

Biologia de Plantas Daninhas

Alexandre Magno Brighenti
Maurílio Fernandes Oliveira

1. Introdução

Os termos “plantas invasoras”, “plantas daninhas” e “ervas daninhas” têm sido empregados indistintamente na literatura brasileira. Essas plantas são também designadas como plantas ruderais, plantas silvestres, mato ou inço. Entretanto, todos estes conceitos baseiam-se na sua indesejabilidade em relação a uma atitude humana. Um conceito amplo de planta daninha a enquadra como toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada. Com relação ao termo erva daninha, bastante utilizado, deveria ser evitado como termo geral, uma vez que implica em considerá-las como plantas herbáceas, o que não é totalmente verdadeiro. Pelo menos 20% das espécies daninhas não são herbáceas, sendo arbustivas ou até arbóreas, como a maioria das plantas daninhas de pastagens (Lorenzi, 1991). Embora não se possa dizer, a priori, se uma planta é ou não daninha, devido ao próprio conceito estabelecido levando em conta as atitudes humanas, algumas têm sido ditas plantas daninhas “comuns” e outras plantas daninhas “verdadeiras”. As plantas daninhas comuns são aquelas que não possuem habilidade de sobreviver em condições adversas. É o que ocorre, por exemplo, num sistema de semeadura direta com o binômio milho/soja, quando, na época da semeadura da leguminosa, ocorre a emergência de plantas de milho provenientes das sementes que não foram colhidas na safra anterior. Essas plantas são chamadas de voluntárias ou, popularmente, denominadas de “tiguera” ou “plantas guachas”. Por outro lado, as plantas daninhas verdadeiras apresentam determinadas características que permitem fixá-las como infestantes ou daninhas (Marinis, 1972). São plantas não melhoradas geneticamente, que apresentam capacidade de crescer em condições adversas, tais como ambientes desérticos ou alagados, em ambientes com temperaturas baixas ou altas e solos salinos. Apresentam rusticidade, resistência a pragas e doenças, habilidade de produzir grande número de sementes viáveis com adaptações que auxiliam na dispersão da espécie e formas variadas de multiplicação (tubérculos, estolões, rizomas e bulbos).

2. Origem e Evolução das Plantas Daninhas

A existência das plantas daninhas remonta da Antiguidade, quando as nossas plantas cultivadas viviam no estado silvestre. A domesticação das plantas úteis foi muito lenta e inicialmente a sua exploração era extractiva. Nem mesmo a eliminação das plantas daninhas que cresciam junto à cultura era realizada, pois, uma vez que possuíam agressividade, eram capazes de sobreviver nestas condições, sem sofrerem prejuízos decorrentes da concorrência.

O homem, com o passar do tempo, veio melhorando as espécies úteis, retirando-lhes gradativamente a agressividade necessária para viverem sozinhas. A natureza, por sua vez, agiu sobre as plantas silvestres imprimindo-lhes uma seleção no sentido de torná-las cada vez mais eficientes quanto à sobrevivência.

Acredita-se, também, que as plantas daninhas originaram-se, inicialmente, com distúrbios naturais tais como glaciações, desmoronamentos de montanhas e a ação de rios e mares (Muzik, 1970).

Na realidade, as plantas daninhas surgiram quando o homem iniciou suas atividades agrícolas, separando as benéficas (plantas cultivadas) das malélicas (plantas daninhas). De maneira que as plantas daninhas encontram-se onde está o homem, porque é ele que cria o ambiente favorável a elas. O homem é, provavelmente, o responsável pela evolução das plantas daninhas, bem como das plantas cultivadas.

Baker (1974) descreveu a influência do homem na evolução das plantas daninhas propondo três teorias: (i) espécies selvagens foram se adaptando e sendo selecionadas pelo contínuo distúrbio do habitat; (ii) hibridações entre espécies selvagens e raças cultivadas de espécies domesticadas e (iii) espécies que foram abandonadas no processo de domesticação.

Dentre as formas de coevolução das plantas daninhas com as plantas cultivadas destacam-se a mimetização das plantas daninhas com as culturas, a mudança da flora em função da pressão de seleção causada pelos métodos de controle e a resistência de plantas daninhas a herbicidas.

A mimetização das plantas daninhas e plantas cultivadas é caracterizada pela semelhança entre estas espécies. Quanto maior a semelhança, maior será a dificuldade de controle. Um exemplo típico ocorre com a cultura do arroz e o capim-arroz (*Echinochloa* spp.). Nesta mesma situação, encontram-se o arroz vermelho e o arroz cultivado, ambos *Oryza sativa* (Barret, 1983).

À medida que as práticas culturais mudam, as espécies de plantas daninhas menos adaptadas a estas práticas tendem a diminuir ou desaparecer, ao passo que as mais adaptadas que, normalmente, estavam em menor frequência no início, passam a dominar a área (Radosevich et al., 1997). Um exemplo característico é o que vem acontecendo com as culturas geneticamente modificadas, como a soja transgênica resistente ao glyphosate.

Mesmo sendo um herbicida que controla um grande número de espécies daninhas, existem outras com alto grau de tolerância ao glyphosate como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), a corda-de-violão (*Ipomoea* spp.), a erva-de-touro (*Tridax procumbens*), o agriãozinho (*Synedrellopsis grisebackii*) e outras.

Repetidas aplicações de um mesmo herbicida ou herbicidas de mesmo mecanismo de ação podem causar uma pressão de seleção em indivíduos resistentes, que ocorrem em baixa frequência. O favorecimento do aumento da população de biótipos de espécies daninhas resistentes por meio da pressão tende a tornar tais biótipos dominantes na população (Christoffoleti et al., 2008).

3. Aspectos Positivos e Negativos das Plantas Daninhas

3.1 Aspectos positivos

As plantas daninhas não devem ser vistas sempre como inimigas ou indesejáveis. Muitas vezes, devem ser encaradas como aliadas. As características benéficas encontradas nas espécies podem ser muitas, sendo a descoberta destas utilidades o objetivo de muitos estudos científicos.

A proteção do solo contra a erosão é um dos aspectos mais significativos das plantas daninhas. Também, a cobertura do solo é importante no sistema de semeadura direta, utilizando-se, neste caso, plantas como o milheto (*Pennisetum americanum*) (Ruedell, 1995). Outro ponto favorável a ser considerado é que quando se controlam as plantas daninhas por métodos manuais, mecânicos ou químicos, a cobertura morta sobre o solo reduz o aquecimento da superfície pela radiação solar e auxilia a retenção de umidade. Essa cobertura morta, quando em decomposição, incrementa os teores de matéria orgânica e nutrientes do solo. Pode, ainda, reduzir a germinação de novas plantas daninhas, tanto pelo efeito físico de sombreamento do solo quanto pela liberação de substâncias químicas com efeito alelopático.

Espécies de leguminosas como *Desmodium* spp., *Crotalaria* spp. e *Stylosanthes* spp. fixam nitrogênio através de bactérias em simbiose, elevando os teores disponíveis deste nutriente para as plantas. Além disso, espécies como o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e a crotalaria podem ser utilizadas como adubação verde.

As algas, por exemplo, são organismos aquáticos que surgiram muito antes das plantas terrestres. No Brasil, podem ser encontradas algas dos gêneros *Chlorella* e *Pithophora* em diversos ambientes aquáticos. Servem de alimento a vários organismos pois fazem parte do plâncton vegetal. São ricas em vitaminas e sais minerais, tendo cerca de 65% de proteínas, com praticamente todos os aminoácidos. Preparados desidratados de algas podem ser acrescidos às farinhas e alimentos. Também a azola apresenta aspectos positivos. Esta vive em simbiose com a bactéria *Anabaena azolla*,

que fixa N_2 da atmosfera, sendo utilizada na alimentação de animais e enriquecimento do solo.

Muitas plantas são apreciadas na ornamentação de aquários e lagos. Em coleções de água, espécies como o pinheirinho d'água (*Myriophyllum aquaticum*) e a alface d'água (*Pistia stratiotes*) oferecem proteção para os peixes, além de servirem de alimento para animais aquáticos. Essa espécie tem sido utilizada como alimento no confinamento do peixe-boi da Amazônia (Kissmann, 1997).

Outras espécies de plantas fornecem óleos essenciais utilizados em perfumaria como o patchouli (*Pogostemon patchouli*) e a lavanda (*Lavandula* spp). Também, certos medicamentos são produzidos a partir de espécies vegetais. Xaropes contra ataques de asma são processados a partir do rubim (*Leonurus sibiricus*). Macerações e infusões feitas a partir do cordão-de-frade (*Leonotis nepetaefolia*) têm sido usadas em banhos para cura de doenças. Extratos e chás de certas espécies relaxam a musculatura. A malva (*Malva parviflora*) é muito utilizada na farmacopéia popular devido a sua propriedade antiinflamatória. Extratos de raízes de língua-de-vaca (*Rumex obtusifolia*) são utilizados como laxativos. Chás de carqueja (*Baccharis trimera*) estimulam o aparelho digestivo. Além disto, esta espécie possui uma substância denominada lactona que tem ação contra cercárias de *Schistosoma mansoni*. As lactonas também têm ação letal sobre *Biomphalaria glabrata*, hospedeiro do *S. mansoni*. Também inibem o crescimento do *Tripanosoma cruzi*, protozoário causador da Doença de Chagas.

As plantas daninhas são fontes opcionais de vitaminas, sais minerais e amido. Muitas delas podem ser incluídas em nossa mesa e são apreciadas desde longa data como a beldroega (*Portulaca oleracea*), a serralha (*Sonchus oleraceus*) e o caruru (*Amaranthus retroflexus*). Doces, geléias e tortas podem ser feitos por meio dos frutos da amora-brava e joá-de-capote, plantas daninhas típicas de pastagens. Dos rizomas da taboa são feitas farinhas utilizadas como alimento humano em épocas de escassez de alimentos. Sementes do fedegoso são utilizadas na produção de uma bebida que pode substituir o café em algumas regiões do Brasil (Brandão et al., 1985a). A tiririca (*Cyperus esculentus*), considerada uma das plantas daninhas mais indesejáveis, apresenta algumas utilidades. Seus tubérculos são comestíveis e deles são produzidos refrescos em países como a Espanha. Diversas espécies de cactos são aproveitadas para produção de frutos, os chamados “figos da Índia”. E em regiões secas do nordeste brasileiro, as palmas-forrageiras são bastante utilizadas na alimentação animal e, até mesmo, humana, durante a escassez de chuvas e falta de alimentos. Outras fornecem temperos para alimentação humana como a menta (*Mentha* spp.) e a sálvia (*Salvia officinalis*).

Várias espécies possuem características apícolas, podendo fornecer néctar (plantas nectaríferas) e pólen (plantas poliníferas) (Brandão et al.,

1985a). Algumas acumulam as duas funções sendo néctar-poliníferas. Devido a grande adaptabilidade das plantas daninhas às condições edafoclimáticas, podem ser cultivadas em diversas regiões objetivando a produção de néctar e pólen em períodos de escassez daquelas plantas tradicionalmente consideradas apícolas. Espécies, como a orelha-de-urso (*Stachys arvensis*), a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), o assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), a guanxuma (*Sida rhombifolia*), a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e a nabiça (*Raphanus raphanistrum*) apresentam potencial melífero.

Algumas espécies são cultivadas por curiosidade e também por motivo de estudos científicos em função da capacidade de aprisionar e digerir pequenas formas de vida animal, como o mururé (*Utricularia reniformis*) (Kissmann, 1995).

A guanxuma (*Sida rhombifolia*), a malvinha (*Sida acuta*) e o carrapicho-da-calçada (*Triumfetta semitriloba*) apresentam aspectos positivos, devido à existência de fibras resistentes, semelhantes à juta, utilizadas para cordoaria.

As cordas-de-viola (*Ipomoea* spp.), o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) e a maria-gorda (*Talinum paniculatum*) são utilizadas como espécies ornamentais. Também os cactos são plantas de belo aspecto, possuindo valor ornamental.

Folhas secas e moidas de chumbinho (*Lantana camara*), distribuídas sobre batata armazenada, são utilizadas no controle de traças.

O sapé (*Imperata brasiliensis*) serve como cobertura de casas e abrigos rústicos devido à decomposição lenta e o formato regular de suas folhas. Plantas de capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) são muito usadas em coberturas de construções rurais e enchimento de cangalhas e camas de animais (Kissmann, 1991). Painas com fibras sedosas de frutos do oficial-de-sala (*Asclepias curassavica*) são, também, muito utilizadas para enchimento de almofadas.

Algumas espécies de gramíneas são tidas como excelentes forrageiras. O capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*) e o capim-colonião (*Panicum maximum*) possuem alto valor nutricional quando utilizados como alimento para o gado, além de suportar o pisoteio dos animais. Na Amazônia, esta forrageira é utilizada na alimentação do peixe-boi, quando em cativeiro. O mentrasto (*Ageratum conyzoides*) abriga uma espécie de ácaro (*Amblyseius newsami*) predadora do ácaro vermelho dos citros (*Panonychus citri*), ocorrendo menor incidência destes insetos nos pomares cítricos, quando na presença desta espécie vegetal, podendo ser utilizado em programas de manejo integrado de pragas.

As plantas daninhas representam, também, um imenso banco de germoplasma que pode ser explorado para fins de melhoramento genético.

3.2 Aspectos negativos

Apesar de se constatar inúmeras utilidades em algumas espécies daninhas, outras interferem na saúde do homem e nas suas atividades, causando sérios prejuízos. Diretamente, elas podem afetar a saúde humana por causarem intoxicações alimentares como a flor-das-almas (*Senecio brasiliensis*) e comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia maculata*). A mamona (*Ricinus communis*) apresenta nas suas sementes uma substância chamada ricina que, quando ingerida por crianças e adultos em quantidades elevadas, pode levar à morte. A ocorrência de alergias é comum na presença de pólen da grama-seda (*Cynodon dactylon*), capim-massambará (*Sorghum halepense*), losna-branca (*Parthenium hysterophorus*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*). São também frequentes as dermatites e irritações da pele causadas por urtiga (*Jatropha urens*).

As espécies infestantes causam problemas em rodovias e ferrovias, reduzindo a visibilidade. Pessoas inescrupulosas podem atear fogo às plantas secas que margeiam as estradas, principalmente durante a época mais seca do ano, não raro provocando sérios acidentes. Em logradouros públicos, impedem a recreação infantil, além de servir como *habitat* para animais peçonhentos. Tiram a beleza de parques e jardins e podem reduzir o valor da terra em função da presença de espécies de difícil controle. O carrapicho beijo-de-boi ou pega-pega (*Desmodium* spp.) é comum em gramados, prejudicando sua estética e finalidade.

Terras infestadas com plantas daninhas de difícil controle, principalmente espécies perenes como a grama-seda (*Cynodon dactylon*), tem seu valor reduzido. Outras espécies perenes podem inviabilizar a exploração agrícola ou obrigar o agricultor a mudar de área, como no caso da tiririca (*Cyperus rotundus*) interferindo em áreas destinadas ao cultivo de olerícolas.

Espécies como o aguapé (*Eichhornia crassipes*) e a alface d'água (*Pistia stratiotes*) impedem a navegação e a recreação em mananciais aquáticos. Essas duas espécies são flutuantes livres, comuns em ambientes aquáticos. Devido a grande capacidade reprodutiva, podem causar efeitos indesejáveis caso não sejam manejadas adequadamente (Gelmini, 1996). A presença da taboa (*Typha angustifolia*) é indesejável em represas e lagos pois esta espécie invade toda a área, reduzindo as dimensões do espelho d'água, impossibilitando o seu uso para lazer e pescaria. Há casos em que a presença de algas, em grande número, causa problemas na utilização da água, conferindo-lhe sabor desagradável e tornando-a imprópria para o consumo humano e animal. As plantas aquáticas também são responsáveis pela proliferação do hospedeiro do agente causal da esquistossomose. Algumas plantas que acumulam água na sua base, como as espécies da família Bromeliaceae, podem hospedar insetos que transmitem doenças.

Em pastagens, as plantas daninhas interferem com as plantas forrageiras reduzindo a capacidade de lotação dos pastos. Espécies espinhosas

como o joá (*Solanum aculeatissimum*) e o arranha-gato (*Acacia plumosa*) podem ferir os animais; outras podem conferir sabor desagradável ao leite se ingeridas por animais em lactação. Plantas como o mio-mio (*Baccharis coridifolia*), a erva-de-rato (*Palicourea marcravi*), o oficial-de-sala (*Asclepias curassavica*) e a samambaia (*Pteridium aquilinum*) podem causar morte de bovinos quando pastejadas por animais recém chegados de áreas isentas destas plantas ou mesmo em épocas de escassez de alimentos.

Contudo, é mesmo na agricultura que as plantas daninhas causam os maiores danos econômicos. Em termos médios, 30% a 40% de redução da produção agrícola mundial é atribuída à interferência das plantas daninhas (Lorenzi, 1991). Além destes prejuízos diretos, a presença das plantas daninhas reduz a eficiência agrícola, aumentando os custos de produção. Causam danos às plantas cultivadas muito maiores que pragas e doenças e constituem-se na maior barreira à produção de alimentos, em muitas regiões do mundo (Muzik, 1970).

Infestações severas de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) dificultam ou, até mesmo, impedem a operação de colheita. Os efeitos sobre a qualidade do produto obtido também são bastante importantes. A qualidade dos grãos diminui quando se colhe o produto juntamente com as plantas daninhas, pois ocorre elevação da umidade e redução da qualidade e da capacidade de armazenamento. Em estudos realizados por Campo et al. (1983), verificam-se os efeitos prejudiciais da infestação de amendoim-bravo em relação ao aumento da umidade de grãos de soja. A umidade dos grãos aumentou de 9,62% para 21,10%, quando o nível de infestação de amendoim-bravo passou de zero para 48 plantas m⁻², respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de umidade e rendimento da soja em função da densidade de infestação de plantas de amendoim-bravo (*E. heterophylla*) (plantas m⁻²). Fonte: Campo et al. (1983).

Níveis de Infestação	Número de plantas de amendoim-bravo	Umidade dos grãos de soja (%)	Rendimento da cultura (kg ha ⁻¹)
0	0	9,62	2555
I	6	15,87	2390
II	17	16,10	2447
III	48	21,10	1678

Além disto, as sementes de plantas daninhas constituem-se em impurezas, devido às misturas mecânicas, reduzindo o valor cultural.

As plantas daninhas são demasiadamente agressivas e várias são as características que expressam essa agressividade. Possuem elevada ca-

pacidade de produção de sementes viáveis e adaptações especiais para disseminá-las, facilitando a dispersão. São plantas que possuem elevada capacidade de competição e atributos específicos que asseguram a perpetuação, tais como dormência e germinação desuniforme. Algumas espécies perenes multiplicam-se, ainda, por diversas maneiras, como no caso da tiririca (*Cyperus rotundus*).

A competição é a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas. Os recursos que mais frequentemente estão sujeitos à competição são nutrientes minerais essenciais, água, luz e espaço. Certas espécies interferem alelopaticamente sobre as plantas cultivadas, causando sérios prejuízos ao seu crescimento, seu desenvolvimento e sua produtividade.

Em soja, algumas espécies se destacam pelo dano que causam à cultura. Uma delas é o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). Essa planta daninha é uma das mais temidas pelos produtores de soja devido à dificuldade de controle. É bastante frequente em todo o Brasil e sua semente germina durante quase todo ano, havendo períodos de maior intensidade em épocas quentes. Emergem a profundidades de até 12 cm, possuindo extraordinária capacidade de multiplicação. Crescem com rapidez, sombreando culturas anuais de crescimento mais lento. Competem intensivamente na absorção de nutrientes e, sendo rica em látex, na colheita de culturas infestadas, ocorre contaminação que permite a fixação de impurezas. A presença desta espécie na cultura da soja causou decréscimo na produtividade da cultura que variou de 2310 a 1376 kg ha⁻¹ para as densidades de 0-10 e 61-70 plantas de amendoim-bravo m⁻², respectivamente (Gazziero et al., 1998).

Outra espécie que recentemente vem se espalhando em diversas regiões produtoras de soja é o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*). Assume grande importância econômica nas lavouras de soja do Sul do Brasil (Voll et al., 1998a). É uma espécie que se instala, preferencialmente, em locais menos perturbados pela ação do homem como linhas de cerca, pomares, terrenos baldios e lavouras perenes. Entretanto, com a expansão da semeadura direta, esta espécie vem preocupando os agricultores pela dificuldade de controle. Além disto, são plantas trepadeiras, possuindo estruturas denominadas gavinhas, que se fixam às plantas de soja, dificultando o processo de colheita.

Também o carrapicho beijo-de-boi ou desmódio (*Desmodium tortuosum*) é uma espécie de introdução recente nas diversas regiões produtoras de soja do Paraná e assume importância econômica quando se observa a cultura instalada no centro-oeste do Brasil (Voll et al., 1998b). Devido à existência de poucos herbicidas, registrados para a cultura da soja, que apresentam controle satisfatório do desmódio, a sua infestação vem aumentando consideravelmente nos últimos anos com séria ameaça a esta cultura.

O capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) são espécies daninhas gramíneas muito frequentes em culturas anuais e perenes no Brasil. São muito competitivas quando presentes em culturas anuais. Na cultura do algodão, as frutificações do capim-carrapicho se prendem às fibras, nos capulhos, havendo desvalorização do produto. Também podem provocar ferimentos em trabalhadores que colhem lavouras infestadas por esta espécie. O capim-amargoso (*Digitaria insularis*), quando desenvolvido, é evitado pelo gado por apresentar substâncias amargas, diminuindo o valor das pastagens. O capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*) é uma espécie muito disseminada na cultura do arroz inundado e de várzea. É, também, hospedeira alternativa de *Piricularia oryzae*, agente causal da brusone do arroz, e hospedeira para diversas espécies de vírus causadores de doenças desta cultura, como o mosaico. Suas sementes são tidas como nocivas toleradas pela legislação brasileira e sua presença em lotes de sementes, acima de um determinado limite, impede a comercialização (Kissmann, 1991). O azevém (*Lolium multiflorum*) é muito competitivo quando infestante de lavouras de trigo. A trapoeraba (*Commelina benghalensis*) é hospedeira de nematóides como *Meloydogyne incognita*, *Pratylenchus pratensis* e do fungo *Piricularia grisea*, bem como hospedeira do vírus da roseta do amendoim e do mosaico do pepino (Brandão et al., 1985b).

4. Características das Plantas Daninhas

Em comunidades estabelecidas, as plantas daninhas possuem baixa capacidade em competir por recursos (nutrientes, água, luz e espaço), sendo encontradas, principalmente, em áreas onde a vegetação natural foi retirada. Essas espécies desenvolveram, ao longo do tempo, características que proporcionam a sobrevivência em ambientes sujeitos aos mais variados tipos e intensidades de limitações ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas. Essas características tornam-se um impedimento à obtenção de um controle eficiente de plantas daninhas, sendo chamadas de características de agressividade. As mais relevantes são as seguintes:

4.1 Habilidade competitiva

As plantas daninhas possuem maior habilidade que as plantas cultivadas no recrutamento de recursos do ambiente como nutrientes, luz, água e CO₂. Os teores de nitrogênio e potássio encontrados em amendoim-bravo e em beldroega, respectivamente, são superiores aos encontrados em plantas cultivadas. Desta maneira, vale ressaltar a prática de distribuição dos fertilizantes próximos ao sulco de semeadura, facilitando o acesso e a utilização dos nutrientes por parte da cultura. Na competição pela luz, as plantas daninhas apresentam desvantagem inicial, pois apresentam sementes pequenas e plântulas de porte baixo. Neste período, as plantas cultivadas

são mais altas e interceptam a luz com maior facilidade. Entretanto, as espécies daninhas apresentam grande capacidade de estiolamento quando sombreadas, fazendo com que rapidamente passem de uma situação de desvantagem para uma nova situação em que posicionam as suas folhas no mesmo nível ou acima das folhas da cultura, interceptando a radiação solar. A competição pela água é importante em situações em que a disponibilidade hídrica é limitada.

4.2 Capacidade de produção de propágulos

Vários são os propágulos pelos quais as plantas podem perpetuar-se, tanto por via seminífera (sementes), quanto por via vegetativa (bulbos, estolões, rizomas). As espécies daninhas produzem, de modo geral, grande quantidade de disseminulos, porém a produção pode variar amplamente entre as espécies.

O sucesso destas espécies depende principalmente do número e da viabilidade dos propágulos produzidos pelo indivíduo. Uma planta de capim-massaranduba ou sorgo-de-alepo (*Sorghum halepense*) pode produzir de 3 a 80 mil sementes, dependendo da consideração de uma planta como sendo um colmo ou todos os colmos emergidos a partir de um sistema de rizomas interligados. Num hectare totalmente infestado podem ser produzidos 220 kg de sementes de sorgo-de-alepo, ou seja, 55 milhões de sementes, numa temporada (Kissmann, 1997). Plantas de capim-barbicha-de-alemão (*Chloris polydactyla*), crescendo isoladamente, podem produzir cerca de 95 mil sementes por planta (Brighenti et al., 2007). Espécies como o caruru (*Amaranthus retroflexus*) podem chegar a produzir até 117 mil sementes por planta, enquanto *Artemisia biennis* pode produzir mais de 1 milhão de sementes por planta.

Com relação à tiririca, em um hectare altamente infestado, podem ser retiradas quatro toneladas de rizomas e tubérculos numa profundidade de 15-20 cm do solo (Brandão et al., 1985b). A Tabela 2 apresenta a quantidade de sementes produzidas por algumas espécies, crescendo isoladamente, e o número de sementes por quilograma. Pode-se observar que espécies que possuem sementes muito miúdas como o caruru, o quenopódio e a beldroega são, geralmente, mais prolíficas.

4.3 Desuniformidade do processo germinativo

Se a germinação das plantas daninhas fosse concentrada em um mesmo período, o controle seria facilitado. Porém, isto geralmente não acontece, pois estas espécies se valem de artifícios que lhes conferem desuniformidade no processo germinativo capaz de garantir a perpetuação. Dois aspectos podem ser salientados. O primeiro está relacionado aos mecanismos de dormência dos propágulos e o outro àquele relativo à distribuição deles no perfil do solo. Em função desta distribuição, ficam sujeitos a diferentes

Tabela 2. Número de sementes produzidas por planta e número de sementes por quilograma de algumas espécies de plantas daninhas. Fonte: Adaptado de Zimdahl (1999).

Nome Comum	Nome Científico	n ^o sementes planta ⁻¹	n ^o sementes kg ⁻¹
Capim-arroz	<i>Echinochloa crusgalli</i>	7.160	1.070.143
Maria-pretinha	<i>Solanum americanum</i>	8.460	592.173
Quenopódio	<i>Chenopodium album</i>	72.450	1.945.710
Caruru	<i>Amaranthus retroflexus</i>	117.400	3.584.211
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	53.300	10.476.924
Aveia-brava	<i>Avena sterilis</i>	250	77.739
Capim-carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i>	1.100	201.777
Guaxuma	<i>Sida spp.</i>	510	426.900

intensidades de estímulos necessários à quebra dos mecanismos de dormência.

O tempo pelo qual os propágulos das plantas daninhas mantêm sua viabilidade no solo é fruto da coexistência de inúmeros mecanismos de dormência. Se estas sementes não possuíssem grande longevidade, as medidas de controle representariam grande impacto sobre suas densidades populacionais e a erradicação das plantas seria relativamente fácil. Assim, a dormência evoluiu como um mecanismo de sobrevivência das espécies para determinadas condições climáticas. Em regiões de clima temperado, a maior ameaça à sobrevivência é o inverno. As sementes amadurecem na primavera, verão e outono. E se elas germinassem imediatamente, o inverno as surpreenderia em um estágio vulnerável de plântula e a espécie seria extinta.

A dormência pode ser definida como um processo pelo qual as sementes de determinadas espécies, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais para germinar, deixam de fazê-lo. Este estado de dormência não pode ser confundido com quiescência, que é um estado de repouso em que, estando viável a semente, ele é superável com o fornecimento das condições ambientais necessárias (Carvalho & Nakagawa, 1988).

Várias são as categorias em que se enquadram as sementes em função de sua incapacidade germinativa. Uma delas é o caso da ocorrência de embriões imaturos ou rudimentares, onde a semente já se desprende da planta mãe e o embrião não se encontra completamente desenvolvido. Este tipo de dormência é observado em carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*). O embrião também pode estar dormente. As sementes enquadradas neste tipo são as que apresentam exigências especiais quanto à luz e ao resfriamento para superar a dormência. As sementes cuja germinação é afetada pela luz podem ter sua germinação promovida ou inibida

pela mesma. No primeiro caso, são chamadas fotoblásticas positivas e, no segundo, fotoblásticas negativas. Como exemplo de fotoblásticas negativas há o caruru (*Amaranthus caudatus*), cujas sementes submetidas a pequenas quantidades de radiação tem a germinação inibida em até 30% (Gutternan et al., 1992).

Também pode ocorrer impermeabilidade à água. Neste processo, o tegumento impede a absorção de água. Um exemplo típico deste fenômeno foi observado em fedegoso (Pitelli, 1988) e em algumas espécies das famílias Malvaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Liliaceae e Solanaceae (Rolston, 1978).

Outro tipo de dormência é aquela onde estruturas como o pericarpo, o tegumento e as paredes celulares restringem as trocas gasosas. Essa causa de dormência é muito encontrada em espécies da família Poaceae. Este tipo de dormência também ocorre em espécies de *Xanthium* spp., onde o tegumento seminal não permite a passagem do oxigênio, podendo levar um longo período de tempo até que o tegumento seja afetado.

Podem ocorrer, ainda, restrições mecânicas oferecidas pelo tegumento das sementes, impedindo o crescimento do embrião. Este tipo de dormência é comum em espécies daninhas do gênero *Amaranthus* (caruru), *Lepidium* (mentruz) e *Brassica* (mostarda).

Devido a estes mecanismos, as sementes de plantas daninhas conseguem manter a capacidade de germinação mesmo quando enterradas durante vários anos no solo (Tabela 3). As sementes de figueira-do-inferno (*Datura stramonium*) apresentaram 90% de germinação após 17 anos de enterradas (Burnside et al., 1996).

Tabela 3. Porcentagem de germinação de sementes de algumas espécies de plantas daninhas enterradas a 20 cm de profundidade, durante 17 anos.

Fonte: Adaptado de Burnside et al. (1996).

Espécies	Anos após serem enterradas											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	17
	% de germinação											
<i>Echinocloa crusgalli</i>	17	3	58	39	42	31	9	14	4	4	2	0
<i>Setaria verticillata</i>	74	73	33	34	38	22	22	26	33	6	10	0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	12	79	45	42	43	12	1	12	2	0	0	0
<i>Xanthium strumarium</i>	10	60	59	51	65	33	37	41	15	21	0	0
<i>Datura stramonium</i>	93	93	93	94	96	89	88	82	92	78	95	90
<i>Amaranthus retroflexus</i>	66	69	38	40	40	37	9	2	6	5	7	1
<i>Rumex crispus</i>	76	92	93	85	70	74	94	84	91	22	73	61
<i>Taraxacum officinale</i>	2	12	5	10	1	1	2	4	0	0	0	0

4.4 Capacidade de germinar e emergir a grandes profundidades

Algumas espécies desenvolveram a capacidade de germinar e emergir a partir de grandes profundidades no perfil do solo. Tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*), plantados em tubos de PVC a diferentes profundidades, emergiram, até mesmo quando colocados a um metro abaixo da superfície (Brighenti et al., 1997).

Sementes de aveia silvestre (*Avena fatua*) conseguem germinar até 17,5 cm de profundidade e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) emergem acima de 12 cm. As sementes de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), formadas a partir dos rizomas, são capazes de germinar desde uma profundidade de 12 cm, enquanto que sementes produzidas na parte aérea não germinam em profundidades maiores que 2 cm (Kissmann, 1997).

4.5 Viabilidade dos propágulos em condições desfavoráveis

Para sobreviver, as plantas daninhas desenvolveram características que mantêm suas estruturas de propagação vivas, mesmo em ambientes, ou épocas do ano, com determinadas limitações de recursos como luz, água, temperatura. Sementes de campainha (*Convolvulus arvensis*) conseguem manter-se vivas mesmo após 54 meses de imersão em água. Algumas sementes também conseguem manter-se viáveis após passar pelo trato intestinal de bovinos e de suínos, equinos e ovinos, mas perdem a viabilidade após passar pelo trato intestinal de galinhas. Entretanto, sementes de *Abutilon theophrasti* conseguem manter alguma viabilidade após passar pelo trato intestinal de galinhas.

Sementes de *Euphorbia esula* passaram pelo trato digestivo de ovelhas e cabras. Foram recuperados 18% das sementes no material fecal, com ainda 2% de germinação nas que passaram pelo trato digestivo de ovelhas e 16% nas que passaram pelas cabras (Tabela 4).

Tabela 4. Percentagem de germinação e viabilidade de sementes de *Euphorbia esula* após passar pelo trato digestivo de ovelhas e cabras.

Fonte: Lacey et al. (1992).

Tratamentos	Recuperação (%)	Germinação (%)	Viabilidade (%)
Controle	-	72	90
Ovelhas	18	02	14
Cabras	18	16	31

4.6 Mecanismos alternativos de reprodução

A capacidade reprodutiva das plantas daninhas é uma de suas principais características de agressividade. As plantas daninhas perenes podem se reproduzir tanto por sementes quanto vegetativamente. Existem vários

tipos de estruturas de propagação vegetativa nas plantas daninhas tais como:

- Estolão ou estolho: é um caule que se desenvolve formando raízes adventícias e parte aérea na região dos nós. Um exemplo característico é a grama-bermuda (*Cynodon dactylon*).
- Rizoma: é um caule subterrâneo que produz raízes adventícias e parte aérea. Como exemplo pode-se mencionar o capim-massambará (*Sorghum halepense*), a samambaia (*Pteridium aquilinum*), a losna-brava (*Artemisia verlotorum*) e outras.
- Tubérculo: é a porção terminal de um rizoma. Possui uma grande quantidade de reservas e gemas. A tiririca (*Cyperus rotundus*) é uma espécie daninha que apresenta propagação por tubérculos.
- Bulbos: são gemas subterrâneas modificadas, consistindo de caule e folhas. As reservas estão contidas nas folhas. Um exemplo de plantas daninhas que se multiplicam por meio de bulbos destaca-se o trevo (*Oxalis latifolia*) e o alho-bravo (*Nothoscordum inodorum*).
- Caules: algumas espécies daninhas possuem a capacidade de rebrotar, a partir de caules. As guanxumas, quando cortadas, por exemplo, com uso de roçadeiras, podem rebrotar.

Plantas como a tiririca (*Cyperus rotundus*), além da reprodução semínifera (sementes), apresentam reprodução vegetativa por meio dos rizomas, tubérculos e bulbos basais (Figura 1).



Figura 1. Estruturas de propagação da tiririca (*Cyperus rotundus*): semínifera (esquerda) e vegetativa (direita).

A trapoeraba (*Commelina benghalensis*) apresenta uma característica peculiar com reprodução por sementes subterrâneas formadas nos rizomas.

Flores modificadas ocorrem em rizantógenos (rizomas subterrâneos), formando frutos e sementes verdadeiras por partenocarpia, sendo estas maiores que aquelas formadas a partir de flores na parte aérea da planta. Também pode ocorrer enraizamento a partir de nós dos ramos de trapoeraba em contato com o solo (Kissmann, 1989). A grama-seda (*Cynodon dactylon*) se reproduz por meio de estolões. O capim-mão-de-sapo (*Dactyloctenium aegyptium*) possui reprodução por sementes e estolões. Capim-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*) se propaga tanto por sementes como por pedaços de caules enraizados (Lorenzi, 1991). Também a losna (*Artemisia verlotorum*) é uma espécie de difícil controle, pois além das sementes, possui caule subterrâneo (rizoma) que garante a sua perpetuação. Após o corte da parte aérea, ocorre uma rápida rebrota dos rizomas povoando a área. Em regiões onde se utiliza agricultura mecanizada ocorre disseminação destes rizomas movimentados pelos implementos agrícolas (Brighenti et al., 1993). As plantas de losna originadas de sementes são muito pequenas e frágeis no início de sua formação, entretanto, aquelas provenientes dos rizomas emergem com muito vigor e agressividade. Este aspecto dificulta o controle, principalmente, no caso de se optar pelo controle químico. Na Figura 2 observa-se área altamente infestada com losna-brava (*Artemisia verlotorum*) e sua principal estrutura de propagação que são os rizomas.



Figura 2. Área infestada (esquerda) e rizoma (direita) da losna-brava (*Artemisia verlotorum*).

4.7 Facilidade de disseminação dos propágulos

Os propágulos, uma vez produzidos, apresentam diferentes métodos de dispersão no espaço. Caso os disseminulos das plantas daninhas caíssem próximos à planta produtora, apenas pela ação da gravidade, e não se movessem a grandes distâncias, seria mais fácil o controle das espécies infes-

tantes. Porém, os propágulos, uma vez produzidos, apresentam diferentes métodos de dispersão no espaço.

As estruturas de propagação das plantas daninhas são, sem dúvida, um dos mais importantes fatores de agressividade destas espécies, podendo ocorrer por meios próprios (autocoria) ou com auxílio de agentes externos (alocoria).

No primeiro caso, os frutos caem no solo ou se abrem liberando suas sementes. É o caso de espécies de gramíneas com sementes grandes como o capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e o arroz-vermelho (*Oryza sativa*). Outras espécies lançam suas sementes a distâncias relativamente grandes como a mamona (*Ricinus communis*), o quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*) e o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*). No caso desta última, as sementes podem ser lançadas a distâncias que variam de dois a cinco metros.

No segundo caso, a dispersão é auxiliada por meios externos, podendo ser classificada segundo o agente de dispersão:

Disseminação hidrócora: é aquela que ocorre por meio da água de chuvas, córregos, rios, inundações, abrangendo todos os casos de disseminações pela água. Wilson (1980) encontrou sementes de 77 espécies daninhas em um canal principal de irrigação, quando analisou duas seções do canal, coletando um total de 30.346 sementes. Havia 26 vezes mais sementes no final do canal de irrigação do que no início. A maioria destas sementes flutuava, sendo o caruru (*Amaranthus retroflexus*) aquela de maior frequência, representando 40% do total de sementes. Este mesmo autor estimou que um milhão e duzentas mil sementes por hectare eram introduzidas nas áreas de irrigação a cada ano. Deste modo, a execução correta de um manejo de plantas daninhas nos reservatórios de água, bem como nos canais de irrigação, é fator primordial para se evitar a introdução de sementes de espécies daninhas em áreas irrigadas.

Disseminação anemócora: é aquela onde os propágulos são carreados pelo vento, podendo apresentar adaptações como as da couvinha (*Porphyrillum ruderale*) que possuem aquênios com papilhos pilosos, facilmente transportados pelo vento. Outras espécies que possuem sementes disseminadas pelo vento são a erva-de-touro (*Tridax procumbens*) e o oficial-de-sala (*Asclepias curassavica*). Suas sementes apresentam tufo de pelos sedosos, que facilitam a dispersão pelo vento (Kissmann, 1992). Sementes leves e pequenas como as do caruru (*Amaranthus* spp.) e da beldroega (*Portulaca oleracea*) têm sua disseminação aumentada pela ação da força eólica, sendo distribuídas a longas distâncias. Em geral, espécies daninhas da família Asteraceae apresentam estruturas de adaptação das sementes que confere dispersibilidade pelo vento.

Disseminação zoócora: é o transporte de propágulos pelos animais. Quando o propágulo é transportado externamente ao corpo do animal é chamada epizóica, como a que ocorre comumente, por exemplo, com capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum*

hispidum), picão-preto (*Bidens pilosa*) e também o carrapichão (*Xanthium strumarium*). Zimdahl (1999) menciona que o velcro foi inventado por George Mestral em 1941, a partir de uma observação feita em suas caçadas nas montanhas suíças. Verificou que os frutos do carrapichão ficavam aderidos em suas roupas, bem como nos pelos do seu cachorro. A partir de uma minuciosa visualização da morfologia dos espinhos contidos no fruto, desenvolveu o velcro.

Quando o propágulo é ingerido e transportado dentro do corpo do animal, sendo expelido pelas fezes, a disseminação é denominada endozóica. Um exemplo ocorre com a grama-batatais (*Paspalum notatum*) quando suas sementes são ingeridas por bovinos. Também os pássaros ingerem sementes de plantas daninhas transportando-as a grandes distâncias.

Entretanto, o homem é o principal disseminador de plantas daninhas entre diferentes regiões e países. Essa forma de disseminação é denominada de antropócora. Muitas espécies foram introduzidas voluntariamente pelas pessoas com finalidades econômicas ou ornamentais. Temos como exemplo o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) trazido da África para o Brasil para servir como forrageira. Também o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) foi introduzido no Brasil trazido em navios negreiros. As folhas desta espécie serviam de camas para os escravos. Os navios ao chegarem ao Brasil, eram limpos e as sementes contidas no meio da palha iniciaram a disseminação da espécie no território brasileiro (Kissmann, 1997). O capim-arroz (*Echinochloa* spp.) é um dos exemplos mais importantes de disseminação ocorrida em função de sua estrutura de propagação estar misturada às sementes do arroz cultivado.

Apesar dos avanços na área agrícola no que diz respeito às máquinas utilizadas em todo o processo, ainda hoje estes equipamentos são responsáveis pela dispersão de sementes de plantas daninhas. As colhedoras utilizadas em áreas destinadas à produção de sementes devem ser limpas com critério para evitar a contaminação de novas áreas de cultivo e também de lotes de sementes. Embora se recomende a utilização de sementes certificadas, fato que garante um reduzido número de lotes de sementes cultivadas contaminadas com sementes de espécies daninhas, este problema ainda persiste. É importante lembrar que um programa adequado de manejo de espécies infestantes começa com a aquisição de sementes das culturas isentas das sementes de plantas daninhas.

4.8 Crescimento e desenvolvimento inicial

A ocupação rápida e efetiva do ecossistema agrícola é outro atributo muito importante no ciclo de vida das plantas daninhas. Assim, aquela espécie que ocupar primeiro o espaço, pode vencer no processo competitivo. Certas espécies que possuem o metabolismo fotossintético C₄ têm maior habilidade em retirar do meio os fatores necessários aos seus crescimento e desenvolvimento quando comparadas a plantas de metabolismo C₃. As espécies

que possuem metabolismo C_4 são mais eficientes na utilização do CO_2 atmosférico, conferindo-lhes, por conseguinte, maior taxa de crescimento por unidade de tempo, maior eficiência em produzir biomassa seca com utilização de menores quantidades de água e melhor aproveitamento da energia luminosa. Como exemplo de plantas daninhas com metabolismo fotossintético C_4 , há a tiririca, o amendoim-bravo, o caruru, o capim-amargoso, o capim-mão-de-sapo, o capim-marmelada e a grama-seda.

5. Classificações das Plantas Daninhas

A sistemática ou taxonomia é a parte da ciência que trata da classificação dos seres vivos. No caso das plantas daninhas, a classificação é fundamental para a ciência e controle das mesmas. Utilizam-se chaves classificatórias que levam em consideração características da planta adulta e, principalmente, detalhes florais. No que se refere à ciência das plantas daninhas, torna-se importante o conhecimento das espécies, na fase inicial de crescimento, para que haja êxito no controle. Assim, é fundamental o reconhecimento de espécies daninhas no estágio de plântulas, quando estas emitem as primeiras folhas. Vários livros apresentam as espécies, fotografadas em diversas fases do seu crescimento e seu desenvolvimento, com o intuito de auxiliar na identificação. Algumas plantas daninhas pertencem às mesmas classes, ordens, famílias, gêneros e, em certos casos, até a mesma espécie que algumas plantas cultivadas (exemplo: arroz vermelho e arroz cultivado, ambos *Oryza sativa*).

O sistema de classificação adotado pelo botânico Cronquist apresenta diferenças em relação aos sistemas utilizados tradicionalmente (Deuber, 1992). Alguns nomes importantes, com relação à família das plantas, foram modificados e as três sub-famílias da família Leguminosae passaram a se constituir famílias como mostrado na Tabela 5:

Tabela 5. Classificação das famílias segundo os sistemas Engler-Wettstein e Cronquist.

Sistema Engler-Wettstein	Sistema Cronquist
Família Compositae	Família Asteraceae
Família Cruciferae	Família Brassicaceae
Família Gramineae	Família Poaceae
Família Leguminosae	
Sub-família Caesalpinoideae	Família Caesalpinaceae
Sub-família Mimosoideae	Família Mimosaceae
Sub-família Papilionoideae	Família Papilionaceae

A nomenclatura das plantas é assunto bastante controverso. Deste modo, o mais importante na ciência das plantas daninhas é saber reconhe-

cer os gêneros e as espécies para decidir sobre o melhor método de controle a ser adotado.

Outra classificação das plantas daninhas surgiu com o aparecimento dos primeiros herbicidas orgânicos, derivados dos ácidos alifáticos e fenoxiacéticos, separando-as em dois grandes grupos, as plantas daninhas de “folhas largas” e as de “folhas estreitas”, devido ao fato destes produtos possuírem ação eficiente sobre gramíneas e dicotiledôneas, respectivamente (Schultz, 1968). As “folhas largas” são tidas como plantas de limbo foliar largo, nervação dos tipos palminérvia, peltinérvia e peninérvia; o segundo grupo, as plantas daninhas de “folhas estreitas”, inclui aquelas de nervação dos tipos uninérvia e paralelinérvia e, raramente, curvinérvia. Neste agrupamento, estão, especialmente, gramíneas e ciperáceas. Entretanto, este conceito não é muito adequado, pois poucos herbicidas podem ser considerados específicos ou seletivos dentro de distintos níveis classificatórios do ponto de vista botânico.

Outro critério de classificação das plantas daninhas consiste em separá-las em terrestres e aquáticas. As plantas daninhas terrestres são classificadas, principalmente, de acordo com o local de ocorrência, de acordo com o ciclo de desenvolvimento e hábito vegetativo.

Quanto ao local de ocorrência podem ser classificadas como arvenses, ruderais e viárias. As arvenses são plantas que infestam culturas agrícolas e pastagens. As ruderais ocupam locais de atividade humana, porém áreas não agrícolas, tais como terrenos baldios, áreas industriais e linhas de rede elétrica. As viárias são aquelas que ocorrem ao longo dos caminhos.

Quanto ao ciclo de desenvolvimento, as plantas daninhas podem ser classificadas em plantas monocárpicas ou policárpicas. As monocárpicas florescem e frutificam encerrando seu ciclo de vida e permanecendo no solo na forma de propágulos. Dividem-se em anuais e bianuais. As anuais florescem e frutificam em períodos inferiores a um ano. Constituem a grande maioria e as mais importantes das espécies daninhas do Brasil e têm ciclo de vida que varia de 40 a 160 dias. Podem ser divididas ainda em anuais de verão e anuais de inverno. As anuais de verão germinam normalmente na primavera e vegetam durante todo o verão, produzindo suas sementes durante o outono e terminando seu ciclo de vida antes da entrada do inverno. Com exemplo, pode-se destacar o caruru (*Amaranthus retroflexus*), o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*). É evidente que a infestação destas espécies não fica restrita à época caracterizada pelas anuais de verão, podendo encontrá-las em outras épocas do ano, porém em baixas intensidades de infestação. As anuais de inverno, geralmente germinam durante o outono/inverno, desenvolvem-se durante a primavera e produzem sementes durante o verão. Temos como exemplo a nabiça (*Raphanus raphanistrum*) e o mentruz (*Lepidium virginicum*).

As bianuais completam seu ciclo de vida em um período superior a um ano e inferior a dois anos. Geralmente, desenvolvem-se vegetativamente no primeiro ano, florescendo e frutificando no segundo ano. Normalmente, germinam durante a primavera/verão e desenvolvem vegetativamente durante todo o outono/inverno, florescendo apenas após a primavera/verão do ano seguinte. São poucas as espécies bianuais existentes no Brasil, sendo mais comuns em países de clima temperado. Podem ser, ainda, bianuais ou anuais (*Leonurus sibiricus*) e bianuais ou perenes (*Boerhavia diffusa*), dependendo das condições climáticas e época de germinação.

As plantas policárpicas vivem durante vários anos, produzindo propágulos em várias estações (plantas perenes). Podem ser divididas em plantas perenes simples e complexas. As perenes simples propagam-se exclusivamente por meio de sementes e as complexas por meio de sementes e órgãos de propagação vegetativa.

Quanto ao habitat as plantas daninhas podem ser classificadas como terrestres, parasitas e aquáticas. As terrestres podem ser subdivididas em plantas daninhas de áreas agrícolas, áreas de pastagens e florestas e ainda classificadas como herbáceas, sub-arbustivas, arbustivas, arbóreas, trepadeiras, epífitas e hemiepífitas. As herbáceas são plantas de porte pequeno, com altura ou diâmetro de copa inferior a 1,0 m, para plantas eretas ou prostradas, respectivamente. São plantas, em geral, com caules não lignificados. Mentrastró (*Ageratum conyzoides*) e espérgula (*Spergula arvensis*) são exemplos de espécies herbáceas. As sub-arbustivas apresentam porte variando de 0,80 a 1,50 m de altura, possuindo caules lenhosos e hábito ereto. Exemplos de sub-arbustivas são cheirosa (*Hyptis suaveolens*) e fedegoso (*Senna obtusifolia*). As arbustivas apresentam caule de hábito ereto, são lenhosas e porte variando de 1,50 a 2,50 m como a fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum*). As arbóreas possuem as mesmas características, mas com porte acima de 2,5 m, como a embaúba (*Cecropia peltata*). As espécies daninhas trepadeiras são plantas que utilizam outras como suporte e se dividem em volúveis e cirríferas. As volúveis sobem por enrolamento como a corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia*) e o cipó-de-viado (*Polygonum convolvulus*). As cirríferas prendem-se ao suporte por meio de gavinhas como o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) e o melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*). As plantas epífitas são aquelas que vivem sobre outras plantas, afastadas do solo, mas não são parasitas, como as bromélias, orquídeas e samambaias. Plantas hemiepífitas são aquelas que, no início do crescimento, utilizam outras como suporte e, posteriormente, suas raízes alcançam o solo como, por exemplo, o mata-pau (*Caussopa schottii*).

Com relação às plantas parasitas, elas podem ser divididas em parasitas da parte aérea e parasitas do sistema radical.

As parasitas da parte aérea podem ser classificadas como holoparasitas e hemiparasitas. As primeiras não contém clorofila e dependem para

sobrevivência de nutrientes obtidos por parasitismo, ou seja, vivem exclusivamente à custa do hospedeiro, como, por exemplo, o cipó-chumbo (*Cuscuta racemosa*). No Brasil, esta espécie infesta, principalmente culturas de cebola e alfafa, além de espécies ornamentais como a coroa-de-Cristo. As hemiparasitas são clorofiladas e capazes de realizar fotossíntese como a erva-de-passarinho (*Struthanthus* spp.), bastante prejudicial em cultivos de citros e árvores ornamentais. Suas sementes são disseminadas por meio de aves que apreciam seus frutos. Porém, as sementes não são digeridas pelas aves, sendo expelidas nas fezes, e germinam em outras plantas. Os frutos, por apresentarem certa viscosidade, aderem-se às penas das aves, facilitando a propagação para outras árvores.

As parasitas do sistema radicular, até o momento, não foram registradas no Brasil. Dentre elas, destaca-se as do gênero *Striga* (erva-de-bruxa) e o orobanche (*Orobanche*).

No caso das plantas daninhas aquáticas, estas podem ser divididas em três grandes grupos (algas, submersas e macrófitas).

As algas podem ser unicelulares (microscópicas) ou pluricelulares (filamentosas). Pequenas infestações em corpos de água podem ser benéficas, servindo de alimento para peixes. No entanto, grandes infestações, chamadas de “água podre”, dificultam o uso da água.

As plantas aquáticas submersas aproveitam a luz difusa (exemplo: *Elo-dea canadensis*).

As macrófitas podem ser divididas em três grupos principais, as flutuantes livres, as flutuantes ancoradas e as emergentes.

Pitelli (1988) menciona várias espécies aquáticas, em função do contato delas com o solo, a água ou o ar (Figura 3):

- Hidrófitas flutuantes: estas plantas permanecem na superfície da água, movimentando-se livremente, à deriva do fluxo de água, com suas raízes submersas na água. O contato ocorre apenas entre a água e o ar. Exemplos: alface-d'água (*Pistia stratiotes*), aguapé (*Eichhornia crassipes*) e salvinia (*Salvinia auriculata*) (Figura 3a). O aguapé e a alface-d'água podem inviabilizar o uso de represas para lazer, ou, até mesmo, dificultar a utilização da água em hidrelétricas.
- Hidrófitas suspensas: o contato é apenas com a água, não há raízes. Exemplo: utriculária (*Utricularia foliosa*) (Figura 3b).
- Hidrófitas submersas ancoradas: em contato com a água e o solo (Figura 3c).
- Hidrófitas anfíbias emergentes: ocorrem em águas rasas de, no máximo, 30 a 50 cm de profundidade, com sistema radicular fixo e enterrado no solo, porém, as folhas emergem fora da superfície da água; possuem a parte inferior do caule e, às vezes, as folhas inferiores submersas, e as demais emergentes na flor-d'água (Figura 3d).

A taboa (*Typha angustifolia*) é um exemplo desta classe de plantas aquáticas. As plantas de taboa podem dificultar o escoamento de fluxos d'água em canais e podem tomar conta de grandes áreas alagadas.

- Hidrófitas ancoradas com folhas flutuantes: têm suas raízes ancoradas no leito do manancial, em contato com o solo, a água e o ar; utilizam a tensão superficial e a densidade da água como suporte aéreo de suas folhas. Exemplos: lírio-aquático (*Nymphaea ampla*) e vitória-régia (Figura 3e).
- Hidrófitas de terra molhada: sobrevivem em solos constantemente encharcados. Exemplo: erva-de-bicho (*Polygonum persicaria*) (Figura 3f).

6. Efeitos das Plantas Daninhas Sobre as Culturas

6.1 Interferências diretas

Os prejuízos observados nas plantas cultivadas em função da presença das plantas daninhas não podem ser atribuídos apenas à competição. Existe um conjunto de pressões ambientais que podem ser diretas (competição, alelopatia) ou indiretas (hospedeiras de pragas e doenças). O efeito integrado destes fatores é chamado interferência, ou seja, o conjunto de ações

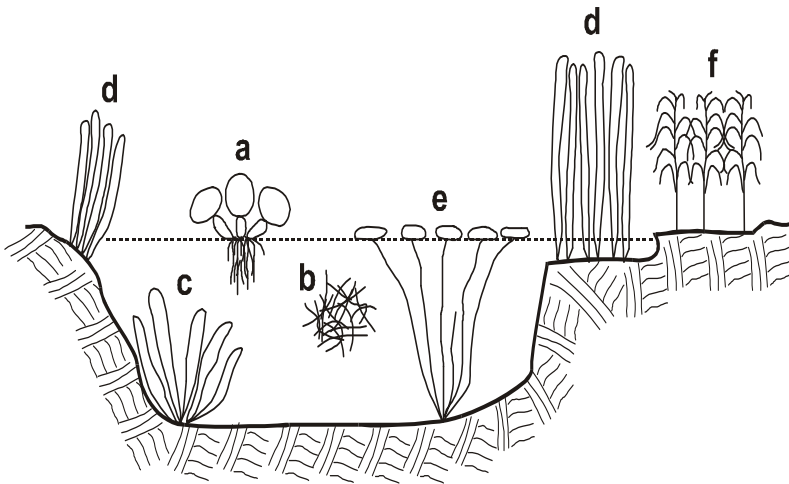


Figura 3. Representação esquemática dos vários tipos de plantas daninhas aquáticas.

que recebe uma determinada cultura em decorrência da presença da comunidade infestante num determinado local (Pitelli, 1985). Com relação às interferências diretas, as mais importantes são competição e alelopatia. No caso da competição, os recursos mais comumente sujeitos ao recrutamento pelas espécies são nutrientes, luz e água. Várias são as definições para o termo competição. Alguns autores definem como sendo os efeitos detrimenais de duas ou mais plantas da mesma espécie ou de espécies diferentes que ocorrem num mesmo período de tempo e espaços definidos (Silva & Silva, 1991).

A competição pode ser intraespecífica, quando ocorre entre indivíduos de uma mesma espécie, e interespecífica quando envolve indivíduos de espécies diferentes (Deuber, 1992).

Dois conceitos do termo competição foram utilizados por (Pitelli, 1985). O primeiro diz respeito à competição que ocorre quando duas ou mais plantas estão convivendo no mesmo ambiente, disputando os recursos do solo e do ar. Algumas características determinam o grau de competitividade como germinação fácil em condições ecológicas variáveis, crescimento e desenvolvimento rápidos de grande superfície fotossintética, grande número de estômatos por unidade de área foliar, porte e arquitetura, extensão e profundidade das raízes, tolerância a adversidades climáticas (geadas, secas, excesso de chuvas) e liberação de substâncias alelopáticas.

O segundo se relaciona com a competição pela sobrevivência, que é a capacidade de uma determinada população em se estabelecer e perpetuar num local determinado. Em comunidades compostas por espécies de ciclo vegetativo longo e em locais não perturbados, o primeiro caso mencionado é fundamental para a sobrevivência da espécie. Porém, em populações de plantas daninhas presentes nos agroecossistemas constantemente perturbados pelo homem, a competição pela sobrevivência assume maior relevância. Neste contexto, as plantas daninhas desenvolveram características que garantem o surgimento de novas gerações (discutidas no início do capítulo).

Outro aspecto da interferência direta é a alelopatia. Este termo foi definido como o efeito prejudicial de uma planta sobre outra através da produção de compostos químicos liberados ao ambiente, denominados aleloquímicos (Rice, 1974). O que difere alelopatia de competição é o fato da competição remover do meio fatores de crescimento necessários a ambas as plantas (água, nutrientes, gás carbônico), enquanto, para alelopatia, ocorre adição de substâncias ao meio. De maneira geral, todas as partes das plantas têm mostrado conter aleloquímicos, como folhas, caules, raízes, rizomas, flores, frutos e sementes. Também no processo de decomposição da palha, há liberação de substâncias alelopáticas.

Certas espécies interferem alelopaticamente sobre a planta cultivada causando sérios prejuízos aos seus crescimento, desenvolvimento e produtividade. Exsudados radiculares de *Sorghum bicolor* reduzem o crescimento da alfaca, em função da presença de um composto secundário liberado pelo

sorgo denominado quinona sorgoleona (Barbosa et al., 1998). Compostos aleloquímicos, como ácidos fenólicos, são liberados no solo, na decomposição da aveia, podendo prejudicar plantas que estão se estabelecendo (Jacobi & Fleck, 1998). O capítulo 5 aborda tais aspectos com maior abrangência e maiores detalhes.

As plantas daninhas podem ainda interferir diretamente, reduzindo a qualidade do produto colhido, no caso da depreciação da qualidade de fibras vegetais e animais, em função da presença de propágulos de plantas daninhas como acontece quando sementes de carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) prendem-se às fibras de algodão. Pode ocorrer, também, a condenação de lotes de sementes de culturas agrícolas, em função da presença de sementes de plantas daninhas consideradas nocivas proibidas.

Também a atividade pecuária pode ser afetada em função da presença de plantas tóxicas nas pastagens, capazes de matar o gado, como o cafezinho (*Palicourea marcravii*) e o oficial-de-sala (*Asclepias curassavica*). Animais tratados com feno contendo sementes de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) podem rejeitar o alimento.

Outra forma importante de interferência direta é o parasitismo. Como exemplo, é possível mencionar o cipó-chumbo (*Cuscuta racemosa*), espécie parasita que causa sérios prejuízos à cultura da alfafa (Dawson, 1990).

Nos Estados Unidos e na África, a erva-de-bruxa (*Striga* spp.) é considerada como parasita de gramíneas cultivadas como o milho, o sorgo e o milheto (Weeb & Smith, 1996). É parasita obrigatório de raízes, requerendo os exsudados radiculares do hospedeiro para estimular a germinação de suas sementes. Durante os primeiros estádios de crescimento, é totalmente dependente do hospedeiro. Posteriormente, passa a realizar fotossíntese e retirar do solo parte dos nutrientes e água de que necessita (semi-parasitismo). Produz grande quantidade de sementes que podem sobreviver por mais de 14 anos no solo (Bebawi et al., 1984).

Tratos culturais e colheita são prejudicados em áreas infestadas por determinadas espécies de plantas daninhas. Provocam embuchamento nas colhedoras, podendo provocar quebra do implemento. Áreas contendo elevada infestação de balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) e corda-de-violão (*Ipomoea* spp.) podem dificultar a colheita (Figura 4).

6.2 Interferências indiretas

Com relação à interferência indireta, as plantas daninhas assumem importância quando atuam como hospedeiras alternativas de pragas, moléstias, nematóides e plantas parasitas. O mosaico-dourado é uma doença virótica que ocorre em espécies de guaxumas. As plantas desta espécie são tolerantes ao vírus que é transmitido pela mosca-branca a lavouras de feijão, soja e algodão. O amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e a guaxuma (*Sida rhombifolia*) são também hospedeiros do vírus do mosaico-anão e do



Figura 4. Cultura de cana-de-açúcar (esquerda) e de girassol (direita) infestadas com balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*) e corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), respectivamente.

mosaico-crespo, respectivamente. No caso de nematóides, foram identificadas 57 espécies de plantas daninhas no Brasil que atuam como hospedeiras alternativas de *Meloidogyne javanica*. Formas juvenis do nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) conseguem penetrar em raízes de mentrasto (*Ageratum conyzoides*), desmódio (*Desmodium tortuosum*) e feijão-bravo (*Cassia* spp.) (Dias et al., 1995).

Determinadas espécies de plantas daninhas liberam grãos de pólen capazes de irritar a pele e as narinas de trabalhadores rurais.

A existência de plantas daninhas em lagos, represas e canais de irrigação resulta em elevada perda de água via transpiração. Essa perda de água pelas plantas aquáticas chega a ser muito maior do que aquela que ocorre por evaporação. Além disto, a velocidade da água nos canais é reduzida, aumentando a sedimentação de partículas e encarecendo a manutenção.

6.3 Fatores que afetam o grau de interferência

Denomina-se grau de interferência a redução percentual do crescimento ou produtividade de uma cultura provocada pela interferência das plantas daninhas.

6.3.1 Fatores ligados à cultura

A capacidade de competir com plantas daninhas varia entre espécies de plantas e, até mesmo, entre cultivares de uma mesma espécie (Burnside, 1979). Algumas suprimem as plantas daninhas, reduzindo sua biomassa e a produção de propágulos. Outras conseguem suportar altos níveis de infestação e, mesmo assim, alcançar bons rendimentos. Cultivares de rápido

crescimento, recrutamento de recursos do meio e alto poder de interceptação da luz solar dificultam o acesso e a utilização destes recursos pela comunidade infestante. Pesquisas, em nível mundial, demonstraram que determinadas cultivares de soja têm maior habilidade competitiva quando na presença de plantas daninhas (Monks & Oliver, 1988).

Brighenti et al. (2002) avaliaram a capacidade competitiva de três cultivares de soja (BRS 183, BRS 156 e BRS 133) na presença de quatro densidades de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). A cultivar BRS 183 apresentou maior área foliar e fitomassa seca que a demais cultivares (Figura 5). As características desta cultivar refletiram em maior supressão do amendoim-bravo que alcançou menor fitomassa seca na presença da BRS 183 (Figura 6).

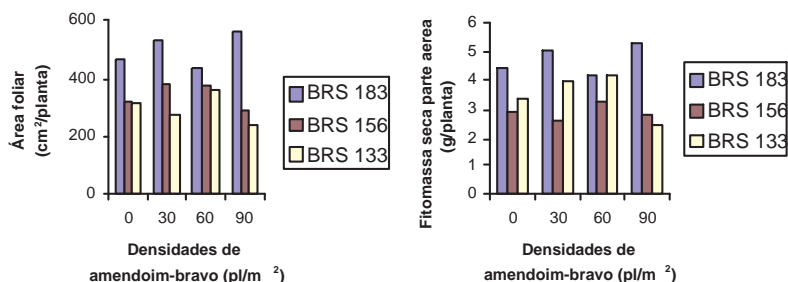


Figura 5. Área foliar de plantas de soja (esquerda) e fitomassa seca da parte aérea (direita), em função da densidade de plantas de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*).

O espaçamento das entrelinhas da cultura é outro fator importante na determinação da capacidade competitiva da cultura, pois determina a intensidade e a precocidade de sombreamento do solo. Os espaçamentos utilizados para cultura da soja, 45 e 50 cm, permitem a entrada de grande quantidade de luz entre as fileiras da cultura e, nos dois meses que sucedem a semeadura, ocorre a emergência de plantas daninhas, durante o período crítico de prevenção da interferência (Pitelli & Durigan, 1984). A diminuição dos espaçamentos entre linhas favorece o sombreamento mais rápido do solo, prejudicando a emergência das plantas daninhas e favorecendo a cultura na competição pelos fatores limitantes do meio (Shaw et al., 1991; Braz & Durigan, 1993). Quando a soja foi semeada em três espaçamentos diferentes nas entrelinhas (23, 46 e 91 cm), houve maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura no menor espaçamento (Figura 7). Neste caso, menor quantidade de luz consegue atingir o solo, resultando em menor número de sementes de plantas daninhas germinadas (Yelverton & Coble, 1991).

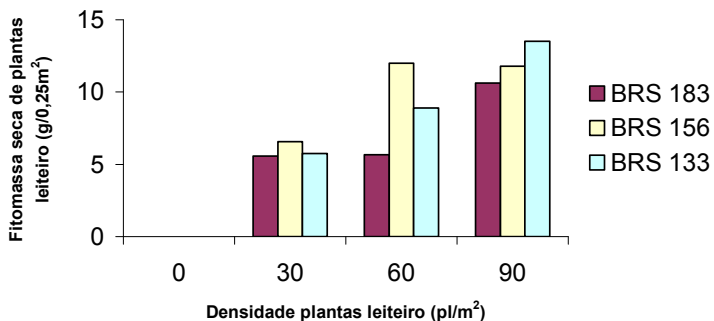


Figura 6. Fitomassa seca de plantas de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) em diferentes densidades (plantas m⁻²) na presença de três cultivares de soja.

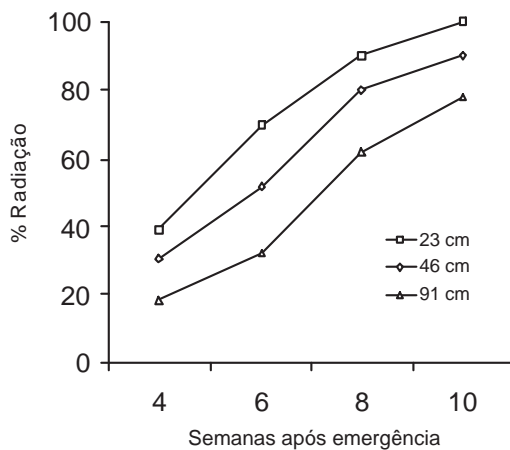


Figura 7. Porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura da soja semeada em três espaçamentos entre linhas. Fonte: Yelverton & Coble (1991).

Outro aspecto relacionado ao espaçamento pode ser observado nos trabalhos de [Brighenti et al. \(2003\)](#) que aplicaram 100% e 50% da dose recomendada da mistura formulada de fluazifop-p-butil+fomesafen para o controle de plantas daninhas na cultura da soja. A cultivar utilizada foi a BRS 156, semeada nos espaçamentos de 20, 40 e 60 cm, mantendo 400 mil plantas por hectare. Verificou-se que, em espaçamentos reduzidos, a produtividade da soja, em função da aplicação da metade da dose recomendada foi similar a produtividade alcançada na dose recomendada (Figura 8). Além disto, quando se analisa unicamente a testemunha sem capina, é possível perceber o reflexo positivo do controle cultural sobre a produtividade da soja, somente pela redução dos espaçamentos entrelinhas de 60 cm para 20 cm.

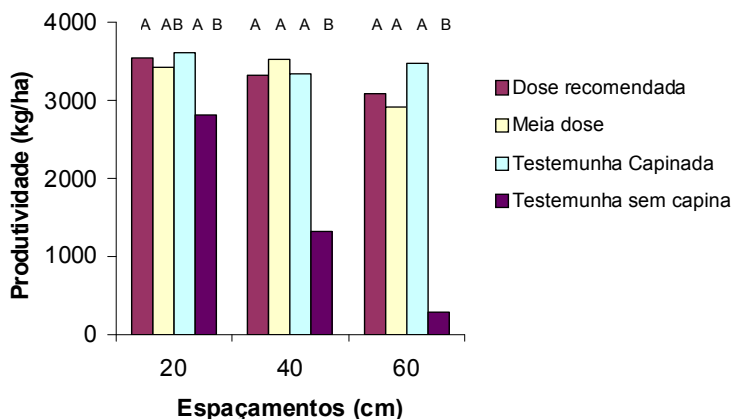


Figura 8. Produtividade da cultura da soja implantada em três espaçamentos entre linhas e submetida a diferentes manejos de espécies daninhas.

Os estudos de densidade também são importantes para incrementar o potencial competitivo de plantas de interesse agrônomico e não permitir a competição intraespecífica na cultura ([Marwat & Nafziger, 1990](#)). Um exemplo é o arroz irrigado cultivado em três densidades de semeadura convivendo com o arroz vermelho. O número de perfilhos por planta, a biomassa seca da espécie daninha, o número de panículas por área e o rendimento de grãos do arroz vermelho foi menor na maior densidade de semeadura do arroz irrigado (Tabela 6) ([Menezes & Silva, 1996](#)).

Assim, a combinação de espaçamentos reduzidos e densidades adequadas de plantas na linha é condição imprescindível para que a cultura som-

Tabela 6. Número de perfilhos, biomassa seca por planta, número de panículas por m² e rendimento de grãos do arroz vermelho, em função de três densidades de semeadura de arroz irrigado. Fonte: Menezes & Silva (1996).

Densidade de semeadura (kg ha ⁻¹)	Arroz vermelho			
	Perfilhos planta ⁻¹	Biomassa seca (g planta ⁻¹)	Panículas m ⁻²	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
75	2,3	5,2	111	885
150	1,9	4,8	82	717
225	1,6	4,4	74	589

breie mais rápido o solo e seja mais agressiva no controle das plantas daninhas.

6.3.2 Fatores ligados à comunidade infestante

Quanto mais próximas são as espécies no que se refere a caracteres morfológicos e fisiológicos, mais similares são as exigências em relação aos fatores de crescimento, sendo mais intensa a competição entre elas. Também, quanto maior a densidade da comunidade infestante, maior será a quantidade de indivíduos que disputam os mesmos recursos e mais intensa será a competição sofrida pela cultura. Outro fator relevante é a distribuição das plantas daninhas na área cultivada. A proximidade de determinadas plantas infestantes em relação às linhas de semeadura aumenta a interferência da população daninha sobre a cultura.

6.3.3 Fatores ligados ao ambiente

As respostas de diferentes espécies de plantas daninhas às condições edafoclimáticas de diferentes regiões causam mudanças no equilíbrio da comunidade e da cultura, influenciando o balanço competitivo. Por exemplo, a adubação do solo não só favorece a cultura como também a planta daninha. Algumas têm maior eficiência no aproveitamento dos fertilizantes e, crescendo mais, aumentam a pressão competitiva sobre a cultura. A prática de distribuição do adubo próximo ao sulco facilita a sua utilização pela cultura. Os tratamentos fitossanitários, irrigações e correções de solo visam favorecer as plantas cultivadas em detrimento das plantas daninhas.

Os efeitos negativos da presença das plantas daninhas serão sempre mais acentuados em condições de falta de um ou mais insumos necessários à produção. Neste caso, as espécies mais eficientes e adaptadas é que dominarão a competição. De modo geral, as plantas daninhas mostram-se mais eficientes nestas condições.

Desta maneira, quanto maior o período de tempo em que as plantas daninhas e a cultura convivem num mesmo lugar, maior será o grau de interferência, tornando-se importante os estudos sobre os chamados períodos de controle.

6.3.3.1 Período de controle ou de convivência

A época e a duração do período em que a cultura e a comunidade infestante convivem influenciam, consideravelmente, a intensidade de interferência. O primeiro tipo é aquele, a partir da sementeira, emergência ou transplante em que a cultura deve crescer livre da presença de plantas daninhas, a fim de que sua produtividade não seja alterada significativamente. As espécies daninhas que se instalarem após este período não interferirão de maneira a reduzir a produtividade da planta cultivada. Após o término deste período a cultura apresenta capacidade de controlar as plantas daninhas em função da cobertura do solo, abafando estas espécies. Este período é denominado de período total de prevenção da interferência (PTPI) e sua extensão depende de inúmeros fatores que afetam o balanço cultura - planta daninha. Este período corresponde à duração mínima desejável do efeito residual de herbicidas aplicados em condições de pré-emergência ou pré-plantio-incorporado.

Vários são os estudos destes períodos no Brasil em diversas culturas. Contudo, nem sempre os autores chegam aos mesmos resultados. Isso é aceitável, pois as condições em que são desenvolvidos os experimentos são diferentes, bem como as cultivares e a composição das espécies infestantes que variam de uma região para outra. Culturas bem implantadas, com densidade de sementeira adequada, adubação e espaçamentos corretos e variedades bem adaptadas às condições edafoclimáticas tendem a apresentar reduções nos valores de PTPI. Estudos recentes revelam valores mais baixos deste período em função do desenvolvimento de novas cultivares, de novas tecnologias e à evolução das práticas culturais adotadas, fazendo com que as culturas se tornem cada vez mais vigorosas em termos de crescimento, sendo cada vez menos exigentes em termos de duração do período em que há necessidade de adoção de práticas de controle de plantas daninhas.

Entretanto, no início do ciclo de desenvolvimento a cultura e a comunidade infestante podem conviver por um determinado período sem que ocorram efeitos danosos sobre a produtividade da cultura. Durante esta fase, o meio é capaz de fornecer as quantidades de fatores de crescimento necessárias para o crescimento da cultura e das espécies daninhas. Essa fase é denominada de período anterior a interferência (PAI) ou fase de pré-interferência (FPI) (Velini, 1992). Durante este período não há necessidade de adoção de práticas de controle de plantas daninhas. Em termos teóricos, o final desta fase corresponderia à melhor época para o início da adoção de práticas de controle de espécies infestantes. Entretanto, em termos práticos, a seleção da melhor época de controle das plantas daninhas

é definida primordialmente pelo nível de eficácia da mesma e pelo nível de seletividade à cultura.

Quando os dois períodos são considerados em conjunto, podem existir três possibilidades:

1. O PTPI é maior que o PAI, neste caso ocorre um terceiro período que denominamos de período crítico de prevenção de interferências (PCPI). Este período corresponde à fase em que as práticas de controle deveriam ser efetivamente adotadas. Neste caso, as possibilidades de controle são aplicações de herbicidas em condições de pré-emergência ou em pré-plantio-incorporado com efeito residual igual ou maior que o PTPI; a aplicação de um herbicida que apresente ação pré-emergente ou um pós-emergente antes do final do PAI, onde o efeito deve manter-se também até o final do PTPI. Outra opção é a adoção de práticas manuais ou mecânicas de controle que deverão iniciar-se antes do término do PAI e repetir-se até o término do PTPI. Neste caso, é inviável a utilização de herbicidas exclusivamente pós-emergentes ou uma única utilização de qualquer outro tipo de prática instantânea de controle desprovida de efeito residual.
2. O PTPI é menor que o PAI. Neste caso, ocorre um período delimitado pelos limites superiores do PTPI e do PAI, no qual basta remover as plantas daninhas por uma única vez para que a cultura manifeste plenamente o seu potencial produtivo. Neste caso, além de serem válidas todas as possibilidades de controle mencionadas para o caso anterior, passa a ser viável a utilização de herbicidas exclusivamente pós-emergentes, desde que a aplicação seja feita durante o período compreendido entre o final do PTPI e o final do PAI.
3. O PTPI e o PAI apresentam a mesma duração. Trata-se de uma situação bastante incomum, mas possível. Neste caso, são válidas também todas as possibilidades de controle. Mas, para que se tenha pleno sucesso, a aplicação de herbicidas exclusivamente em condições de pós-emergência ou a adoção de outras práticas instantâneas de controle deve ser realizada exatamente quando do término do PAI e do PTPI.

Brighenti et al. (2004) realizaram estudos desta natureza para a cultura do girassol. Verificaram que a convivência do girassol com as plantas daninhas até 21 dias após a emergência (DAE) do girassol não causou efeito sobre a produtividade da cultura, correspondendo ao período anterior a interferência (PAI) (Figura 9). O período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de aproximadamente 30 DAE (Figura 10) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) entre 21 e 30 DAE da cultura do girassol.

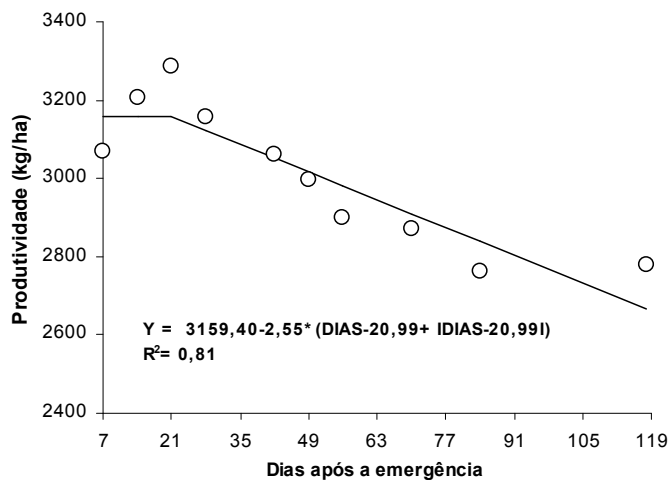


Figura 9. Produtividade da cultura do girassol, em função de períodos de interferência na presença de plantas daninhas.

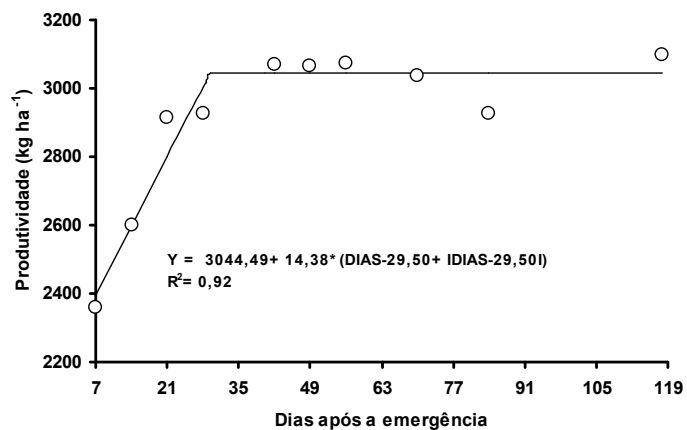


Figura 10. Produtividade da cultura do girassol, em função de períodos de interferência na ausência de plantas daninhas.

Referências

- Baker, H.C., The evolution of weeds. *Annual Rev Ecol Syst*, 5:1–24, 1974.
- Barbosa, T.M.L.; Ferreira, F.A.; Souza, I.F.; Barbosa, L.C.A. & Casali, V.W.D., Caracterização química e efeitos alelopáticos de exsudados radiculares de plântulas de sorgo sobre alface. *Planta Daninha*, 16:153–162, 1998.
- Barret, S.H., Crop mimicry in weeds. *Econ Bot*, 37:255–282, 1983.
- Bebawi, F.E.; Eplee, R.E.; Harris, C.E. & Norris, R.S., Longevity of witchweed (*Striga asiatica*) seed. *Weed Sci*, 32:494–497, 1984.
- Brandão, M.; Laca-Buendia, J.P.; Gavilanes, M.L.; Zurlo, M.A.; Cunha, L.H.S. & Cardoso, C., Novos enfoques para plantas consideradas daninhas. *Inf Agropec*, 11:3–12, 1985a.
- Brandão, M.; Laca-Buendia, J.P.; Mascarenhas, M.H.T.; Cunha, L.H.S. & Gavilanes, M.L., Plantas daninhas de controle problemático. *Inf Agropec*, 11:52–63, 1985b.
- Braz, B.A. & Durigan, J.C., Efeitos da redução do espaçamento e dosagens de herbicidas no controle de plantas daninhas, em duas épocas de semeadura de soja (*Glycine max*). In: *Resumos do 19º Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas*. Londrina, PR: SBHED, p. 97–99, 1993.
- Brighenti, A.; Gazziero, D. & Voll, E., Controle cultural associado a doses reduzidas de herbicidas na cultura da soja. In: *Anais da 25ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*. Londrina, PR: EMBRAPA Soja, p. 234, 2003.
- Brighenti, A.M.; Bortoluzi, E.S.; Adegas, F.S.; Gazziero, D.L.P. & Voll, E., Habilidade competitiva de cultivares de soja na presença de *Euphorbia heterophylla*. In: *Anais da 24ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*. Londrina, PR: EMBRAPA Soja, p. 183–184, 2002.
- Brighenti, A.M.; Castro, C.; Oliveira Jr., R.S.; Scapim, C.A.; Voll, E. & Gazziero, D.L.P., Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha*, 22:251–257, 2004.
- Brighenti, A.M.; Silva, J.F.; Lopes, N.F.; Cardoso, A.A. & Ferreira, L.R., Crescimento e partição de assimilados em losna. *Rev Bras Fisiol Veg*, 5:41–45, 1993.
- Brighenti, A.M.; Silva, J.F.; Sedyama, T.; Silveira, J.S.M. & Sedyama, C.S., Análise de crescimento da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). *Revista Ceres*, 44:94–110, 1997.
- Brighenti, A.M.; Voll, E. & Gazziero, D.L.P., *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: emergence, seed production, and its management. *Weed Biol Manag*, 7:84–88, 2007.

- Burnside, O.C., Soybean (*Glycine max*) growth as affected by weed removal, cultivar and row spacing. *Weed Sci*, 27:562–565, 1979.
- Burnside, O.C.; Wilson, R.G.; Weisberg, S. & Hubbard, K., Seed longevity of 41 species buried 17 years in Eastern and Western Nebraska. *Weed Sci*, 44:74–86, 1996.
- Campo, C.B.H.; Gazziero, D.L.P. & Barreto, J.N., Estudos de competição de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e a soja. In: *Resultados de Pesquisa - 1982/83*. Londrina, PR: EMBRAPA-CNPSoja, p. 160–161, 1983.
- Carvalho, M.N. & Nakagawa, J., *Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção*. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1988. 429 p.
- Christoffoleti, P.J.; López Ovejero, 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*. Piracicaba, SP: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. 120 p.
- Dawson, J.H., Dodder (*Cuscuta spp*) control with dinitroaniline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*). *Weed Technol*, 4:341–348, 1990.
- Deuber, R., *Ciência das Plantas Daninhas: Fundamentos*. v. 1. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1992. 431 p.
- Dias, W.P.; Ferraz, S.; Silva, A.A.; Lima, R.D. & Valle, L.A.C., Hospedabilidade de algumas ervas daninhas ao nematóide de cisto da soja. *Nematologia Bras*, 19:9–14, 1995.
- Gazziero, D.L.P.; Brighenti, A.M.; Voll, E. & Maciel, C.D.G., Convivência da planta daninha amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) com a cultura da soja no Estado do Paraná. In: *Anais da 20ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*. Londrina, PR: CNPSoja, p. 378, 1998.
- Gelmini, G.A., *Controle químico do aguapé (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) e da alface-d'água (Pistia stratiotes L.)*. Dissertação – mestrado em fitotecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1996.
- Gutternan, Y.; Corbineau, F. & Come, D., Interrelated effects of temperature, light and oxygen on *Amaranthus caudatus*L. seed germination. *Weed Res*, 32:111–117, 1992.
- Jacobi, U.S. & Fleck, N.G., Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no final de ciclo. *Planta Daninha*, 16:187–207, 1998.
- Kissmann, K.G., *Trapoeiras*. São Paulo, SP: BASF Brasileira S.A., 1989. 4 p.
- Kissmann, K.G., *Plantas Infestantes e Nocivas*. 1ª edição, v. I. São Paulo, SP: BASF Brasileira S.A., 1991. 608 p.

- Kissmann, K.G., *Plantas Infestantes e Nocivas*. 1a edição, v. II. São Paulo, SP: BASF Brasileira S.A., 1992. 798 p.
- Kissmann, K.G., *Plantas Infestantes e Nocivas*. 1a edição, v. III. São Paulo, SP: BASF Brasileira S.A., 1995. 683 p.
- Kissmann, K.G., *Plantas Infestantes e Nocivas*. 2a edição, v. I. São Paulo, SP: BASF Brasileira S.A., 1997. 825 p.
- Lacey, J.R.; Wallander, R. & Olson-Rutz, K., Recovery, germinability and viability of leafy spurge (*Euphorbia esula*) seeds ingested by sheep and goats. *Weed Technol*, 6:599-606, 1992.
- Lorenzi, H., *Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais*. 2a edição. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991. 440 p.
- Marinis, G., Ecologia de plantas daninhas. In: Camargo, P. (Ed.), *Texto Básico de Controle de Plantas Daninhas*. Piracicaba, SP: ESALQ, 4a edição, p. 1-74, 1972.
- Marwat, K.B. & Nafziger, E.D., Cocklebur and velvetleaf interference with soybean grown at different densities and planting patterns. *Agron J*, 82:531-534, 1990.
- Menezes, V.G. & Silva, P.R.F., Manejo de arroz vermelho através do tipo e arranjo de plantas de arroz irrigado. *Planta Daninha*, 16:45-57, 1996.
- Monks, D.W. & Oliver, L.R., Interactions between soybean (*Glycine max*) cultivars and selected weeds. *Weed Sci*, 36:770-774, 1988.
- Muzik, T.J., *Weed Biology and Control*. New York, EUA: McGraw-Hill, 1970. 273 p.
- Pitelli, R.A., Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Inf Agropec*, 11:16-27, 1985.
- Pitelli, R.A., *Biologia das Plantas Daninhas*. Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, 1988. 43 p.
- Pitelli, R.A. & Durigan, J.C., Terminologia para períodos de controle e de convivência para plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: *Resumos do 15º Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas*. Piracicaba, SP: SBHED, p. 37, 1984.
- Radosevich, S.; Holt, J. & Ghera, C., *Weed Ecology: Implications for Management*. New York, EUA: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.
- Rice, E.L., *Allelopathy*. New York, EUA: Academic Press, 1974. 353 p.
- Rolston, M.P., Water impermeable seed dormancy. *Bot Review*, 44:365-396, 1978.
- Ruedell, J., *Plantio Direto na Região de Cruz Alta*. Cruz Alta, RS: Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotriga - FUNDACEP, 1995. 133 p.

- Schultz, A.R., *Estudo Prático de Botânica Geral*. 3a edição. Porto Alegre, RS: Globo, 1968. P. 83-94.
- Shaw, D.R.; Bruff, S.A. & Smith, C.A., Effect of soybean (*Glycine max*) row spacing on chemical control of sicklepod (*Cassia obtusifolia*). *Weed Technol*, 5:286-290, 1991.
- Silva, J.F. & Silva, J.F., *Curso de Proteção de Plantas. Módulo 5 (1-4)*. Brasília, DF: ABEAS, 1991.
- Velini, E.D., Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: *Avances en Manejo de Malezas en la Producción Agrícola y Florestal*. Santiago de Chile: Asociación Latino Americana de Malezas, p. 42-58, 1992.
- Voll, E.; Gazziero, D.L.P.; Adegas, F.S. & Brighenti, A.M., Dinâmica do estabelecimento e competição de balãozinho. In: *Anais da 20ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*. Londrina, PR: CNPSoja, p. 383, 1998a.
- Voll, E.; Gazziero, D.L.P.; Brighenti, A.M. & Lélis Filho, O., Dinâmica de estabelecimento e competição de desmódio. In: *Anais da 20ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil*. Londrina, PR: CNPSoja, p. 384, 1998b.
- Weeb, M. & Smith, M.C., Biology of *Striga hermonthica* (scrophulariaceae) in Sahelian Mali: effects on pearl millet yield and prospects of control. *Weed Res*, 36:203-211, 1996.
- Wilson, R.D., Dissemination of weed seed by surface irrigation in Western Nebraska. *Weed Sci*, 28:87-92, 1980.
- Yelverton, F.H. & Coble, H., Narrow row spacing and canopy formation reduces weed resurgence in soybean (*Glycine max*). *Weed Technol*, 5:169-174, 1991.
- Zimdahl, R.L., *Fundamentals of Weed Science*. 2a edição. Fort Collins, EUA: Academic Press, 1999. 556 p.