Compostos nitrogenados* – que podem atuar como tóxicos (nicotina, codeína, morfina, cocaína, glucosídeos cianogênicos, glucosinolatos).

As plantas liberam os aleloquímicos por quatro vias:

- a) *Volatilização* – liberação de compostos voláteis (pineno, limoneno, mirceno, mentol, piretroides, lactonas sesquiterpênicas, gossipol);

- b) *Lixiviação* – liberação de compostos exsudados na forma líquida (compostos fenólicos, alcaloides como cafeína e nicotina) pelas folhas, normalmente, e outros órgãos, que são lavados da planta por ação da água da chuva ou irrigação e carregados até o solo;
- c) *Exsudação radicular* – liberação de compostos na forma líquida (aminoácidos, nucleotídeos) através das raízes diretamente no solo;
- d) *Decomposição de restos vegetais* – liberação de compostos líquidos (flavonoides como isoflavona, antocianina) na medida em que os restos vegetais vão sendo decompostos.

No controle de plantas daninhas, a alelopatia pode ser usada na rotação/sucessão de culturas, no uso de cobertura viva na entressafra e no uso de cobertura morta (palha). Em qualquer situação, o uso de uma cultura que produza aleloquímicos, como sorgo, trigo, centeio, girassol, alfafa, mucuna, crotalária, ervilhaca, feijão-de-porco, milho, capim-braquiária etc., é fundamental para a inibição ou redução do crescimento das plantas daninhas. É importante lembrar que se deve estar atento à susceptibilidade da própria cultura a ser plantada em seguida, podendo ser afetada pela cobertura antecedente. Além disso, embora não difundido no Brasil, o desenvolvimento de produtos biológicos com ação sobre plantas (bio-herbicidas) também é uma importante ferramenta para o uso da alelopatia na agricultura.

6.1.1.3. Parasitismo

O parasitismo consiste em uma interação entre seres vivos em que um indivíduo envolvido vai se beneficiar da interação em detrimento do outro. Um indivíduo vai consumir os fotoassimilados produzidos por outro indivíduo, caracterizando a interferência direta. Nesse caso, o principal efeito é a redução na quantidade de produto produzido (produtividade).

Poucos são os casos de plantas daninhas parasitas de importância. Como exemplo, pode-se destacar: erva-de-bruxa (*Striga* spp.), orobanche (*Orobanche* spp.), erva-de-passarinho (*Struthantus* spp.) e cipó-chumbo (*Cuscuta* spp.). As duas primeiras plantas são de maior importância agrícola, porém não ocorrem no Brasil ou têm

ocorrência muito restrita. As outras duas são mais importantes no Brasil, mas não em áreas agrícolas.

6.1.1.4. Depreciação do produto

A depreciação do produto decorre da presença da planta daninha, ou parte dela, no produto produzido, caracterizando a interferência direta. Por exemplo, batata colhida com tubérculos de tiririca dentro; algodão colhido com diásporos de picão-preto (*Bidens* spp.) ou capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), entre outros, aderidos às plúmulas; lã de carneiro com diásporos de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) aderidos, etc. Outro exemplo é a presença de sementes de algumas plantas daninhas em lotes de sementes de plantas cultivadas (arroz-vermelho em sementes de arroz, feijão-miúdo – *Vigna sinensis* – em sementes de soja etc.).

Nesse caso, o principal efeito não é a redução na quantidade de produto produzido (produtividade), mas sim na qualidade do produto enviado para beneficiamento.

6.1.1.5. Intoxicação por plantas

Plantas tóxicas, ou seja, que contenham alguma substância com potencial de intoxicação de seres humanos e/ou animais de produção, quando ingeridas, podem inibir o apetite, desenvolver doenças etc., reduzindo a quantidade de produto produzido; além disso, podem, por exemplo, ser substâncias que não reduzam o ganho de peso do animal, mas que conferem sabor ruim à carne, ao leite ou outro produto, reduzindo a qualidade do produto. Em ambos os casos, o efeito da planta é direto sobre os animais, caracterizando a interferência direta. *Sida* spp. (guanxuma) e *Senecio* spp. (flor-das-almas) e *Baccharis coridifolia* (mio-mio) são exemplos de plantas tóxicas ao gado.

6.1.1.6. Entupimento de comportas, pontes e bueiros

Outro exemplo de interferência direta ocorre quando as plantas atuam como barreira viva para alguma atividade. Por exemplo, o entupimento de grades de comportas de hidroelétricas por plantas

daninhas aquáticas podem afetar diretamente o fluxo de água nas turbinas (elódea – *Egeria densa*) e, conseqüentemente, reduzir a quantidade de energia gerada; outro exemplo é o entupimento de pontes e bueiros em áreas urbanas, prejudicando o fluxo de água nas galerias subterrâneas de esgoto e podendo causar alagamentos nas cidades.

6.1.1.7. Redução da vida útil de corpos d'água

A redução na vida útil de corpos d'água pode ser entendida de três maneiras: como um impedimento direto para alguma atividade humana, como navegação, pesca, náutica, irrigação etc.; como um efeito da perda d'água por meio da evapotranspiração que reduz o volume de água (presença de aguapé – *Eichornia crassipes* – por exemplo); ou mesmo como um efeito da competição, ou seja, do uso de gases dissolvidos pelas plantas, podendo matar peixes de criação, por exemplo. Em todos os casos, há um efeito direto da presença das plantas daninhas, caracterizando a interferência direta.

6.1.2. Interferência indireta

A interferência indireta é composta por fatores que expressam efeitos indiretos da presença das plantas daninhas, como o inicialismo, a hospedagem de pragas, doenças etc., e os prejuízos causados a atividades de manejo, resultando em redução quantitativa ou qualitativa do produto adquirido em determinada atividade humana.

6.1.2.1. Inicialismo

Inicialismo é um tipo de interação recentemente descrita, mediada pela alteração na qualidade da luz com a presença de plantas vizinhas (Vidal et al., 2008). Como consequência, ocorre alteração na distribuição de fotoassimilados entre parte aérea e raízes das plantas, deixando algumas espécies vegetais mais sensíveis a competição. No inicialismo, portanto, não há limitação da quantidade de luz disponível para os indivíduos; caso isso acontecesse, estabelecer-se-ia a competição. No entanto, a alteração na qualidade da luz disponível, em razão da presença de plantas vizinhas, pode ser entendida como um

tipo de alelomeiação, pois há modificação física no ambiente, promovendo essa alteração.

Os fitocromos têm capacidade de detectar a qualidade da luz interceptada e são responsáveis pela fotomorfogênese nas plantas. O fitocromo detecta comprimentos de onda entre o vermelho (V) e o vermelho extremo (Ve). A presença de plantas vizinhas diminui a razão de V:Ve, sinalizando, de forma prematura para as plântulas, que haverá competição no futuro. Como consequência dessa sinalização, a planta prioriza o desenvolvimento da parte aérea em detrimento das raízes, através da alocação dos fotoassimilados, de modo a se tornar mais competitiva pelos recursos disponíveis. Esses processos compõem o mecanismo de ação envolvido no inicialismo, descrito como o primeiro tipo de interação negativa entre plantas (Vidal et al., 2008; Vidal e Merotto, 2010).

6.1.2.2. Hospedagem de pragas, doenças etc.

Muitas plantas daninhas hospedam insetos, fungos, bactérias, vírus, nematoides, ácaros e outros micro-organismos fitopatogênicos que podem ser potenciais pragas de culturas agrícolas. Nesse caso, a presença da planta daninha na área vai aumentar a quantidade da praga, aumentando o risco para a cultura. Como a praga é que vai causar algum prejuízo à cultura, seja quantitativo ou qualitativo, e não as plantas daninhas, caracteriza-se, portanto, a interferência indireta.

Plantas daninhas como serralha (*Sonchus oleraceus*), carurus (*Amaranthus* spp.), ançarinha-branca (*Chenopodium album*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e guanxumas (*Sida* spp.) são hospedeiras de da mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Balãozinho (*Nicandra physaloides*), papuã (*Urochola plantaginea*) e picão-preto (*Bidens pilosa*) são plantas hospedeiras de nematoides *Meloidogyne* spp.

6.1.2.3. Prejuízos a atividades de manejo

Algumas plantas daninhas atuam diretamente sobre alguma atividade de manejo, como a aplicação de defensivos, a colheita etc., reduzindo a eficiência dessa atividade. A consequência final pode ser o aumento nas perdas ocorridas na colheita. Nesse caso, as plantas daninhas não interferem diretamente na quantidade produzida pela

cultura (que atinge seu potencial produtivo), mas afeta a atividade de manejo que, por sua vez, impossibilita a colheita de toda a quantidade produzida, reduzindo, assim, a produtividade em função do aumento nas perdas na colheita. Esse é um caso típico da presença de plantas daninhas no final do ciclo das culturas, principalmente das plantas trepadeiras que podem causar embuchamento das colhedoras, como as cordas-de-viola (*Ipomoea* spp.) e as jitiranas (*Merremia* spp.). Outras plantas também podem acarretar problemas na colheita manual, como mucuna (*Mucuna pruriensis*) que contém substâncias alérgicas, ou mesmo picão-preto (*Bidens* spp.), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), cujos diásporos podem causar ferimentos no trabalhador.

6.2. GRAU DE INTERFERÊNCIA

A intensidade dos efeitos diretos e indiretos, decorrentes da presença das plantas daninhas, sobre as atividades humanas determina o grau de interferência, que pode ser conceituado como “a redução percentual da produção econômica de determinada cultura (ou qualquer atividade humana), provocada pela interferência de plantas daninhas” (adaptado de Pitelli, 1985).

O grau de interferência é influenciado por fatores bióticos e abióticos do ambiente, os quais, por sua vez, são condicionados por fatores edafo-climáticos. Pitelli (1985) destaca quatro componentes do grau de interferência em ambientes agrícolas: comunidade infestante, cultura agrícola, manejo da área e período de convivência das plantas daninhas com as culturas agrícolas. Esses quatro fatores, por sua vez, são todos influenciados e condicionados por fatores de solo e clima.

6.2.1. Comunidade infestante

Os fatores que compõem os efeitos derivados da comunidade infestante sobre o grau de interferência são: a composição específica (há espécies mais competitivas que outras), a densidade de plantas (em geral, densidades mais altas promovem maior interferência, até o limite da interferência intraespecífica) e pela distribuição das plantas na área (distribuições aleatórias, ou mais próximas à uniforme, promovem maior interferência).

6.2.2. Cultura agrícola

Os fatores que compõem os efeitos derivados da cultura agrícola sobre o grau de interferência são: o genótipo (há espécies que são mais competitivas, assim como, dentro da mesma espécie, há cultivares mais competitivos que outros, que crescem mais rápido e fecham a entrelinha rapidamente) e a população e o arranjo de plantas (em geral, quanto menor o espaçamento entrelinhas, mais rapidamente o dossel sombreia a entrelinha e inibe a germinação e/ou crescimento das plantas daninhas, assim como, densidades mais altas promovem, em geral, maior capacidade competitiva; além de que plantas distribuídas mais uniformemente podem aproveitar melhor os recursos para seu crescimento).

6.2.3. Manejo da área de produção

Todo manejo empregado na área vai influenciar tanto plantas cultivadas quanto plantas daninhas. Adubações, por exemplo, favorecem o crescimento de ambas; assim, plantas daninhas que alocam quantidades grandes de recursos podem inibir mais rapidamente e intensamente o crescimento da cultura. O controle fitossanitário também influencia ambas as plantas. Por isso, o controle das plantas daninhas deve ser eficiente para que essa vegetação não usufrua melhor do manejo da área que as plantas cultivadas.

6.2.4. Período de convivência entre plantas daninhas e cultivadas

O período em que as plantas daninhas convivem com as culturas agrícolas é um dos principais fatores que compõem o grau de interferência. De maneira geral, quanto mais longo o tempo de convivência, mais intenso poderá ser o grau de interferência. Porém, não somente o tempo de convivência, mas também a época em que ocorre a convivência é importante. Sabe-se que no início do ciclo e no final do ciclo da cultura, a presença das plantas daninhas pode não acarretar interferência. Em função disso, três períodos de interferência foram propostos por Pitelli e Durigan (1984): o período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

6.2.4.1. Período anterior à interferência

Há um período no início do ciclo, após o plantio, em que a convivência não acarreta interferência, pois a quantidade de recursos do ambiente é suficiente para suprir as necessidades tanto das plantas daninhas quanto das plantas cultivadas. Esse período inicia-se no plantio (ou na emergência) e estende-se até o momento em que as necessidades das plantas daninhas e das cultivadas suplantam a quantidade de recursos disponível no ambiente, estabelecendo-se, portanto, o início da interferência. Tal período é denominado de Período anterior à interferência (PAI).

Em teoria, nesse período as plantas daninhas podem crescer livremente, não necessitando ser controladas, pois a interferência não se estabelece. Porém, caso plantas de difícil controle, com reprodução vegetativa e/ou que estejam em fase reprodutiva, produzindo sementes, estejam presentes, pode ocorrer aumento do banco de disseminulos ou estabelecimento de plantas em estágio avançado de desenvolvimento (fora do estágio adequado para o controle químico) e de difícil controle, o que pode gerar problemas de manejo e interferência mais intensa no meio do ciclo da cultura.

6.2.4.2. Período total de prevenção à interferência

Há um período em que, teoricamente, a ação residual dos herbicidas aplicados ao solo deve cobrir até o momento em que a própria cultura, por si só, seja capaz de inibir a emergência e/ou o crescimento das plantas daninhas (por sombrear as entrelinhas, geralmente). Esse período inicia-se no plantio (ou na emergência) e estende-se até o momento descrito acima (fechamento das entrelinhas, normalmente). Tal período é denominado de Período total de prevenção à interferência (PTPI). Portanto, o PTPI compreende todo o PAI mais um período crítico que será descrito a seguir.

Em teoria, após esse período, as plantas daninhas podem crescer livremente, pois não são mais capazes de acarretar interferência. Porém, caso plantas que possam interferir na colheita mecânica (cordas-de-viola – *Ipomoea* spp. e jitiranas – *Merremia* spp.), que apresentem sementes ou diásporos indesejáveis em lotes de sementes ou, ainda, que possam produzir sementes e aumentar o

banco, por exemplo, estejam presentes na área, o ideal é que se faça o controle para prevenir problemas na colheita, no beneficiamento, na comercialização ou mesmo problemas de infestação futura e dificuldade de manejo da área.

6.2.4.3. Período crítico de prevenção à interferência

Há um período do ciclo da cultura, que se inicia no final do PAI e se estende até o final do PTPI, em que a presença de plantas daninhas efetivamente acarreta interferência sobre a produtividade das culturas e, portanto, devem ser controladas para prevenir à interferência. Tal período é denominado de Período crítico de prevenção à interferência (PCPI). O controle, de modo geral, deve ser feito durante todo esse período.

Caso o PAI seja mais longo que o PTPI, teoricamente, não existe PCPI. Nesse caso, apenas um controle entre o final do PTPI e o final do PAI previne a cultura da interferência das plantas daninhas.

6.2.5. Influência das condições de solo e clima

Todos os fatores descritos acima são, de maneira direta ou indireta, influenciados por condições de solo e clima. Locais com condições de solo e clima diferentes tendem a apresentar comunidades de plantas daninhas de composição distinta devido à adaptação das espécies. Além disso, a composição pode até ser a mesma, mas a importância relativa das espécies pode ser diferente, também devido à adaptação das espécies. Portanto, mesmo que comunidades infestantes semelhantes se estabeleçam em dois locais de condições distintas de solo e clima, o grau de interferência exercido por elas em uma mesma cultura pode ser diferente.

O comportamento dos herbicidas no ambiente é diferente quando se compara solos de texturas diferentes e mesmo condições de clima diferenciadas. Clima mais ameno tende a ter menos perdas por volatilização. Solo mais argiloso tende a reter mais herbicida, enquanto solo mais arenoso tende a lixiviar mais herbicida (logicamente depende de propriedades dos herbicidas). O comportamento das culturas também é influenciado de modo que culturas mais adaptadas a determinada região se desenvolvem melhor nessa região ou em

regiões com condições edafo-climáticas semelhantes. Principalmente se a cultura em questão responde ao fotoperíodo, como é o caso da soja.

Dessa maneira, diz-se que condições edafo-climáticas condicionam os demais fatores que compõem o grau de interferência (plantas daninhas, planta cultivada, período de convivência e manejo), sendo, também, um fator que influencia o grau de interferência.

CAPÍTULO 7 – MANEJO

Para se manejar plantas daninhas e evitar, assim, sua interferência em atividades do ser humano, deve-se lançar mão de métodos diretos de controle (que matam ou impedem a germinação ou o desenvolvimento das plantas daninhas), como os métodos de controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico); deve-se também pensar em métodos que impeçam a proliferação das espécies presentes na área ou mesmo a entrada de novas espécies, através do manejo preventivo (prevenção), que, na verdade, não é essencialmente um método de controle, devendo, em geral, utilizar-se de métodos diretos de controle para fazer a prevenção; além disso, pode-se pensar em exterminar as plantas daninhas, denominado de erradicação, o que é muito difícil, principalmente em áreas de produção agrícola.

Nesta obra, entende-se por controle a intervenção pontual não-estratégica sobre a comunidade infestante a fim de, rapidamente, eliminá-la ou impedir seu desenvolvimento. Por manejo entende-se a intervenção não-pontual estratégica, que pode envolver o uso de um só ou mesmo mais de um método de controle (manejo integrado), a fim de reduzir o potencial de interferência da comunidade infestante em curto, médio ou longo prazo. Portanto, controle dá ideia do uso de uma prática de controle (seja qual for) em um momento específico, enquanto manejo dá ideia de controle ao longo do tempo.

7.1. CONTROLE CULTURAL

O método de controle cultural baseia-se no uso do manejo da própria cultura para controlar as plantas daninhas. Dentro do método de controle cultural existem diversas práticas de controle cultural, destacando-se:

- a) *Uso de cultivares mais competitivas* – como já foi discutido, assim como há espécies mais competitivas, há cultivares dentro da mesma espécie que são mais competitivas, ou porque crescem inicialmente mais rápido ou porque têm maior enfolhamento. Normalmente, cultivares com ciclo menor crescem mais rápido e fecham (sombream) as entrelinhas mais cedo, impedindo o desenvolvimento das plantas daninhas

(principalmente de ciclo longo ou que germinam algum tempo após o plantio);

- b) *Uso de espaçamento mais estreito* – quando se faz o plantio da cultura em espaçamento mais estreito, a tendência é que a cultura feche (sombreie) a entrelinha mais cedo, aumentando sua capacidade competitiva frente às plantas daninhas. Porém, deve-se estar atento à interferência intraespecífica dentro da cultura, sendo que espaçamentos muito estreitos podem prejudicar o desenvolvimento das plantas da própria cultura e causar reduções de produtividade;
- c) *Uso de densidade de plantio mais alta* – a ideia é semelhante ao item anterior, pois a densidade mais alta de plantio pode proporcionar maior habilidade competitiva à cultura;
- d) *Uso de sistemas de cultivo distintos* – comparando-se plantio direto com plantio convencional sabe-se que há diferenças de manejo que influenciam o desenvolvimento das plantas daninhas; muitas plantas importantes no plantio convencional deixaram de ser no plantio direto (ver evolução das plantas daninhas no capítulo 3). Sistema de cultivo consorciado tende a dar maior habilidade competitiva para as culturas, pois elas exploram mais e melhor o solo, sombreiam mais rápido e por mais tempo as entrelinhas etc;
- e) *Uso de cobertura verde (culturas de cobertura)* – manter o solo coberto na entressafra é essencial para impedir o aumento do banco de disseminulos do solo; assim, o cultivo de cobertura verde, adubo verde, pastagem de inverno ou qualquer outra cobertura vegetal que impeça o desenvolvimento de plantas daninhas durante a entressafra é prática muito importante no manejo cultural de plantas daninhas;
- f) *Uso de rotação de culturas* – com a rotação de culturas há o cultivo de espécies distintas em uma mesma área de um ciclo para o outro; com isso, o desenvolvimento das plantas daninhas é dificultado, pois há culturas mais competitivas, há culturas potencialmente alelopáticas, há o uso diferenciado de herbicidas e outros métodos de controle etc., que impedem o desenvolvimento das plantas daninhas. Assim, o ciclo de desenvolvimento de uma espécie ou um grupo de espécies de plantas daninhas (que possam estar se adaptando ao manejo)

é “quebrado”, reduzindo o potencial de interferência da comunidade infestante nas culturas agrícolas em rotação.

7.2. CONTROLE MECÂNICO

O método de controle mecânico baseia-se no uso de algum instrumento que arranque ou corte as plantas daninhas. Dentro do método de controle mecânico existem diversas práticas de controle mecânico, destacando-se:

- a) *Monda* – nada mais é que o arranquio ou corte das plantas daninhas utilizando as mãos como instrumento de controle. A monda é uma prática de controle de rendimento muito baixo, viável apenas para áreas muito pequenas e restritas, cuja mão de obra é demasiadamente onerosa. Costuma ser aplicado apenas em áreas de agricultura familiar de subsistência;
- b) *Capina* – é o arranquio ou corte manual das plantas daninhas utilizando instrumentos de controle como enxada, enxada, picão, enxada-rotativa, rolo-faca etc.). A capina pode ser dividida em: capina manual (quando o instrumento de controle – enxada, enxada etc. – é operado com as mãos) ou capina mecânica. A capina mecânica pode ser de tração animal (quando o instrumento – enxada, picão etc. – é tracionado por animais) ou de tração tratorizada (quando o instrumento – enxada-rotativa, etc. – é tracionado por trator). A capina manual, assim como a mecânica de tração animal, é uma prática de controle de baixo rendimento (pouco maior que a monda), viável apenas para pequenas áreas, cuja mão de obra também é onerosa. Costuma ser aplicada em áreas de agricultura familiar e pequenas áreas de agricultura orgânica. A capina mecânica tratorizada é uma prática de controle de médio rendimento, viável em algumas ocasiões em lavouras perenes para manejo de coberturas vegetais, sendo menos onerosa que a anterior;
- c) *Roçada* – é o corte das plantas daninhas utilizando instrumentos de controle como roçadeiras elétricas ou motorizadas, foices, roçadeiras tratorizadas, rolo-faca etc. A roçada pode ser: roçada manual (operada com as mãos) ou roçada mecânica (implemento acoplado ao trator). A roçada

manual é uma prática de controle de rendimento médio, viável em áreas em que a roçada mecânica não é possível (geralmente em função da declividade do terreno ou da dificuldade de entrada de máquinas na área), cuja mão de obra é onerosa, porém menor que as anteriores. A roçada mecânica é uma prática de controle de médio-alto rendimento, viável principalmente em lavouras perenes já implantadas recentemente; o valor do custo de controle baseia-se, principalmente, no consumo de combustível e manutenção de máquinas e implementos, não na quantidade de mão de obra;

- d) *Cultivo (ou cultivo do solo)* – é o arranquio das plantas daninhas através do revolvimento do solo realizado por implementos agrícolas cultivadores (arado de disco, arado de aivecas, subsoladores etc.), denominado de cultivo mecânico, ou mesmo quando se prepara o solo manualmente (enxada ou enxadão), denominado de cultivo manual. O cultivo mecânico pode ser de tração animal ou tratorizado, como descrito anteriormente. O cultivo manual e o cultivo mecânico por tração animal costuma ser empregado em pequenas áreas de agricultura familiar e/ou orgânica, onde é viável, pois o rendimento é médio-baixo. O cultivo mecânico tratorizado é empregado, normalmente, em áreas de plantio convencional, sendo áreas pequenas, médias ou grandes. Normalmente, o custo do controle através do cultivo do solo não é computado no valor total de gastos com controle de plantas daninhas, pois é uma prática de preparo do solo e não de controle de plantas daninhas, especificamente. Esta prática de controle influenciou na evolução das plantas daninhas, conforme descrito no capítulo 3, e continua sendo empregada em muitas áreas.

7.3. CONTROLE FÍSICO

O método de controle físico baseia-se no uso de alguma prática que exerça influência física sobre as plantas daninhas. Dentro do método de controle físico existem diversas práticas de controle físico, destacando-se:

- a) *Inundação* – é o uso da água para controle de plantas daninhas terrestres. Geralmente usado em culturas inundadas, como o

arroz irrigado. Esta prática é eficiente no manejo de espécies de difícil controle, como tiririca (*Cyperus* spp.), grama-seda (*Cynodon dactylon*), capim-quicuí (*Penisetum* spp.), entre outras plantas daninhas anuais. Esta prática causa limitação extrema do fornecimento de oxigênio para as raízes de plantas não adaptadas, causando sua morte;

- b) *Fogo* – a queima da vegetação, normalmente feita com lanças-chamas, é uma prática antiga e de uso limitado no Brasil. Foi muito utilizada em algodão e vem ganhando expressiva conotação principalmente entre praticantes de agricultura orgânica na Europa;
- c) *Cobertura morta (palha ou resíduo vegetal)* – apresenta três efeitos que podem ser benéficos ou maléficos às plantas daninhas. O efeito físico baseia-se no impedimento da germinação de sementes de plantas daninhas em função da limitação de absorção de luz por sementes de plantas fotoblásticas positivas ou, ainda, no impedimento da emergência das plântulas após a germinação, não conseguindo transpassar a camada de palha presente sobre o solo. O efeito biológico, melhorando as condições do solo para o desenvolvimento de micro-organismos que podem auxiliar na quebra de dormência de algumas sementes de plantas daninhas ou mesmo deteriorá-las. Por fim, o efeito alelopático de coberturas vegetais oriundas de plantas que produzam compostos alelopáticos (ver capítulo 6), podendo suprimir o crescimento ou mesmo matar as plantas daninhas sensíveis;
- d) *Solarização* – é uma prática agrícola em que se proporciona a cobertura do solo com filme de polietileno, causando aumento na temperatura, o que, inicialmente, pode estimular a germinação e, em seguida, matar as plântulas; ou ainda pode matar o embrião dentro da semente, diretamente. Normalmente, é utilizada em pequenas áreas de produção de hortaliças, com alto grau de eficiência. Em áreas muito infestadas com tiririca (*Cyperus* spp.) não é recomendada, pois as plantas, ao emergirem, geralmente, furam o filme, causando prejuízos ao agricultor;
- e) *Controle térmico* – baseia-se no uso de altas temperaturas em ambientes aquáticos para controlar plantas daninhas aquáticas.

Não é uma prática muito comum, porém pode ser utilizada, conjuntamente com o controle mecânico, em reservatórios de água. Já foi testada no Brasil, controlando eficientemente plantas como aguapé (*Eichornia crassipes*), tanner-grass (*Urochloa subquadriflora*), alface-d'água (*Pistia stratiotes*) e salvinia (*Salvinia auriculata*) (Marchi et al., 2005).

7.4. CONTROLE BIOLÓGICO

O método de controle biológico baseia-se no uso de inimigos naturais (fungos, insetos, bactérias, vírus, aves, peixes etc.) capazes de reduzir as populações de plantas daninhas e, assim, sua capacidade de competir com as culturas agrícolas. Normalmente, busca-se o equilíbrio populacional entre o inimigo natural e a planta daninha hospedeira. O controle biológico é dividido em três práticas (ou estratégias):

- a) *Inoculativa (Clássica)* – aplicável para o controle de plantas daninhas introduzidas em novas áreas e que estejam separadas geograficamente dos seus inimigos naturais (normalmente insetos ou fungos). É uma estratégia de longo prazo, que visa reduzir e estabilizar a densidade de plantas em determinada área. Para que seja eficiente, o inimigo natural não pode erradicar a planta daninha, mantendo hospedeiro para sua sobrevivência. Os inimigos naturais devem ter coevoluído com as plantas-alvo, devem ser altamente específicos para determinado grupo de plantas e não podem apresentar hospedeiros alternativos. Via de regra, é feita uma introdução em massa do inimigo natural e, essencialmente, o monitoramento frequente do impacto ambiental causado por essa liberação. Um exemplo é o controle de aguapé (*Eichornia crassipes*) por três espécies de insetos (*Neochetina brushi*, *Neochetina eichhorinae* e *Sameodes albiguttalis*) no Sul dos EUA. Outro exemplo, curioso, é o uso de peixes herbívoros não-seletivos, como a carpa, para o controle de plantas daninhas aquáticas submersas, ou mesmo animais de pastejo;
- b) *Inundativa (Bioherbicida)* – conhecida, essencialmente, como estratégia bioherbicida (apesar de a estratégia aumentativa também tratar de bioherbicida). Nesta estratégia, o hospedeiro é eliminado radical e rapidamente, mas não erradicado, sendo

que o inimigo natural (normalmente fungos ou bactérias) é liberado toda vez que a população do hospedeiro retoma seu crescimento. O inóculo do patógeno (bioherbicida) é aplicado através de métodos convencionais de aplicação de produtos fitossanitários, cria rápida epidemia da doença e leva as plantas à morte. Como o patógeno não sobrevive nos restos vegetais, o mesmo deve ser reaplicado quando as plantas crescerem novamente. O bioherbicida 'De Vine[®]' (formulado com o fungo *Phytophthora palmivora*) foi desenvolvido para o controle de *Morreria adorata*. Outro bioherbicida é o 'Colego[®]' (formulado com o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschynomene*) desenvolvido para o controle de angiquinho (*Aeschynomene virginica*). O bioherbicida 'Biomal[®]' (formulado com o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae*) foi desenvolvido para controle de malva (*Malva pusilla*), enquanto o 'Cass[®]' (formulado com o fungo *Alternaria cassiae*) foi desenvolvido para o controle de fedegoso (*Senna obtusifolia*). Diversos outros fungos têm sido estudados para o desenvolvimento de bioherbicidas. Além dos fungos, bioherbicidas à base de bactérias também têm sido desenvolvidos, como o 'Camperico[®]' (formulado com *Xanthomonas campestris* f.sp. *poeae*) para controle de pastinho-de-inverno (*Poa annua*). Outras bactérias também estão em estudo para o desenvolvimento de novos bioherbicidas;

- c) *Aumentativa* – normalmente usada para inimigos naturais (fungos, geralmente) de difícil produção em larga escala e que são aplicados periodicamente somente em partes das áreas em que se pretende obter controle. É uma prática com características clássicas (ocupação de grande área após aplicação) e inundativas (várias liberações). Procura-se, anualmente, manter a fonte de inóculo no ambiente por meio das liberações de inimigos naturais endêmicos que causarão epidemia da doença na estação de cultivo. Tiriricas (*Cyperus rotundus* e *Cyperus esculentus*) foram controladas eficientemente pela ferrugem (*Puccinia caniculata*), através do bioherbicida 'Dr. Biosedge[®]', registrado nos EUA (Phatak et al., 1987; Tebeest, 1996). Utilizando insetos, tem-se, como

exemplo, o controle de salvinia (*Salvinia molesta*) por liberação periódica do curculionídeo *Cyrtobagous salviniae*.

7.5. CONTROLE QUÍMICO

O método de controle químico baseia-se no uso de produtos químicos visando matar plantas daninhas. Muitos produtos, antes da década de 1940, já eram usados com essa finalidade, como os boratos, o brometo de metila, o cloreto de sódio, o ácido sulfúrico, entre outros. Todos esses produtos apresentavam sérios problemas e riscos, tanto para as culturas como para o ser humano, além de nem sempre serem eficientes ou econômicos, por serem utilizados em grandes quantidades por área aplicada (Deuber, 2006); além de não serem seletivos. Esses produtos não são, essencialmente, produtos de uso agrícola, mas eram utilizados como herbicidas. Nos dias de hoje, já não se usam mais esses produtos na agricultura. Os produtos químicos utilizados para matar plantas daninhas passaram a ser desenvolvidos a partir da década de 1940 e são, hoje, os principais defensivos agrícolas comercializados no mundo, os herbicidas sintéticos.

No final do século XIX, iniciaram-se as primeiras pesquisas com controle químico de plantas daninhas, utilizando sais de cobre para o controle de algumas eudicotiledôneas. No início do século XX, o sulfato ferroso foi testado para o controle dessas plantas em trigo. Mas foi apenas durante a Segunda Guerra Mundial que cresceu o interesse em produzir herbicidas, primeiramente para desfolhar florestas. Por volta de 1942, foi descoberto o 2,4-D, dando início a produção de herbicidas em escala comercial. A partir de 1950, surgiram herbicidas dos grupos amidas, carbamatos, triazinas etc. Com o desenvolvimento de novos produtos e com a adoção do controle químico como o principal método de controle de plantas daninhas, hoje, quase 50% dos defensivos agrícolas comercializados são herbicidas.

A grande aceitação do uso de herbicidas deve-se a alguns fatores (atribuídos como vantagens em relação aos outros métodos), destacando-se, segundo Silva e Silva (2007):

- a) menor dependência de mão de obra, que é cada vez mais cara e difícil de ser encontrada;
- b) rápido, prático e eficiente;
- c) o controle é eficiente, mesmo em épocas chuvosas;

- d) pode ser usado com eficiência mesmo na linha de plantio, sem danificar o sistema radicular da cultura;
- e) permite o cultivo mínimo ou plantio direto;
- f) pode controlar plantas daninhas de reprodução vegetativa.

O ideal é que o controle químico fosse usado apenas como auxiliar aos demais métodos, porém, em muitos casos, os produtores usam apenas o método químico, gerando alguns problemas. As principais desvantagens do controle químico em relação aos outros métodos, segundo Silva e Silva (2007), são:

- a) exigência de mão de obra mais qualificada e técnica;
- b) poluição ambiental (de solos, rios, lençol freático etc);
- c) presença de resíduos em alimentos, causando riscos para o ser humano e para os animais;
- d) manutenção de resíduo no solo, podendo causar danos a culturas subsequentes;
- e) risco de deriva, causando danos em culturas vizinhas;
- f) propensão à seleção de plantas tolerantes e/ou resistentes.

Nas principais culturas agrícolas, cultivadas extensivamente, os herbicidas são utilizados como o principal método de controle de plantas daninhas, como comentado. Hoje em dia, alguns herbicidas destacam-se em importância e quantidade utilizada, dependendo da cultura. O principal herbicida utilizado no Brasil e no mundo é o glyphosate. Outros herbicidas também têm se destacado, principalmente com o aparecimento de azevém e buva resistentes a glyphosate, como: metsulfuron-methyl (Ally), glufosinate-ammonium (Finale), flumioxazin (Flumyazin), iodosulfuron-methyl (Hussar), clodinafop-propargil (Topic), 2,4-D (vários), paraquat (Gramoxone), chlorimuron-ethyl (Classic), clethodim (Select), diclosulan (Spider), cloransulan-methyl (Pacto), atrazine (vários), tembotrione (Soberan), nicosulfuron (Sanson), mesotrione (Callisto), fomezafen (Flex), bentazon + imazamox (Amplo), entre outros.

7.5.1. Tipos de herbicidas

Existem vários tipos de herbicidas, que podem ser classificados de diversas maneiras.

Quanto ao espectro de ação e à seletividade, os herbicidas podem ser: graminícidias (controlam gramíneas, principalmente), graminícidias exclusivos (controlam gramíneas, essencialmente, sendo seletivos para eudicotiledôneas), latifolicidas (controlam eudicotiledôneas, principalmente), latifolicidas exclusivos (controlam eudicotiledôneas, essencialmente, sendo seletivos para monocotiledôneas), ou de amplo espectro (controlam tanto monocotiledôneas quanto eudicotiledôneas, sendo não-seletivos).

Quanto à translocação nas plantas, os herbicidas podem ser: tópicos ou de contato (após serem absorvidos, atuam próximo ao local de absorção, apresentando translocação insignificante) ou sistêmicos (após serem absorvidos, podem atuar longe do local de absorção, apresentando translocação significativa).

Quanto à época de aplicação, os herbicidas podem ser: pré-emergentes (aplicados antes da emergência) ou pós-emergentes (aplicados após a emergência das plantas daninhas).

7.5.2. Absorção, translocação e detoxificação

A absorção de herbicidas está relacionada ao modo de aplicação. Herbicidas aplicados no solo podem ser absorvidos pelas raízes ou outros órgãos subterrâneos (bulbos, tubérculos, rizomas e estolão) de plantas já emergidas, ou mesmo ser absorvidos por primórdios foliares ou radiculares da plântula em emergência. Herbicidas aplicados na parte aérea podem ser absorvidos pelas folhas ou mesmo pelo caule.

A translocação de herbicidas pode ocorrer através do xilema (apoplástica), do floema (simplástica) ou ambos (apossimplástica). No xilema, a translocação do herbicida acompanha o fluxo de seiva bruta, obedecendo ao fluxo transpiratório da planta. No floema, a translocação do herbicida acompanha o fluxo de fotoassimilados da planta produzidos na fotossíntese.

A detoxificação de herbicidas é a degradação do produto em metabólitos menos tóxicos ou atóxicos, após a absorção. Existem várias enzimas envolvidas no processo de detoxificação de herbicidas, destacando-se: cytP450m (citocromo-P450-monooxigenases), SOD (superóxido dismutase), GT (glicosil transferases), MT (malonil transferases), GST (glutathiona-S-transferases), entre outras.

7.5.3. Mecanismo de ação

Mecanismo de ação é primeiro evento metabólico (sítio de ação) das plantas onde o herbicida atua. Vários são os mecanismos de ação existentes, destacando-se, no Brasil, herbicidas:

- a) *Inibidores da ACCase* – inibem a ação da enzima acetil coenzima A carboxilase, que catalisa a reação de conversão da Acetil-CoA em Malonil-CoA, precursor de ácidos graxos. São graminicidas exclusivos, destacando-se clodinafop-propargyl (Topik), haloxyfop-p-ethyl (Verdict), fluazifop-p-buthyl (Fusilade), clethodim (Select), sethoxydim (Poast), entre outros;
- b) *Inibidores da ALS ou AHAS* – inibem a ação da enzima acetolactato sintase, que catalisa as reações de condensação de piruvato em acetolactato, precursor de valina e leucina, e de piruvato+cetobutirato em acetohidroxiburitato, precursor de isoleucina. Destacam-se os herbicidas: chlorimuron-ethyl (Classic), metsulfuron-methyl (Ally), nicosulfuron (Sanson), imazethapyr (Pivot), cloransulam-methyl (Pacto), diclosulam (Spider), flumetsulam (Scorpion), pyritiobac-sodium (Staple), entre outros;
- c) *Inibidores do FSII* – inibem o transporte de elétrons no fotossistema II, ligando-se à proteína D1 onde se acopla à plastoquinona, havendo formação de radicais livres e destruição do cloroplasto. Destacam-se os herbicidas: atrazine (Gesaprim, Atrazina Nortox etc.), metribuzin (Sencor), amicarbazone (Dinamic), bentazon (Basagran), diuron (Diuron Nortox, Cention etc.), linuron (Afalon), tebuthiuron (Combine), propanil (Spada, Stam), entre outros;
- d) *Inibidores do FSI* – inibem o transporte de elétrons no fotossistema I, ligando-se aos transportadores ferredoxina, havendo formação de radicais livres e destruição do cloroplasto. Paraquat (Gramoxone) e diquat (Reglone) são os herbicidas desse mecanismo de ação;
- e) *Inibidores da PROTOX (ou PPO)* – inibem a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase, que catalisa a conversão de protoporfirionênio IX em protoporfirina IX, precursor de clorofilas e citocromos. Ocorre, ainda, formação de radicais livres que destroem membranas da célula. Destacam-se os

- herbicidas: fomezafen (Flex), lactofen (Cobra e Naja), oxyfluorfen (Goal), flumioxazin (Flumizin), oxadiazon (Ronstar), carfentrazone-ethyl (Aurora), sulfentrazone (Boral), etc;
- f) *Inibidores da HPPD* – inibem a ação da enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase, que catalisa a conversão de 4-hidroxifenilpiruvato em homogentisato, precursor de plastoquinona que, por sua vez, é requerida para a síntese de carotenoides. Há destruição de clorofilas e formação de radicais livres e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), destruindo membranas. Destacam-se os herbicidas: mesotrione (Callisto) e izoxaflutole (Provence);
- g) *Inibidores da biossíntese de carotenoides (não-HPPD)* – inibem a ação de uma enzima desconhecida que atua na rota metabólica da síntese de carotenoides, causando os mesmos efeitos dos Inibidores de HPPD. Destaca-se o herbicida clomazone (Gamit);
- h) *Inibidores da EPSPs* – herbicidas de amplo espectro que inibem a ação da enzima 5-enolpiruvil chiquimato-3-fosfato sintase, que catalisa a conversão de chiquimato-3-fosfato + fosfoenolpiruvato em 5-enolpiruvil chiquimato-3-fosfato, precursor de fenilalanina, tirosina e triptofano. Destaca-se o herbicida glyphosate (Roundup, Glifosato Nortox etc.);
- i) *Inibidores da GS* – herbicidas de amplo espectro que inibem a ação da enzima glutamina sintetase, que catalisa a conversão de conversão do glutamato em glutamina, precursor de asparagina, histidina e triptofano. Destaca-se o herbicida glufosinate-ammonium (Finale);
- j) *Inibidores do arranjo de microtúbulos* – atuam inibindo a formação das fibras dos microtúbulos, impedindo a movimentação dos cromossomos e causando, assim, a interrupção da divisão celular na Prófase. Destacam-se os herbicidas: trifluralin (Premerlin, Trifluralina Nortox etc.) e pendimethalin (Herbadox);
- k) *Inibidores da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa* – o mecanismo exato de ação ainda não é conhecido, mas se sabe que afetam a síntese proteica, inibindo, assim, a divisão celular. Destacam-se os herbicidas: alachlor (Laço, Alaclor Nortox) e s-metolachlor (Dual Gold);

- l) *Inibidores da biossíntese de lipídeos (não-ACCase)* – atuam inibindo a síntese de lipídeos, proteínas, isoprenoides e flavonoides, mas o mecanismo exato de ação não é conhecido. Destacam-se os herbicidas: molinate (Ordram) e thiobencarbe (Saturn);
- m) *Mimetizadores de auxinas (ou Auxinas sintéticas)* – apresentam ação semelhante à auxina, porém potencializada, induzindo mudanças metabólicas e bioquímicas no metabolismo de ácidos nucleicos e na plasticidade da parede celular. Destacam-se os herbicidas: 2,4-D (Aminol, DMA, Navajo), quinclorac (Facet) e triclopyr (Garlon);
- n) *Mecanismo desconhecido* – o MSMA é um herbicida cujo mecanismo de ação ainda não foi descrito.

Misturas formuladas de herbicidas também são comercializadas no Brasil, como:

- a) clethodim + fenoxaprop-p-ethyl (Podium), ambos Inibidores de ACCase;
- b) imazapic + imazethapyr (Only), ambos são herbicidas Inibidores de ALS;
- c) imazamox + bentazon (Ampló), sendo imazamox um Inibidor de ALS e bentazon um Inibidor de FSII;
- d) imazaquin + pendimethalin (Squadron), sendo imazaquin um Inibidor de ALS e pendimethalin um Inibidor do arranjo de microtúbulos;
- e) ametryn + clomazone (Sinerge), sendo ametryn um Inibidor de FSII e clomazone um Inibidor da biossíntese de carotenoides;
- f) alachlor + atrazine (Boxer), sendo alachlor um Inibidor da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa e atrazine um Inibidor de FSII;
- g) atrazine + simazine (Primatop), ambos Inibidores de FSII;
- h) diuron + paraquat (Gramocil), sendo diuron um Inibidor de FSII e paraquat um Inibidor de FSI;
- i) fluazifop-p-butyl + fomesafen (Fusiflex e Robust), sendo fluazifop-p-butyl um Inibidor de ACCase e fomesafen um Inibidor de PROTOX;
- j) glyphosate + imazethapyr (Alteza), sendo glyphosate um Inibidor de EPSPs e imazethapyr um Inibidor de ALS;

- k) atrazine + s-metolachlor (Primaiz e Primestra Gold), sendo atrazine um Inibidor de FSII e s-metolachlor um Inibidor da biossíntese de ácidos graxos de cadeia muito longa;
- l) molinate + propanil (Arrozan), sendo molinate um Inibidor de lipídeos (não-ACCase) e propanil um Inibidor de FSII;
- m) 2,4-D + picloran (Manejo e Tordon) e fluroxypir + picloran (Plenum), todos Mimetizadores de auxina.

7.5.4. Resistência de plantas daninhas a herbicidas

Resistência é a capacidade adquirida por um grupo de indivíduos dentro de uma população (biótipo) em sobreviver e se reproduzir após exposição ao herbicida que controla outros indivíduos da mesma espécie (Christoffoleti et al., 2008). A pressão de seleção exercida por aplicações frequentes do mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, por longo tempo, ocasionam a seleção dos biótipos resistentes, levando a população de plantas de determinada espécie a se tornar resistente a esses produtos.

As plantas daninhas podem apresentar diferentes mecanismos de resistência, entre eles: (i) perda de afinidade do herbicida com seu sítio de ação devido a mutações; (ii) superprodução de enzimas do sítio de ação devido à sobre-expressão de genes; (iii) detoxificação do herbicida por ação de enzimas; e (iv) redução na absorção ou na translocação devido à imobilização de herbicidas em membranas ou na cutícula e, também, devido ao sequestro do herbicida no vacúolo (compartmentalização).

No Brasil, foram identificados alguns casos de resistência, destacando-se, atualmente, a resistência de:

- a) Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) a imazapic e imazethapyr;
- b) Azevém (*Lolium multiflorum*) a glyphosate, clethodim e iodosulfuron-methyl;
- c) Buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis*) a glyphosate;
- d) Capim-amargoso (*Digitaria insularis*) a glyphosate;
- e) Capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) a bispyribac-sodium, imazethapyr, penoxsulam e quinclorac;
- f) Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) a acifluorfen-sodium, cloransulam-methyl, chlorimuron-ethyl, diclosulam, flumetsulam,

- flumiclorac-pentyl, fomesafen, imazamox, imazaquin, imazethapyr, lactofen, metsulfuron-methyl e nicosulfuron;
- g) Sagitária (*Sagittaria montevidensis*) a bentazon, bispyribac-sodium, ethoxysulfuron, imazethapyr, metsulfuron-methyl, penoxsulam e pyrazosulfuron-ethyl.

7.6. PREVENÇÃO

A prevenção envolve o uso de práticas que visam reduzir ou não aumentar o banco de disseminulos das plantas daninhas em determinado ambiente. A prevenção pode envolver o uso de outros métodos de controle para prevenir a ocorrência das plantas daninhas e sua disseminação nas áreas, envolvendo três situações básicas:

- a) limitação da entrada de estruturas reprodutivas de espécies plantas daninhas de outras que não ocorrem na área em questão;
- b) limitação da entrada de estruturas reprodutivas de espécies de plantas daninhas presentes na área, oriundas de outras áreas;
- c) limitação da disseminação de espécies de plantas daninhas presentes na própria área.

Diversas são as práticas de prevenção utilizadas no manejo de plantas daninhas, destacando-se:

- a) limpeza de equipamentos, ferramentas, implementos e máquinas agrícolas utilizadas no manejo das culturas, principalmente quando são deslocados de uma área para outra;
- b) limpeza de roupas, sapatos e EPIs antes da entrada na lavoura;
- c) uso de sementes e mudas certificadas, para garantir que não haja contaminação do lote de sementes e mudas com sementes de plantas daninhas;
- d) uso de esterco muito bem fermentado, pois, no processo de fermentação, as sementes das plantas daninhas podem ser deterioradas;
- e) limpeza dos canais de irrigação, para evitar que as plantas daninhas proliferem-se na beira desses locais e que, em seguida, sejam disseminadas pela água de irrigação;

- f) manter animais em quarentena, pois podem trazer sementes de plantas daninhas no seu aparelho digestório (inclusive, quebrando sua dormência em função da ação dos ácidos presentes no trato intestinal).

Plantas com sementes muito pequenas e dotadas de estruturas de dispersão são facilmente disseminadas, como picão-preto (*Bidens* spp.), buva (*Coryza* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) etc. Por outro lado, sementes de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e arroz-vermelho (*Oryza sativa*) são facilmente disseminadas juntamente com as sementes de arroz.

7.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE MANEJO INTEGRADO

O manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) consiste no uso integrado de dois ou mais métodos efetivos de controle de plantas daninhas. Diferentemente do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e de Doenças (MID), o MIPD ainda não possui base científica sólida em ecologia de populações que permita determinar, satisfatoriamente, os níveis populacionais críticos para realizar o controle das plantas daninhas.

O MIPD visa associar Prevenção a métodos de curto prazo (mecânicos, físicos e químico) e métodos de longo prazo (cultural e biológico), visando: otimizar o controle de diferentes espécies de plantas daninhas com distintas características; reduzir custos com o controle de plantas daninhas e, conseqüentemente, reduzir o custo de produção; diminuir o impacto ambiental causado pelo uso excessivo de herbicidas; e dar mais segurança ao trabalhador rural e ao consumidor.

Normalmente, plantas daninhas anuais são controladas eficientemente com herbicidas ou capinas. Já plantas daninhas perenes, principalmente com reprodução vegetativa, normalmente, são de mais difícil controle, em que a integração de diferentes métodos de controle é mais eficaz no manejo dessas plantas. Por exemplo, a tiririca (*Cyperus rotundus*), que se propaga vegetativamente por meio de tubérculos, é uma planta cujo controle químico é pouco eficiente; além disso, o controle mecânico pode acarretar aumento na densidade populacional da espécie. Para essa planta daninha, a integração do controle mecânico na época seca com a aplicação de herbicidas na

época úmida tem apresentado controle eficiente. O uso de culturas de cobertura e, subsequente, dessecação, deixando uma camada de palha sobre o solo, também é um exemplo de integração eficiente para controle de tiririca.

Em culturas perenes, principalmente, a utilização de controle mecânico (roçada) na entrelinha e aplicação de herbicidas na linha de plantio é uma integração muito utilizada. O consórcio entre culturas também é um exemplo de MIPD, como ocorre no sistema agricultura-pecuária (forrageira-lavoura), em hortaliças ou mesmo culturas perenes e anuais (no primeiro ano) etc. No cultivo de arroz irrigado, o manejo da água e a aplicação de herbicidas representa outra eficiente estratégia de MIPD.

Por fim, um comentário adicional deve ser feito. A prática cultural de rotação de culturas (desde que realmente feita, não apenas sucessão de culturas), por si só, representa, na visão do autor, uma estratégia de MIPD. Isso decorre de todo o sistema de manejo das culturas envolvidas na rotação, desde o preparo do solo, tratamentos fitossanitários, uso de diferentes espaçamentos e herbicidas, cobertura vegetal (viva e morta) do solo, épocas distintas de plantio e colheita etc. Portanto, há integração da Prevenção com diferentes métodos de controle, mesmo sem o produtor se dar conta disso, caracterizando o MIPD.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, L. B. **Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas**. Edição do autor, Jaboticabal, 2011. 58 p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-EVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S. J. P.; CATANEO, A. C.; CARVALHO, J. C.; MOREIRA, M. S. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. HRAC-BR: Piracicaba, 2008. 120 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. 2. ed. FUNEP: Jaboticabal, 2006. 452 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Edição dos autores: Londrina, 2005. 591 p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV: Viçosa, 2007. 367 p.

USASK – University of Saskatchewan. **Weed control and herbicide research**. Disponível em: <http://www.weedsresearch.usask.ca>. Acesso em: diversas datas.

VARGAS, L. V.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Embrapa Trigo: Passo Fundo, 2008. 780 p.

ZIMDAHL, R. L. **Fundamentals of weed science**. 3. ed. Academic Press: Burlington, 1999. 520 p.

NA - Todas as informações contidas nesta obra, com exceção, logicamente, das opiniões e conceitos próprios do autor, foram descritas com base em diversos livros já publicados e sites importantes sobre plantas daninhas, cujas referências bibliográficas estão aqui descritas. A referência bibliográfica das citações feitas no corpo do texto é encontrada nas referências citadas em BIBLIOGRAFIA.

PLANTAS DANINHAS foi elaborado para atender a demanda básica dos alunos de cursos de Agronomia por um livro texto simples e dinâmico que explora todos os temas envolvendo plantas daninhas e seu manejo e organiza as ideias e os conceitos de maneira concisa e de fácil e rápido entendimento.

e-ISBN

978-85-912712-2-1