

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Bioinsumos na cultura da soja

*Maurício Conrado Meyer
Adeney de Freitas Bueno
Sérgio Miguel Mazaro
Juliano Cesar da Silva*

Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2022*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000 Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Soja

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Alvadi Antonio Balbinot Junior*

Secretária-Executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica: *Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *Edil Gomes*

Capa: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

1ª edição: 2022

1ª impressão: PDF digitalizado

O conteúdo do livro, bem como a exatidão das citações e referências, são de inteira responsabilidade dos autores.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Bioinsumos na cultura da soja / Maurício Conrado Meyer... [et al.] editores técnicos – Brasília,
DF: Embrapa, 2022.
550 p.

ISBN: ISBN: 978-65-87380-96-4

1. Soja. 2. Produção vegetal. 3. Insumo. 4. Fertilizante. I. Meyer, Maurício Conrado. II. Bueno, Adeny de Freitas. III. Mazaró, Sérgio Miguel. IV. Silva, Juliano Cesar da.

CDD: 633.34: 631.8 (21. ed.)

Valéria de Fátima Cardoso (CRB 9/1188)

©Embrapa, 2022

Controle biológico de plantas daninhas

Fernando Storniolo Adegas

Alexandre Ferreira da Silva

Germani Concenço

Introdução

A história da ciência das plantas daninhas se confunde com a história do homem e da agricultura (Ferrero et al., 2007). As plantas indesejáveis, infestantes ou daninhas, existem desde que o homem deixou de ser nômade, ou seja, quando esse passou a criar animais e a cultivar plantas próximo ao local de habitação, sendo definidas como qualquer planta que ocorre onde não é desejada, ou então uma planta sem valor econômico ou que compete, com o homem, pelo solo (Silva et al., 2007). Em termos simples, uma planta pode ser considerada daninha se estiver direta ou indiretamente prejudicando determinada atividade humana.

Ao longo da evolução dos processos de produção agrícola, diversos métodos de manejo das plantas daninhas foram desenvolvidos; cada um com suas vantagens e suas limitações e problemas. O crescimento populacional e a queda da fertilidade dos solos após anos de sucessivas culturas no continente europeu causaram, entre outros problemas, a escassez de alimentos. Nesse sentido, por volta dos séculos XVIII e XIX, intensificou-se a adoção de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras (gramíneas e leguminosas) e as atividades de pecuária e agricultura se integram. Essa fase é conhecida como a Primeira Revolução Agrícola Contemporânea.

Em 1837, John Deere construiu um arado em aço que permitiu que áreas até então consideradas inutilizadas nos EUA fossem aproveitadas para agricultura, o que reforçou o simbolismo de que foi o arado o grande responsável pelo progresso da agricultura. Mesmo com a invenção do trator a vapor em 1850 e com o desenvolvimento do trator a gasolina no início de 1900, somente após 1920 os avanços na agricultura mecanizada tornaram-se importantes no controle de plantas daninhas. Vários autores citam que no início do século 20 ocorreu a transição do uso da tração animal para a mecanização em muitas tarefas agrícolas, inclusive para o controle de plantas daninhas (Timmons, 1970). Foi exatamente na década de 1920 que surgiram as primeiras aplicações práticas do controle biológico, com introdução de inimigos naturais específicos, para controle de infestações de cactos, na Austrália.

Outro período de intensa transformação na agricultura aconteceu no final do século XIX e início do século XX, principalmente na Europa e nos EUA. Descobertas científicas, aliadas ao grande desenvolvimento tecnológico como o uso de fertilizantes químicos, motores de combustão interna, melhoramento genético de plantas, desenvolvimentos de substâncias com propriedades herbicidas e irrigação, acabaram por impor um novo padrão de desenvolvimento para a agricultura. Essas mudanças abriram as portas para o desenvolvimento de sistemas mais intensivos de produção, marcando o início de uma nova etapa na história da agricultura, a Segunda Revolução Agrícola Contemporânea, também chamada de “Revolução Verde” (Ehlers, 1996). Essa foi a época em que se iniciou o controle de plantas daninhas por métodos químicos, através do uso de herbicidas.

As plantas daninhas “mudam” em resposta às práticas agrícolas (Aldrich; Kremer, 1997). Assim, a partir do início dos anos 2000 se intensificaram os casos de plantas daninhas resistentes ou altamente tolerantes aos herbicidas, levando diversas culturas a sérios problemas de manejo das invasoras (Agostinetto; Vargas, 2014).

Manejo integrado de plantas daninhas

Didaticamente, podemos definir o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) como a seleção e a integração de métodos de controle e o conjunto de critérios para a sua utilização, com resultados favoráveis dos pontos de vista agrônomo, econômico, ecológico e social (Adegas, 1997).

Para se obter um controle eficaz das populações infestantes se faz necessário direcionar o manejo da lavoura para atenuação da ocorrência das plantas daninhas, baseado no manejo integrado. Em outras palavras, os métodos mecânicos, físicos, culturais, químicos e biológicos de manejo das invasoras devem trabalhar em consonância para o bem comum do cultivo (Lamas, 2013). Em termos gerais, as práticas como a rotação de culturas, a rotação de princípios ativos herbicidas, a integração lavoura-pecuária, a cobertura do solo na entressafra, os consórcios de cultivos e a época de semeadura devem ser preconizadas em todos os ambientes de produção agropecuária para a supressão das plantas daninhas.

O controle biológico

O controle biológico de plantas daninhas consiste na utilização de parasitas, predadores ou patógenos capazes de reduzir a população de plantas daninhas e conseqüentemente a sua capacidade de competir, por meio do equilíbrio populacional entre o inimigo natural e a planta-alvo. Também se inclui como controle biológico o efeito alelopático de determinadas espécies vegetais sobre outras (Silva et al., 2007).

No conceito do manejo integrado, o controle biológico deve ser complementado e/ou associado com métodos culturais, físicos e químicos. De maneira geral, a eficiência do controle biológico quando utilizado de maneira isolada para o controle de um complexo florístico não é satisfatória. Os agentes de controle, usualmente, são específicos para o controle de uma determinada espécie. Estratégias de controle biológico vem sendo utilizadas com sucesso no manejo de plantas invasoras em pastagens, corpos hídricos, reservas florestais, infestantes de difícil controle e especialmente na agricultura orgânica, através das práticas de controle culturais, como cobertura verde e palhada e das práticas mecânicas, como a capina manual e a roçada.

As estratégias de controle biológico podem ser classificadas em três tipos principais: clássica ou inoculativa, inundativa e aumentativa (Tessmann, 2011).

Estratégia de controle clássica (inoculativa)

O controle biológico clássico é uma estratégia utilizada, principalmente, para o manejo de plantas daninhas introduzidas de outros continentes ou regiões geograficamente distantes (Boyetchko, 1997). Essas plantas, usualmente, quando introduzidas estão isentas de seus inimigos naturais e não encontram pressão de predação e parasitismo em seu novo ambiente. Dessa forma, essa estratégia de manejo depende da importação de um ou mais inimigos naturais (insetos ou patógenos) da região de origem da planta daninha. Após a introdução desse agente de controle biológico é esperado que ele se autopropague, se disperse e se estabeleça de modo a promover o controle de plantas daninhas ao longo tempo. O controle biológico clássico é considerado uma resposta ecológica, pois visa manter a população da planta daninha-alvo abaixo do nível de dano econômico, social e ambiental (Tebeest et al., 1992). O objetivo do controle biológico clássico não é a imediata redução ou eliminação das plantas daninhas-alvo, mas sim a redução e a estabilização em longo prazo da densidade dessas plantas em determinada área (Tessmann, 2011).

Os organismos buscados são aqueles que tenham coevoluído com as plantas, que sejam específicos para determinadas espécies ou grupo de espécies de plantas e que não possuam hospedeiras alternativas na área onde o inimigo natural vai ser introduzido (Boyetchko et al., 2002). Somente a partir de então os organismos selecionados serão liberados nas áreas onde o controle é desejado. Como regra geral, tais liberações seguem exaustivas avaliações relativas ao seu impacto ambiental nos novos ambientes (Tessmann, 2011). A estratégia de controle clássico tem sido utilizada com sucesso no controle de plantas daninhas que invadem áreas de pastagens extensivas, reservas florestais e ecossistemas frágeis, como por exemplo, os ecossistemas aquáticos.

Um dos principais exemplos de controle biológico clássico, foi relatado por Zimmermann et al. (2004), trata-se do controle de cactos (*Opuntia* spp.). De acordo com os autores, plantas desse gênero foram introduzidas na Austrália em 1839 como ornamentais e alimentícias. Em 1870 foram classificadas como plantas daninhas e em 1895 se enquadravam entre as dez piores infestantes. Em 1915 a área infestada correspondia a, aproximadamente, 60 milhões de acres, apresentando taxas de infestação em alguns estados de 1 milhão de acres/ano. Em 1920 criou-se um comitê para avaliar estratégias de controle da espécie e optou-se pela abordagem do controle biológico clássico. Dessa forma, entomologistas foram enviados ao continente americano, para avaliar inimigos naturais de cactos, desde a Argentina até o sul dos Estados Unidos. Dentre os organismos selecionados, o inseto *Cactoblastis cactorum*, nativo da Argentina, mostrou total especificidade e grande poder de predação. Em 1925 foi introduzido nas áreas infestadas da Austrália. Após 10 anos a infestação de plantas do gênero *Opuntia* foi reduzida a níveis superiores a 80% nas áreas problemáticas.

Três fungos fitopatogênicos originários do Brasil já foram introduzidos em diferentes regiões do mundo para biocontrole clássico (Vieira et al., 2018). *Colletotrichum gloeosporioides* sp. *miconiae* introduzido no Hawaii e no Tahiti para o controle de *Miconia calvescens* (Killgore et al., 1997; Meyer et al., 2008). O segundo, um fungo causador de ferrugem, *Uredo tuberculata* (sin. *Prospodium tuberculatum*),

introduzido na Austrália para o controle biológico de *Lantana camara* (Ellison et al., 2006). O terceiro, o fungo *Kordyana* sp., introduzido como alternativa para o controle de *Tradescantia fluminensis*, invasora em florestas da Austrália e Nova Zelândia (Fowler et al., 2013). No entanto, o Brasil nunca adotou essa estratégia de manejo, apesar dos numerosos exemplos de espécies de plantas exóticas invadindo os ecossistemas brasileiros e causando impactos ambientais e econômicos significativos (Zenni; Ziller, 2011, Ellison; Barreto, 2004).

De maneira geral, essa estratégia de controle não é a mais indicada para o manejo em culturas anuais, por causa da sua lentidão no controle das plantas daninhas em comparação com a curta duração do ciclo das culturas (Costa et al., 2018).

Estratégia de controle inundativa

A estratégia inundativa para o controle biológico envolve a produção em massa e a aplicação de um agente específico de controle com alto nível de inóculo sobre a área infestada pela planta daninha alvo (Boyetchko, 1997). Os agentes de controle utilizados nessa estratégia são fungos, bactérias e vírus fitopatogênicos. Ao contrário do controle biológico clássico, essa estratégia objetiva proporcionar o rápido controle da planta daninha-alvo. De maneira semelhante ao controle químico, há necessidade de aplicações regulares do agente de controle biológico na área, pois ele não sobrevive em densidade suficiente ou, dependendo do tipo de patógeno, não se multiplica nos restos da cultura (Boyetchko et al., 2002). O inóculo do patógeno pode ser aplicado por métodos convencionais, similares aos utilizados para a aplicação dos agrotóxicos. Devido à similaridade à estratégia química, a estratégia inundativa, também, tem sido chamada de micoherbicida ou bioherbicida.

De acordo com Charudattan e Dinoor (2000) bioherbicida é definido como um agente biológico que proporciona controle de plantas daninhas por meio de aplicações sequenciais de seu inóculo. Nos Estados Unidos e em muitos outros países, a utilização de microrganismos como agentes de controle de plantas

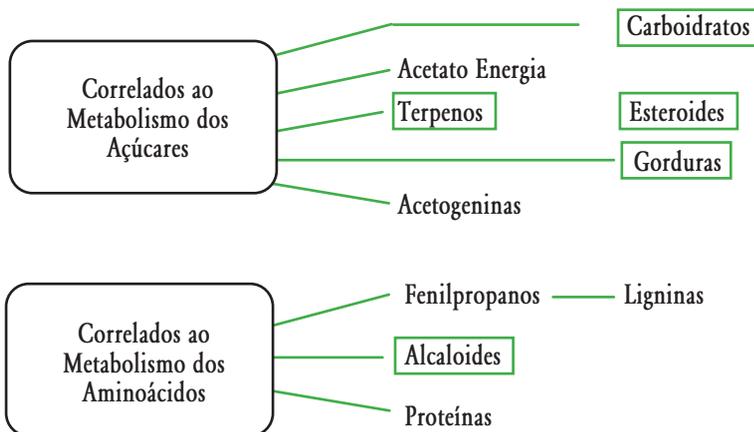


Figura 1. Esquema geral do metabolismo dos açúcares e aminoácidos. Grupos marcados são aqueles primordialmente relacionados à produção de substâncias alelopáticas.

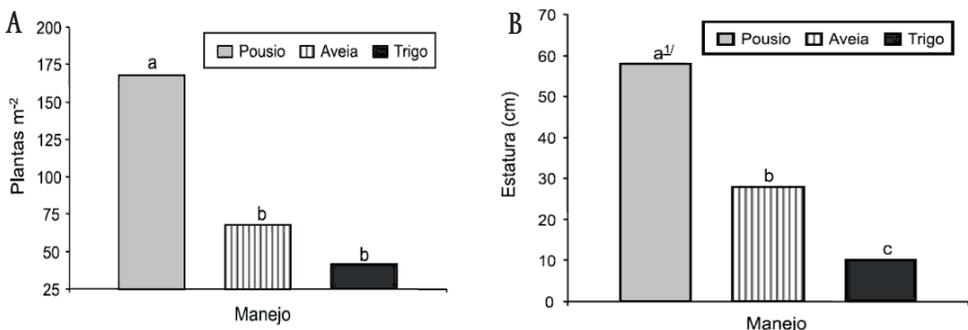
Fonte: Concenço et al. (2018).

daninhas é considerado como uma aplicação de pesticida e, portanto, esses agentes devem ser registrados ou aprovados como biopesticidas por agências governamentais apropriadas.

De acordo com Vieira et al. (2018), os bioherbicidas vêm sendo desenvolvidos, registrados e comercializados desde a década de 1980, mas não no Brasil. Dentre os produtos disponíveis no mercado pode-se citar: LockDown™ - *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschyromene*, para o controle de *Aeschynomene virginica*; Devine^R - *Phytophthora palmivora*, para o controle de *Morrenia odorata*; Bio-mal^R - *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae*, para *Malva pusila*; CASST^T - *Alternaria cassiae* para o controle de *Cassia obtusifolia* e Camperico™ - *Xantomonas campestris* pv. *poae*, para o controle de *Poa annua*. Um novo bioherbicida foi desenvolvido a partir de um vírus, o Tobacco Mild Green Mosaic Virus (TMG) (Charudattan et al., 2004). Esse vírus produz uma reação letal de hipersensibilidade quando aplicado sobre plantas de joá-bravo (*Solanum viarum*). Testes demonstraram que o vírus é um agente de biocontrole eficiente e específico que resultou em pedido de patente e recente liberação para uso nos Estados Unidos pela EPA.

Atualmente, um bioherbicida a base de *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *aeschyromene*, denominado Collego[®] está registrado para o controle de plantas daninhas em soja, recomendado para controlar *Aeschynomene virginica*, uma planta daninha importante em cultivos no Arkansas, Mississippi e Louisiana (Charudattan; Dinoor, 2000).

O uso dos bioherbicidas ainda ocorre de forma restrita no mundo. Dentre os fatores que contribuem para a baixa adoção desses produtos, pode-se citar: a importância das plantas-alvo, elevada especificidade dos produtos, dificuldades técnicas na estabilidade da virulência dos agentes, produção massal, formulação e tecnologias de aplicação apropriadas para os agentes biológicos e dificuldades no processo de registro dos produtos (Tebeest, 1992). Dessa forma, existem obstáculos que devem ser superados no desenvolvimento dos bioherbicidas visando aumentar a eficiência no campo, tais como: desenvolvimento de formulações adequadas, consequentemente diminuindo o volume de calda e as doses dos agentes de biocontrole necessárias para um controle satisfatório da planta daninha alvo, reduzindo potencialmente o custo do bioherbicida; diminuir a dependência de muitas horas do molhamento foliar, necessários à infecção e à proteção dos propágulos fúngicos contra a radiação UV (ultravioleta), com a utilização de



^{1/}Letras idênticas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

^{2/}Letras idênticas não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Densidade (A) e estatura (B) de plantas daninhas em função da cobertura de inverno antecedente.

Fonte: Paula et al. (2011).

adjuvantes específicos adicionados a calda; investir em tecnologia de aplicação de forma a otimizar o desempenho dos fungos sobre as plantas daninhas alvo; buscar a integração de produtos biológicos com herbicidas químicos ou outro sistema de manejo visando aumentar o espectro de controle de espécies de plantas daninhas (Vieira et al., 2018)

Para que um bioherbicida seja utilizado no controle de plantas daninhas, ele deve ser fácil de produzir e armazenar, de baixo custo, confiável, resultar em altos níveis de controle, ter efeito previsível e ser seguro para o ambiente (Tebeest, 1992).

Estratégia de controle aumentativa

A estratégia aumentativa tem sido implementada com insetos fitófagos e, principalmente, com fungos fitopatogênicos de difícil produção em larga escala (Tessmann, 2011). Esses agentes de controle são aplicados periodicamente somente em partes das áreas em que se pretende obter o controle. Essa estratégia possui características clássicas, como a ocupação de grande área após aplicação e, também, semelhanças com a inundativa devido a necessidade de várias liberações.

Procura-se anualmente, manter a fonte de inóculo no ambiente, por meio da liberação de inimigos naturais endêmicos que causaram epidemia da doença na estação de cultivo anterior. Essa estratégia foi

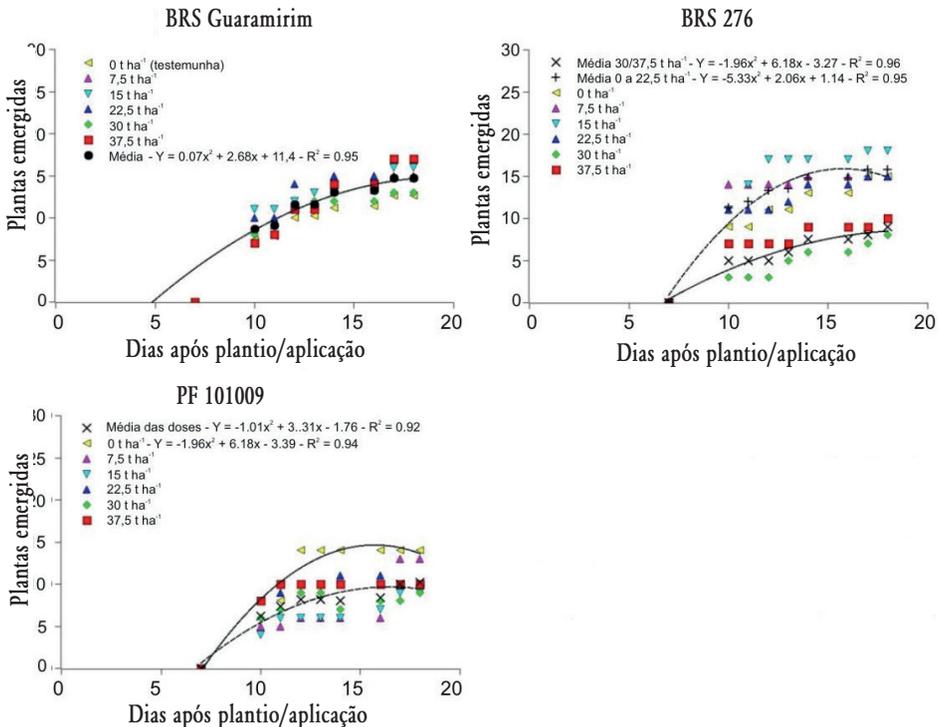


Figura 3. Curva de evolução da emergência de plantas de capim-amargoso, em dias após sementeira, em função de genótipos e volume de palha de trigo.

Fonte: Concenção et al. (2018).

utilizada para o controle de tiririca (*Cyperus rotundus* e *C. esculentus*) com a ferrugem, que se desenvolve naturalmente no campo e liberação anuais de esporos do fungo, na primavera, que causam inibição do florescimento e da formação de tubérculos da planta (Phatak et al., 1987). O fungo é capaz de se dispersar rapidamente sobre a região, provocando uma epidemia durante a estação de cultivo. Em 1993 o bioherbicida Dr. Biosedge, formulado com uredosporos do fungo *Puccinia caniculata* foi registrado nos Estados Unidos para o controle da tiririca amarela ou tiriricão (*C. esculentus*), porém o maior problema na utilização desse fungo como bioherbicida tem sido a produção de esporos em larga escala, uma vez que esse é um organismo biotrófico (Tebeest et al. 1996).

Alelopatia

Quando o efeito inibitório de uma planta sobre outra com a qual convive é muito grande para ser considerado como resultado de simples competição, estabelece-se o amensalismo. O principal mecanismo do amensalismo é a alelopatia (Pires; Oliveira, 2011), definida como qualquer efeito causado por substâncias químicas ou metabólitos secundários, que influenciam o desenvolvimento de outros indivíduos, atuando de forma direta ou indireta, sendo prejudicial ao seu crescimento e desenvolvimento. Os principais grupos de substâncias com características alelopáticas são apresentados na Figura 1.

A diferença primordial entre o processo competitivo e a alelopatia é que o primeiro implica na remoção do ambiente, pelo competidor, de fatores de crescimento como luz, água, gás carbônico e nutrientes; a alelopatia, por outro lado, implica na introdução de substâncias químicas no ambiente, pelo competidor, com prejuízos às demais espécies (Silva et al., 2007). Três pontos importantes devem ser considerados quando do uso de plantas com características alelopáticas para a supressão de plantas daninhas: a especificidade; a variação no nível do efeito; a duração do efeito.

A especificidade indica o grau de suscetibilidade da espécie-alvo às substâncias produzidas pela planta com características alelopáticas. É evidente que nem todas as plantas em uma comunidade são afetadas pelos compostos exsudados por uma determinada espécie com efeito alelopático. Essencialmente, deseja-se que a planta com efeito alelopático tenha impacto sobre a maior proporção possível das espécies daninhas ocorrentes na área, mas não sobre a espécie cultivada ou de interesse econômico. Assim, uma espécie com efeito alelopático que tenha efeito conhecido sobre qualquer espécie econômica cultivada na mesma área, seja em rotação, sucessão ou consórcio, não deve ser inserida no sistema de produção. Como exemplo, *Abutilon theophrasti* (folha-de-veludo) tem efeito alelopático sobre milho e soja (Bhowmik; Doll, 1982).

A variação no nível do efeito alelopático de determinada espécie é altamente afetada pelo nível dos recursos e condições do meio, além de características genéticas. O teor de luz, a disponibilidade de determinado nutriente, de água e a temperatura ambiente, são determinantes para o nível de compostos alelopáticos na planta (Pires; Oliveira, 2011). Wu et al. (2000) estudaram 453 linhagens de trigo oriundos de 50 países, concluindo que o nível de inibição do azevém por essas linhagens variou de 10% a 91% em função da origem do genótipo e das condições em que ele se desenvolvia.

A duração do efeito, por outro lado, pode determinar que a espécie com efeito alelopático deve ser implantada em sucessão à cultura de interesse para inibição das plantas daninhas, ou mesmo se ela deve ser consorciada. Por exemplo, o sorgo é famoso pela produção da sorgoleona, composto com potente

ação alelopática sobre diversas espécies vegetais (Correia et al., 2005). A meia-vida da sorgoleona no solo, no entanto gira em torno de 10 dias (Demuner et al., 2005). Nessa situação, essa substância seria efetiva na supressão de plantas daninhas por algo entre 20 e 30 dias, aproximadamente, dependendo da suscetibilidade natural da espécie à sorgoleona.

A liberação dos compostos com atividade alelopática no ambiente (aéreo ou radicular), se dá por três formas principais: lixiviação, por ação da água (chuva, orvalho, irrigação); a quantidade depende da espécie, idade da planta, condições edafoclimáticas; volatilização, como por exemplo a maioria dos terpenoides, que volatilizam da espécie de origem e são absorvidos por outras espécies e exsudação radicular, responsável pela liberação da maioria das substâncias com efeito alelopático para o meio radicular (Silva et al., 2007; Pires; Oliveira, 2011).

Aplicações práticas da alelopatia

É vastamente conhecido e documentado o efeito alelopático da cultura do trigo sobre espécies de buva no Brasil. Paula et al. (2011) relatam que na pré-semeadura da soja a infestação de buva foi reduzida de 172 plantas m² para 43 plantas m² devido, unicamente, ao cultivo de trigo no inverno anterior (Figura 2).

No Brasil, Fernandes et al. (2014) em levantamentos realizados com fungos, selecionaram e isolaram um organismo fitopatogênico (168-B) para o desenvolvimento de um novo bioherbicida. Os autores estudaram diferentes concentrações do propágulo do isolado 168-B e o efeito de aplicação do bioherbicida em estágios fenológicos distintos da planta daninha buva (*Conyza canadensis*).

Os resultados encontrados por Fernandes et al. (2014) foram o controle completo das plantas de buva em todos os estádios fenológicos, com aplicações nas concentrações de 106 e 107 propágulos m⁻² do patógeno. Os resultados demonstram o potencial do isolado fitopatogênico 168-B para o desenvolvimento de um bioherbicida para controle da buva (Fernandes et al., 2014), planta daninha essa com sérios problemas de controle por ser resistente ao herbicida glyphosate.

Concenço et al. (2018) estudaram o efeito de extratos de trigo na germinação do capim-amargoso, em função de dias após a semeadura. O trigo afetou a emergência de capim-amargoso em níveis variáveis, em função do genótipo (Figura 3), mas não foi capaz de reduzir o crescimento dessa espécie daninha após a emergência.

A cultivar BRS Guaramirim, por exemplo, não mostrou efeito supressor sobre capim amargoso, mesmo com dose de extrato equivalente a 37,5 t ha⁻¹ de palhada no campo, com média de oito plantas de capim-amargoso emergidas por unidade experimental, 10 dias após a aplicação dos tratamentos (Figura 3).

A cultivar BRS 276, por sua vez, ocasionou redução na percentagem de emergência do capim-amargoso, que foi dependente de dose. Dez dias após a aplicação, nove plantas de capim-amargoso haviam emergido na parcela testemunha; nos tratamentos com aplicação de extrato de trigo equivalente a até 22,5 t ha⁻¹ de palha de trigo; o mesmo número de plantas havia emergido 10 dias após a semeadura, mas houve inibição das germinações posteriores a essa data. Nas doses equivalentes a 30 t ha⁻¹ e 37,5 t ha⁻¹ de trigo, somente quatro plantas emergiram 10 dias após a semeadura (Figura 3).

Os autores relataram não ser viável a implantação de lavoura de trigo visando exclusivamente seu efeito supressor sobre o capim-amargoso para manejar altas infestações; porém, quando a lavoura é implantada com objetivos comerciais, promoverá supressão bastante significativa de buva, conforme relatado na literatura, e auxiliará na redução da infestação de capim-amargoso, entretanto em menores níveis que a inibição ocasionada sobre plantas de buva. Além disso, a inibição do capim-amargoso dependerá da cultivar de trigo adotada.

Considerações finais

Atualmente, a agricultura brasileira, especialmente a cadeia produtiva de grãos, tem sido criticada pela informação que o controle das plantas daninhas é realizado de maneira não condizente com aspectos técnicos, econômicos e principalmente ambientais. Dentro desse cenário, se faz extremamente importante a conscientização de se implantar sistemas de controle baseado nos princípios do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD).

O resultado da adoção do MIPD resulta em um sistema com uso racional dos herbicidas, que é uma das questões centrais do tema de sustentabilidade na agricultura, o qual tem ganhado cada vez mais importância e relevância, inclusive para o público urbano.

Portanto, práticas e tecnologias que abordem sistemas de manejo de plantas daninhas envolvendo as diversas estratégias de controle, se mostram relevantes e com potencial de geração de impactos positivos para todo o setor produtivo. Nesse cenário, o controle biológico pode significar um avanço no manejo integrado de plantas daninhas, seja a partir da formulação de substâncias oriundas de microrganismos ou vegetais, de compostos alelopáticos ou mesmo de agentes naturais de controle, como insetos por exemplo.

A agricultura brasileira tem se mostrado muito dinâmica, especialmente em relação a adoção de tecnologias. Nesse sentido, o controle biológico de plantas daninhas se mostra com potencial de ser desenvolvido e implementado, sempre inserido no conceito de MIPD. Para tal, serão necessários esforços e a participação de toda a cadeia produtiva, desde a pesquisa até o produtor.

Referências

- ADEGAS, F. S. Manejo integrado de plantas daninhas. In: II Conferência Anual de Plantio Direto, 1997, Pato Branco, PR. **Anais...** Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, p. 17-26, 1997.
- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas no Brasil**. Pelotas: Pelotas: UFPel, 2014. 398 p.
- ALDRICH, R. J.; KREMER, R. J. **Principles in Weed Management**. Ames: Iowa State University Press, 1997. 455 p.
- BHOWMIK, P. C.; DOLL, J. D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, v. 74, p. 601-606, 1982.
- BOYETCHKO, S. M. Principles of biological weed control by microorganisms. **HortScience**, v. 32, n. 2, p. 201-205, 1997.
- BOYETCHKO, S. M.; ROSSKOPF, E. N.; CAESAR, A. J.; CHARUDATTAN, R. Biological weed control with pathogens: search for candidates to applications. **Agriculture and Food Production**, v. 2, n. 2, p.239-266, 2002.
- CHARUDATTAN, R.; DINOOR, A. Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. **Crop Protection**, v. 19, n. 8-10, p. 691-695, 2000.

- CHARUDATTAN, R.; PETERSEN, M. S.; HIEBERT, E. Use of an inoculation suspension comprising *Tobacco Mild Green Mosaic Virus* to induce lethal hypersensitive response in tropical soda apple plant. US. N. US2004162220-A1. 2004.
- CONCENÇO, G.; ITO, M. A.; MARQUES, R. F.; MELO, T. S.; SILVA, L. B. X.; LINHARES, L. T. **Trigo como supressor de infestação de capim-amargoso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 7p. (Comunicado Técnico 234/2018, CPAO).
- CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.
- COSTA, N. V.; COSTA, A. C. P. R.; COELHO, E. M. P.; FERREIRA, S. D.; BARBOSA, J. A. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 1, p. 25-44, 2018.
- DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; CHINELATTO JR., L. S.; REIS, C.; SILVA, A. A. Sorção e persistência da sorgoleona em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Química Nova**, 2005, v. 28, n. 3, pp. 451-455. DOI: 10.1590/S0100-40422005000300016.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Terra, 1996. 178 p.
- ELLISON, C. A.; BARRETO, R. W. Prospects for the management of invasive alien weeds using co-evolved fungal pathogens: a Latin American Perspective. **Biological Invasions**, v. 6, p. 23-45, 2004.
- ELLISON, C. A.; PEREIRA, J. M.; THOMAS, S. E. BARRETO, R. W.; EVANS, H. Studies on the rust *Prospodium tuberculatum*, a new classical biological control agent released against the invasive alien weed *Lantana camara* in Australia, I: life-cycle and infection parameters. **Australasian Plant Pathology**, v. 35, p. 306-319, 2006.
- FERNANDES A. F.; COUTO A. M.; BARRETO R. W. Isolado 168-B, um potencial bioherbicida para controle da buva (*Conyza canadensis*): In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado/RS. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2014. CD-ROM.
- FERRERO, A.; VIDOTTO, F.; COSTA, E.; ZANIN G.; CATIZONE, P. Storia della lotta alle malerbe. Torino: Società Italiana per la Ricerca sulla. **Flora Infestante**, 2007. 55 p.
- FOWLER, S. V.; BARRETO, R.; DODD, S.; MACEDO, D. M.; PAYNTER, Q.; MACEDO, J. H. P.; PEREIRA, O. L.; PETERSON, P.; SMITH, L.; WAIPARA, N.; WINKS, C. J.; FORRESTER, G. *Tradescantia fluminensis*, an exotic weed affecting native forest regeneration. **Biological Control**, v. 64, p. 323-329, 2013.
- KILLGORE, E. M.; SUGIYAMA, L. S.; BARRETO, R. W. Prospective biological control of *Miconia calvenscens* in Hawaii with a non-indigenous fungus *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. f.sp. *miconiae*. In: Regional Conference on *Miconia* Control, 1., 1997, **Proceedings...** Tahiti: [s.n.], 1997, p. 72-77.
- LAMAS, F. M. Agricultura brasileira - o momento pede reflexão. **Artigo na mídia**, Embrapa Agropecuária Oeste, Julho de 2013.
- MEYER, J. Y.; TAPUTUARAI, R.; KILLGORE, E. Dissemination and impacts of the fungal pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *miconiae* on the invasive alien tree *Miconia calvenscens*, in Tahiti (South Pacific) In International symposium on biological control of weeds, 12, 2007, La Grande Monte. **Proceedings...** CAB International, 2008. p. 594-600
- PAULA, J. M.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; NOHATTO, M. A. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 29, n.1, p. 217-227, 2011.
- PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Onmipax, 2011. 362 p.
- PHATAK, S. C.; CALLAWAY, M. B.; VAVRINA, C. S. Biological control and its integration in weed management systems for purple and yellow nutsetge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). **Weed Technology**, v. 1 p. 84-91, 1987.
- SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007a. 318 p.
- TEBEEST, D. O. Biological control of weeds with plant pathogens and microbial pesticides. **Advances in Agronomy**, v. 46, p. 115-137, 1996.
- TEBEEST, D. O.; YAND, X. B.; CISAR, C. R. The status of biological control of weeds with fungal pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v. 30, p. 637-657, 1992.
- TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Onmipax, 2011. p. 79-94
- TIMMONS, F. L. A history of weed control in the United States and Canada. **Weed Science**, v. 18, n. 2, p. 294-307, 1970.
- VIEIRA, B. S.; BARRETO, R. W. NECHET, K. L. Controle biológico de plantas daninhas com fungos fitopatogênicos. In: OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A. M. (Eds.). **Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. cap. 6, pg. 115-136.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 34, p. 431-446, 2011.

ZIMMERMANN, H.; BLOEM, S.; KLEIN, H. **Biology, history, threat, surveillance and control of the Cactus Moth, *Cactoblastis cactorum*.** 2004. Disponível em: <https://www-pub.iaea.org/MTCDB/publications/PDF/faobsc_web.pdf> Acesso em: 14jul. 2021.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D.; HAIG, T. Evaluation of seedling allelopathy in 453 wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*) by the equal-compartment-agar method. *Crop and Pasture Science*, v. 51, p. 937-944, 2000. DOI: 10.1071/AR00017.