

DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Robinson Antonio Pitelli¹

1. INTRODUÇÃO

O conjunto de plantas superiores que se mantém espontaneamente em áreas agrícolas e pecuárias compreende espécies com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a vegetação natural foi extinta e o solo ficou total ou parcialmente exposto (10).

Este tipo de vegetação sempre existiu e, no passado, sua presença sempre foi fortuita e temporária, evoluindo sempre que houvesse uma área despojada da vegetação natural e desaparecendo tão logo a vegetação original fosse re-estabelecida. Estas plantas foram muito importantes na recuperação de extensas áreas de vegetação após a desglaciação do pleistoceno (10).

O surgimento da população humana permitiu a perpetuação das plantas com características pioneiras, pois o homem criou e manteve nichos adequados ao crescimento e desenvolvimento deste tipo de vegetação. Não há dúvidas de que foi desta vegetação que o homem desenvolveu a maioria de suas espécies cultivadas e estabeleceu a base para sua atividade agropecuária. As outras espécies pioneiras não domesticadas mantiveram-se habitando estas áreas, ocasionando uma série de entraves ao desenvolvimento da agropecuária e recebendo o conceito de plantas daninhas. No entanto, trata-se de plantas com características pioneiras, as quais encontram no agroecossistema nichos disponíveis e adequados à perpetuação de sua espécie (10).

Estas plantas, normalmente, possuem grande agressividade, caracterizada por elevada e prolongada capacidade de produção de diásporos dotados de alta viabilidade e longevidade, os quais são capazes de germinar, de maneira descontínua, em muitos ambientes. Normalmente, possuem adaptações para disseminação a curta e longa distância. Via de regra, possuem rápido crescimento e desenvolvimento, são auto-compatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas e, quando alógamas, utilizam-se de agentes de polinização inespecíficos ou o vento. Quando são perenes, além de vigorosa reprodução vegetativa e alta capacidade de regeneração de fragmentos, são bastante frágeis, de modo que as plantas se fragmentam e não são totalmente arrancadas do solo. Ademais, estas plantas desenvolvem mecanismos especiais que as dotam de grande habilidade de sobrevivência, como produção de substâncias de natureza alelopática, hábito trepador e outros (01).

Resumindo, a perpetuação de uma espécie como planta invasora de agroecossistemas está condicionada a uma relação interativa entre a plasticidade de cada indivíduo e processos que, a longo prazo, proporcionam flexibilidade adaptativa frente às eventuais alterações do ambiente e às modificações que normalmente ocorrem em condições naturais em todo o

1. FCAVJ/UNESP, 14870-000 - Jaboticabal - SP.

sistema, através do tempo (06).

Nos últimos anos, têm sido propostos interessantes conceitos a respeito das estratégias evolutivas desenvolvidas pelas plantas daninhas para a ocupação dos agroecossistemas. Uma das teorias mais importantes é a de Grime (07). Segundo o autor, há dois fatores externos que limitam a estratégia de crescimento e de reprodução das plantas superiores. Estes dois fatores são:

- o estresse: fenômeno externo que impõe barreiras ao desenvolvimento vegetal, como disponibilidade de água, de nutrientes e de luz, temperaturas elevadas ou baixas, competição inter-específica etc...

- o distúrbio: alterações ambientais relativamente drásticas que promovem a destruição total ou parcial da biomassa vegetal, como ceifa, cultivo, preparo do solo, pastoreio, fogo etc...

A frequência e/ou intensidade destes fatores pode variar muito. Se apenas forem considerados os fatores extremos, quatro situações podem ocorrer e os tipos ecológicos adaptados a cada situação são nomeados na Tabela 01.

Tabela 01 - Combinações de valores extremos de fatores externos básicos que afetam a estratégia evolutiva das plantas superiores e os nomes dados aos tipos ecológicos adaptados a cada condição (07).

Intensidade do distúrbio	Intensidade do estresse	
	Alto	Baixo
Alto	—	Ruderais
Baixo	Tolerantes ao estresse	Competidoras

As plantas que se enquadram em cada um destes tipos ecológicos podem ser identificadas por características comuns:

- Tolerantes ao estresse: exibem características que asseguram a sobrevivência em ambientes desfavoráveis. Apresentam reduzida alocação de recursos em favor do crescimento vegetativo e reprodutivo. Espécies com estas características são prevaletentes em ambientes não perturbados, em ambientes pouco produtivos ou nos estágios finais da sucessão ecológica.

- Competidoras: exibem características que maximizam o recrutamento de recursos em condições produtivas em ambientes pouco perturbados. Apresentam grande alocação de recursos em favor do crescimento vegetativo e são abundantes em estágios serais intermediários da sucessão ecológica.

- Ruderais: são encontradas em ambientes altamente perturbados porém produtivos. Exibem características de rápido ciclo de desenvolvimento e elevada alocação de recursos a favor de estruturas reprodutivas. Ocupam as primeiras fases da sucessão ecológica.

É importante considerar que, na Tabela 01, apenas foram consideradas as condições extremas. Grime (07) prefere avaliar os vários tipos intermediários em um modelo triangular, onde são consideradas as várias situações intermediárias de estresse, de distúrbio e de

competição com outras plantas.

A teoria de Grime (07) pode ser adaptada ao universo das plantas daninhas. Por exemplo, nas áreas de olericultura, onde o distúrbio é intenso, os solos são férteis, há abundância de irrigação e as plantas emergem em condição de solo nu, predominam as plantas daninhas com características ruderais. No outro extremo, em áreas de reflorestamento, onde há pouco distúrbio, os solos normalmente são de baixa fertilidade e há intenso estresse promovido pela interferência da espécie florestal, predominam plantas com características mais próximas às tolerantes ao estresse. Nas fases iniciais da implantação do reflorestamento predominam as plantas com características de competidoras.

Esta introdução teórica foi necessária para sedimentar o conceito de que a composição específica da comunidade vegetal que habita espontaneamente um agroecossistema é função do manejo agrícola empregado, especialmente em termos de mobilização (distúrbio) do solo e manejo dos fatores limitantes ao crescimento vegetal (estresse).

2. PLANTIO DIRETO

2.1. Ação dos fatores ecológicos limitantes

Quando ocorre a alteração do sistema de plantio convencional para o sistema de plantio direto, há uma grande mudança no distúrbio e no estresse que são impostos ao ambiente agrícola.

Antes de comentar sobre os impactos da mudança dos sistema de cultivo, é interessante que se apresentem alguns conceitos básicos acerca da ação dos fatores ecológicos sobre as populações vegetais. Mondchasky (03) propôs uma classificação dos fatores ecológicos baseada na intensidade de adaptação dos organismos, que é tanto mais desenvolvida quanto maior for o tempo de atuação do fator. Classificou os fatores ecológicos em periódicos primários, periódicos secundários e não periódicos

Os *fatores periódicos primários* têm periodicidade regular (diária, lunar, estacionária e anual) e são consequência direta do movimento de rotação e translação da terra, como o ritmo dia-noite, as estações do ano etc.... As plantas são totalmente adaptadas a estes fatores, que atuam determinando os limites da área de distribuição geográficas das espécies. No interior destas áreas, sua ação nunca é fundamental.

Os *fatores periódicos secundários* são consequências das variações dos primários. Quanto mais estreita é a relação com o fator primário, mais regular é sua manifestação e maior é o grau de adaptação dos organismos ao fator. São exemplos: o ritmo pluviométrico anual, as flutuações da temperatura e da umidade do ar, as flutuações nas populações de inimigos naturais, simbioses etc... Estes fatores atuam regulando a abundância das populações dentro de suas áreas de distribuição geográfica, mas não interferem expressivamente nos limites desta área.

Os *fatores não periódicos* são aqueles que normalmente não ocorrem no habitat de uma planta. Quando ocorrem, promovem grandes impactos sobre as populações, pois os organismos não têm adaptações para variações deste fator. Quando um fator não periódico passa a se repetir com certa regularidade, as populações desenvolvem mecanismos de adaptação e sua ação deixa de ser muito impactante, chegando ao extremo de apresentarem respostas similares a um fator periódico secundário.

2.2. Impacto do plantio direto

No início da agricultura moderna, os processos de aração e gradagem constituíam *fatores ecológicos não periódicos* e, portanto, de grande impacto sobre as populações de plantas daninhas. A inversão da leiva, efetuada pelo arado, proporcionava elevada mortalidade dos diásporos e das partes vegetativas enterradas, uma vez que estas plantas não possuíam mecanismos de adaptação desenvolvidos.

Com aplicação sucessivas destas práticas culturais, as plantas daninhas passaram a desenvolver mecanismos que as permitissem sobreviver ao enterrio, como resistência aos agentes bióticos do solo, exigência de temperatura variável para iniciar o processo germinativo, desenvolvimento de inúmeros e complexos mecanismos de dormência dos diásporos, capacidade de germinação e emergência a partir de grandes profundidades no perfil do solo etc...

Também houve uma uniformidade na distribuição dos diásporos no perfil da camada arável do solo, de modo que, a aração e gradagem apenas movimentavam o banco de sementes superficial para as zonas mais profundas e trazia as sementes mais profundas para a região mais superficial, mantendo o potencial de infestação das plantas daninhas.

Assim, com o tempo de plantio convencional, o impacto do preparo do solo sobre as populações de plantas daninhas decresceu consideravelmente. É interessante ressaltar que algumas espécies não conseguiram desenvolver mecanismos adaptativos que lhes conferissem sucesso em campos conduzidos neste sistema, desaparecendo ou mantendo pequenas populações, sendo consideradas plantas daninhas de importância secundária.

De modo geral, no plantio convencional o ambiente para as plantas daninhas era caracterizado por elevado distúrbio do solo e, por algum tempo, ausência de qualquer cobertura vegetal, com o solo totalmente exposto.

Com a adoção do sistema de plantio direto, os fatos inusitados passaram a ser o não revolvimento do solo e a presença de uma cobertura morta na superfície, que não existia no plantio convencional, além de incrementar a prática da rotação com culturas de inverno e o uso de herbicidas de manejo. Os impactos destes fatores serão discutidos isoladamente, embora seja conhecido que existe interações entre eles.

3. ROTAÇÃO DE CULTURAS

Pela sua própria história evolutiva, pode-se inferir que as plantas daninhas são plantas dotadas de elevada agressividade na ocupação de solos nus, mas são bastante sensíveis à presença de outras plantas no ambiente comum. Deste modo, uma ocupação eficiente do solo por parte da planta cultivada é um dos mais importantes fatores atuantes no estabelecimento e crescimento da comunidade infestante. Esta ocupação eficiente deve ser considerada no tempo e no espaço.

A ocupação eficiente do espaço do agroecossistema por parte da cultura, reduz a disponibilidade de nichos adequados ao crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas. Neste aspecto, é importante que se considerem todos os fatores envolvidos na determinação do grau de interferência entre as plantas cultivadas e as comunidades

infestantes, visando maximizar a pressão de interferência promovida pela cultura. Para tanto, é importante que se utilizem variedades de rápido crescimento inicial, adequadas às condições edafo-climáticas predominantes na região e semeadas em espaçamentos e densidades de plantas que assegurem um rápido e intenso sombreamento do sojo. Também é importante que as plantas daninhas sejam eliminadas durante os períodos de controle considerados críticos, ou seja, antes do término do *Período Anterior à Interferência* e após o término do *Período Total de Prevenção da Interferência* (11).

Também é interessante que se considere o conceito de ocupação temporal do agroecossistema, de modo que este seja ocupado com plantas cultivadas pelo maior período possível, evitando que as plantas daninhas se desenvolvam e aumentem seus potenciais de infestação. Neste aspecto, a rotação com culturas de inverno constitui prática fundamental para evitar o ciclo das plantas daninhas no período de entre-safra e, também, proporcionar uma mudança de condições no ambiente da lavoura, não permitindo que se formem grandes infestações de algumas poucas espécies. É importante recordar que antes de 1945, as principais medidas de manejo das plantas daninhas eram os cultivos e a rotação de culturas. O sistema mais eficiente consistia na rotação de cereais, leguminosas e pastagens. Nessas condições, as plantas daninhas tinham grandes dificuldades em incrementar suas populações. Após esta época, com as introduções das fontes sintéticas de nitrogênio e dos produtos de ação herbicida, a rotação foi paulatinamente sendo abandonada. Apesar das modernas técnicas de controle, as comunidades infestantes foram se tornando mais diversificadas e densas.

O sistema de plantio direto vem resgatar esta prática da rotação e, em conseqüência, seus impactos sobre as comunidades infestantes dos agroecossistemas.

4. REDUÇÃO DO DISTÚRPIO DO SOLO

A redução do distúrbio do solo resultante da adoção do plantio direto, por si só, proporciona uma redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas. Vários são os fatores que contribuem para este comportamento:

- grande proporção do estoque de diásporos do solo será mantida numa profundidade suficiente para que não haja a germinação e/ou emergência das plântulas;
- os diásporos produzidos após a adoção do plantio direto, ficarão depositadas numa camada superficial do solo, ficando mais susceptíveis à ação de predadores de grande porte como pássaros e roedores. Este é um aspecto especialmente importante no caso de algumas espécies cujos diásporos necessitam de um certo período de armazenamento para atingir maturidade fisiológica ou romper certas modalidades de dormência e, com o enterrio, ficariam protegidas durante o desenvolvimento deste processo;
- a maior concentração de diásporos na superfície do solo facilita a homogeneidade de emergência das plântulas, facilitando a efetividade das medidas de controle, especialmente a atividade de herbicidas.

Por outro lado, as plantas com características pioneiras que não lograram sucesso adaptativo no sistema convencional, podem ser favorecidas com o plantio direto e ter suas populações incrementadas. Esta mudança de flora é fragante em alguma áreas antigas de

plantio direto onde as composições específicas das comunidades infestantes diferem daquelas de ocorrência comum no plantio convencional.

5. COBERTURA MORTA

Os efeitos da cobertura morta sobre as plantas daninhas devem ser analisados sob três aspectos distintos - físico, químico e biológico - embora haja interações entre eles.

5.1. Efeito físico

O efeito físico da cobertura morta é bastante importante na regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies. Em termos de efeitos sobre o processo germinativo, pode-se exemplificar com a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, das sementes que requerem determinado comprimento de onda e de sementes que necessitam de grande amplitude térmica para iniciar o processo germinativo. É amplamente conhecido que a cobertura morta reduz as amplitudes diárias da variação térmica e hídrica na região superficial do solo. Esta redução tem grande impacto na germinação de sementes de plantas daninhas, especialmente as ruderais extremas. É importante considerar que o sistema de plantio direto permite uma continuidade da cobertura do solo, não permitindo qualquer período de exposição total.

O efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas das plantas daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos. Muitas vezes, as reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso a luz e inicie o processo fotossintético.

5.2. Efeito biológico

A presença da cobertura morta cria condições para instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo. Na composição específica desta microbiocenose há uma grande quantidade de organismos que podem utilizar sementes e plântulas de plantas daninhas como fontes de energia e matéria. Muitos organismos fitopatogênicos podem utilizar a cobertura morta para completar o ciclo de desenvolvimento e produzir estruturas reprodutivas. De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo. O fungo *Drechslera campanulata*, no seu estágio sexuado, *Pyranophora semeniperda*, tem uma ampla gama de hospedeiros e é capaz de reduzir a viabilidade e germinabilidade de diásporos de várias gramíneas (09).

Além disso, deve-se considerar que a cobertura morta cria um abrigo seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como roedores, insetos e outros pequenos animais.

5.3. Efeito químico

Há uma relação alelopática entre a cobertura morta e as plantas daninhas presentes no banco de sementes do solo. Após a morte da planta ou de seus órgãos, os aleloquímicos são

inicialmente liberados pela lixiviação dos resíduos. A perda da integridade da membrana celular pela decomposição do resíduo, permite a liberação direta de uma variedade de compostos, que podem impor sua ação de maneira aditiva ou sinérgica à dos lixiviados. Além disso, os microrganismos presentes no solo podem induzir a produção de compostos tóxicos por degradação enzimática dos conjugados ou polímeros presentes no tecidos. Um exemplo deste processo é a ação de microrganismos em glicosídeos cianogênicos presentes em *Sorghum halepense* com a produção de duas toxinas: HCN e benzaldeídos (12).

A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da qualidade e quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas daninhas.

Alguns ácidos, com atividade alelopática, foram identificados em solos sob cobertura morta, como o vanílico, p-cumárico, p-hidrobencóico, siríngico, protocafêico e ferúlico (08). Sob cobertura morta de cevada foram encontrados os ácidos benzóico, fenilacético, fenilpropionico e 4-fenilbutírico (14). Sob resíduos de milho foram identificados: p-hidroxibenzilaldeído, floroglucinol, resorcinol, e os ácidos butírico, fenilacético, benzóico, siríngico, p-cumárico, trans-cinâmico e cafêico (02). Os ácidos acético, propiônico e butírico são considerados os mais expressivos agentes aleloquímicos provenientes de cobertura morta de trigo (13).

O modo de ação dos aleloquímicos na planta receptora ainda não estão totalmente esclarecidos, devido às dificuldades de separar os efeitos secundários das causas primárias. Geralmente influenciam em mais de um processo do vegetal, com velocidades distintas, o que provoca efeitos colaterais difíceis de serem separados dos principais (05).

Existem numerosas evidências de que os aleloquímicos podem alterar a absorção de ions pelas plantas. No entanto, este fenômeno encontra-se associado ao colapso de outras funções, como a respiração, e a permeabilidade das membranas celulares. O aleloquímicos podem atuar como reguladores do crescimento vegetal, como inibidores de fotossíntese, desreguladores da respiração e da permeabilidade de membranas, inibidores da síntese proteica e da atividade enzimática. (05).

Vários estudos têm sido conduzidos visando o manejo da cobertura morta no controle de plantas daninhas. No Brasil, foi demonstrada a eficácia da cobertura morta proporcionada por várias espécies de culturas de inverno, tendo detectado, inclusive, uma relação de seletividade na interação cobertura morta - planta daninha (04).

O plantio direto, em comparação com o tempo de agricultura convencional, é uma prática relativamente recente. As reduções iniciais da diversidade e densidade das plantas daninhas foram os primeiros sinais do impacto deste sistema de plantio sobre a dinâmica das comunidades infestantes. As alterações das importâncias relativas das espécies, com o predomínio de plantas pouco comuns no sistema convencional, constitui outro tipo impacto que se evidencia atualmente. No entanto, estes impactos são resultantes de uma integração dos fatores acima comentados e da aplicação de herbicidas, especialmente os de manejo.

Os herbicidas de manejo passaram a constituir um outro agente de distúrbio introduzido no ambiente. De início, num caráter de fator ecológico não periódico, ainda apresentam grande impacto sobre as comunidades infestantes. Com os anos sucessivos de uso regular, as comunidades infestantes irão sofrer alterações e o impacto de controle destes produtos tenderá a decrescer. No entanto, herbicidas com diferentes modos e espectro de ação poderão ser manejados e manter a intensidade de impacto.

6. LITERATURA CITADA

01. Baker, D.N. Characteristics and modes origin of weeds. **In:** Baker, D.N. & Stebbins, B.L. *The Genetics of Colonizing Species*. New York, Academic Press, 1965. P. 1-24.
02. Chou, C.H. & Lin, H.J. Autointoxications mechanism of *Oryza sativa*. I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *J. Chem. Ecol.* 2(3): 353-367, 1976.
03. Dajoz, R. *Ecologia Geral*. Petrópolis, Editora Vozes, 1983. 472 p.
05. Durigan, J.C. & Almeida, F.L.S. Noções da alelopatia. Jaboticabal, Editora da FUNEP, 1993. *Boletim Técnico*, 28 p.
05. Einhellig, F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. **In:** Putnam, A.R. & Tang, C.S. *The Science of Allelopathy*. New York, John Willey & Sons, 1986. p. 171-188.
06. Fernandez, O. Las malezas y su evolucion. *Ciencia y Investigacion* 35: 49-59, 1979.
07. Grime, J.P. *Plant Strategies and Vegetation Process*. New York, John Wiley & Sons, 1979. 209 p.
08. Guenzi, M.D. & McCalla, T.M. The phytotoxic substances extractes from soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30: 214-216, 1968.
09. Medd, R.W., Nikandrow, A. & Jones, K. Possible use of soil-born pathogen for weed control. **In:** Int. Symp. Biol. Control of weeds, 6º, Vancouver, 1984. *Proceedings*, p.19-25
10. Pitelli, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. **In:** Simpósio sobre Ecosistema de Pastagens, 1º, Jaboticabal, 1990. *Anais*, p. 69-86.
11. Pitelli, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informe Agropecuário* 11(129): 16-27, 1985.
12. Putnam, A.R. Weed allelopathy. **In:** Duke, S.O. *Weed Physiology*. Boca Raton, CRC Press, 1985. P. 131-155.
13. Tang, C.S. & Waiss, A.C. Short-chain fatty acids as growth inhibitors in decomposing wheat straw. *J. Chem. Ecol.* 4(2): 225-232, 1978.
14. Tousson, T.A. Nature of phytotoxic substances during plant residue decomposition in soil. *Phytopatol.* 58: 41-45, 1968.