

Manejo Integrado de Plantas Invasoras na Agricultura Orgânica





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

ISSN 1517-5111

Dezembro, 2003

Documentos 106

Manejo Integrado de Plantas Invasoras na Agricultura Orgânica

José Roberto Antoniol Fontes
Luciano Shozo Shiratsuchi

Planaltina, DF
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

http\www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Edição eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Foto da capa: *Álvaro Vilela de Resende*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Cerrados.

F683m Fontes, José Roberto Antoniol.

Manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica / José Roberto Antoniol, Luciano Shozo Shiratsuchi. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003.

28 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 106)

1. Erva-daninha. 2. Controle integrado. 3. Agricultura orgânica.
I. Shiratsuchi, Luciano Shozo. II. Título. III. Série.

632.58 - CDD 21

© Embrapa 2003

Autores

José Roberto Antoniol Fontes

Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados
roberto@cpac.embrapa.br

Luciano Shozo Shiratsuchi

Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados
shozo@cpac.embrapa.br

Apresentação

O homem tem sido responsável, há milênios, pela exploração dos recursos naturais de nosso planeta com exemplos de sucesso e de desastres ao longo de sua história. Plantas têm sido utilizadas como medicamentos por conterem substâncias curativas ou preventivas de doenças. Em contraposição, o avanço da agricultura tem ameaçado muitas espécies antes que sejam conhecidas. Desde nossos antepassados até os dias de hoje, o contínuo desenvolvimento tecnológico vem produzindo benefícios surpreendentes, mesmo no cultivo em ambientes hostis, como a Caatinga nordestina. A exploração do solo e da água ocorre em proporções jamais vistas, com o emprego de insumos industrializados em quantidades cada vez maiores, sem avaliar os impactos. A agricultura orgânica tem ganhado destaque como exploração alternativa, ainda que cause impacto. O manejo de plantas invasoras pode contribuir para a redução dos impactos ambientais negativos em uma atividade naturalmente impactante. Toda planta é benéfica antes que atinja níveis elevados de infestação não necessariamente daninha. Seus benefícios são decorrentes do manejo integrado, baseado no conhecimento sobre sua biologia, obtidos pela experimentação e pesquisa.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução	9
Origem das Plantas Invasoras e das Plantas Cultivadas	10
Manejo Integrado	12
O conhecimento da biologia das plantas invasoras e sua influência no manejo integrado	12
Características das plantas invasoras	13
Métodos de controle de plantas invasoras para manejo integrado em sistemas de produção orgânica	14
Método preventivo	14
Método cultural	15
Rotação de culturas, culturas de cobertura de solo e adubos verdes ..	16
Alelopatia	17
Método mecânico	19
Preparo de solo	19
Cultivo	20
Método físico	22
Cobertura morta	22
Solarização	22
Controle biológico	23
Referências Bibliográficas	25
Abstract	28

Manejo Integrado de Plantas Invasoras na Agricultura Orgânica

José Roberto Antoniol Fontes

Luciano Shozo Shiratsuchi

Introdução

O consumo de alimentos orgânicos cresce cerca de 20% ao ano no mundo. O interesse pelo consumo de alimentos sem resíduos de agrotóxicos é o principal fator que estimula esse mercado. Entretanto, outro aspecto também pode ser considerado importante: a produção de alimentos com respeito ao ambiente. A não-utilização de agrotóxicos e de fertilizantes de alta solubilidade nesses sistemas pode contribuir para a minimização dos impactos negativos da agricultura em níveis global, regional e local. Dentro desse contexto, o manejo de plantas invasoras na agricultura orgânica assume papel importante, pois, na atividade agrícola, seja ela convencional ou orgânica, representa uma atividade impactante do ambiente.

As plantas invasoras são aquelas que ocorrem em momento e local indesejados, interferindo negativamente em alguma atividade humana. Na agricultura, essa interferência se dá pela competição e pela alelopatia. A competição ocorre por fatores de crescimento vitais que estão presentes no ambiente em quantidades insuficientes para satisfazer as exigências ótimas da planta cultivada e da planta invasora ao mesmo tempo. Como a planta invasora é geralmente mais competitiva que a cultivada na obtenção desses recursos, o prejuízo para a segunda é grande. A alelopatia pode ser considerada a ação prejudicial de uma planta sobre outra por meio de compostos químicos produzidos pelo seu metabolismo e liberados no ambiente.

Para todas as culturas, existem indicações de métodos de controle que podem ser aplicados isoladamente ou em conjunto, opções que, para serem adotadas, devem ser avaliados vários fatores, sendo considerados os mais importantes a composição florística da população invasora, o estágio de crescimento da cultura e das plantas invasoras, as condições de clima e de solo e a disponibilidade de recursos e de mão-de-obra.

Na agricultura considerada convencional, termo necessário para contrapor à filosofia da agricultura orgânica, grandes quantidades de herbicidas são utilizadas para manejar e controlar populações de plantas invasoras em áreas agrícolas. Apesar de nos últimos anos os fabricantes colocarem no mercado herbicidas com algumas características interessantes, como menores persistência, movimentação no solo e toxicidade para outros seres vivos, além de maior atividade em doses muito baixas, eles não podem ser utilizados em sistemas de produção orgânica.

Na agricultura orgânica, a ocorrência das plantas invasoras nem sempre é considerada prejudicial, e elas recebem também a designação de plantas companheiras. De fato, são muitos os benefícios da presença dessas plantas no ambiente, razão pela qual podemos citar alguns:

- contribuem para a conservação das características físicas, químicas e biológicas do solo e o aumento de sua fertilidade pela extração e pela ciclagem de nutrientes;
- servem como fonte de alimento para pragas;
- aumentam a diversidade genética do ambiente; e
- podem ser utilizadas como remédios e como alimentos para seres humanos e animais.

Origem das Plantas Invasoras e das Plantas Cultivadas

Nas mitologias de grande parte das civilizações, as plantas de interesse sempre foram consideradas presentes dos deuses ([HARLAN, 1975](#)). Sempre tiveram papel importantíssimo na forma como os seres humanos se relacionavam e se relacionam com o ambiente.

[Harlan \(1975\)](#) relata que nas teorias sobre as origens da agricultura há registros de que a domesticação de animais e de plantas selvagens ocorreu em conseqüência de razões religiosas (cultos, oferendas, sacrifícios), de contigências ambientais (secas, glaciações), de um processo evolutivo (descoberta, invenção) ou simplesmente da extensão do processo de coleta na natureza. Em todas elas é consenso que o homem escolhia certas espécies ou plantas com base em características mais interessantes que outras. Com a busca contínua por indivíduos superiores (em uma ou várias características) as espécies selvagens foram sendo paulatinamente modificadas e hoje em dia ancestrais selvagens só existem nos centros de origem ([VAVILOV, 1992](#)).

A mesma consideração é válida para as espécies invasoras. As culturas e as plantas invasoras estão em um processo de co-evolução. Entretanto, como as espécies cultivadas perderam algumas características favoráveis do ponto de vista de adaptação e de competição, elas só conseguem expressar seu potencial produtivo se forem feitas modificações ambientais (aumento da fertilidade do solo por meio de calagem e de adubações, controle de pragas, doenças e plantas invasoras, irrigações). Por sua vez, as espécies invasoras mantiveram muitas de suas características originais e muitas das modificações ambientais feitas no ambiente de cultivo não têm influência sobre elas. Ao contrário das plantas cultivadas, as invasoras se adaptam com grande facilidade aos mais variados meios.

Segundo uma das teorias mais consistentes para explicar os mecanismos de adaptação, as plantas crescem e se reproduzem em resposta a dois fatores ([GRIME, 1979](#)):

- estresse: fenômeno externo que atua como impedimento ao crescimento e desenvolvimento da planta (água, luz, nutrientes, temperatura, competição); e
- distúrbio: modificações no ambiente com efeito na comunidade vegetal (fogo, desmatamento, preparo do solo, pastejo).

A ação, isolada ou em combinação, desses dois fatores exerce grande influência sobre a comunidade de plantas de determinado local. Se os fatores atuam em conjunto, pode-se classificar as plantas invasoras em três tipos ecológicos, com adaptações à variação da intensidade do estresse e do distúrbio:

- tolerantes ao estresse: quando a intensidade do distúrbio é baixa e a intensidade do estresse é alta. Essas plantas empregam pequenas quantidades de recursos para o crescimento vegetativo e para a produção de estruturas de reprodução;
- competidoras: quando a intensidade do distúrbio e do estresse é baixa. Predominam as espécies com grande mobilização de recursos para o crescimento vegetativo; e
- ruderais: quando a intensidade do distúrbio é alta e a intensidade do estresse é baixa. Apresentam rápido crescimento vegetativo e grande produção de propágulos.

Em razão dessas considerações iniciais pretende-se discutir o manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica, apresentando métodos e técnicas compatíveis com esse sistema.

Manejo Integrado

O conhecimento da biologia das plantas invasoras e sua influência no manejo integrado

A concepção do manejo integrado pressupõe quase que necessariamente a associação de métodos com o objetivo de obter o máximo controle de plantas invasoras com o mínimo de agressão ao ambiente. Pode parecer simples na definição, porém, somente com um profundo conhecimento do comportamento das plantas invasoras e suas características é possível implementar um eficiente sistema de controle, com constante avaliação e validação das técnicas.

A biologia das plantas invasoras está relacionada a características como morfologia, dormência e germinação de sementes, fisiologia do crescimento, capacidade competitiva e reprodução ([BHOWMIK, 1997](#); [CAMPBELL; GRICE, 2000](#)). Alguns aspectos da biologia de populações como dinâmica do banco de sementes de plantas anuais e reservas nas raízes, dormência e longevidade de propágulos vegetativos de plantas perenes podem ser utilizados para a previsão de infestações e avaliação de estratégias de manejo sustentável.

A diversidade de espécies é outro fator importante na escolha de métodos de controle em um programa de manejo integrado. Segundo [Dekker \(1997\)](#) a

história da agricultura é a história da interferência das plantas invasoras. Depois de milênios de tentativas de controle nós ainda as temos. A causa desse tamanho sucesso em ocupar as áreas agrícolas é que elas apresentam grande diversidade, resultado das modificações que as espécies sofreram e ainda sofrem ao se relacionarem com outras e com o próprio ambiente agrícola em constante modificação. As plantas invasoras têm evoluído em resposta a práticas e sistemas de cultivo pela ocupação e adaptação a nichos marginais na áreas agrícolas. E isso ocorre devido a:

- variações genéticas dentro das espécies (mutações, recombinações, fluxo gênico e aberrações cromossômicas);
- polimorfismo somático de órgãos das plantas que possibilita à espécie ocupar diferentes nichos (diferentes formas de folhas, por exemplo);
- ocupação de micro-habitats dentro de habitats (variações localizadas de fertilidade, textura e disponibilidade de água no solo);
- adaptações temporais dentro da comunidade vegetal (especiação e evolução, variações genotípicas e fenotípicas em resposta a alterações das condições ambientais num momento específico de seu crescimento e desenvolvimento e alterações em curto prazo na atividade das plantas em resposta a variações no ambiente); e
- grande diversidade florística das comunidades vegetais em vários níveis taxonômicos (gênero, família, classe).

Características das plantas invasoras

Uma planta invasora, aparentemente, não difere de uma planta cultivada. Têm-se, como exemplos, duas espécies bem conhecidas: o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a soja (*Glycine max*). Ambas são plantas que se originam de sementes, germinam, crescem, florescem, frutificam, produzem sementes e morrem. Entretanto, algumas características do picão-preto tornam-no uma espécie muito temida pelos produtores. A seguir, são apresentadas as principais características de plantas invasoras:

- sementes ou estruturas de reprodução vegetativa apresentam capacidade de germinação em estádios iniciais de desenvolvimento;
- capacidade de germinação em qualquer tipo de ambiente;

- grande longevidade dos propágulos e dormência (o que garante germinação descontínua no tempo e no espaço);
- crescimento inicial rápido e vigoroso, principalmente, a reprodução ocorre por meios vegetativos;
- rápida passagem da fase vegetativa para a fase reprodutiva;
- produção de grande número de propágulos (principalmente sementes);
- produção contínua de propágulos quando as condições são favoráveis;
- produção de propágulos mesmo quando as condições não são favoráveis;
- autopolinização, polinização cruzada ou ambas; e
- propágulos com as mais variadas adaptações físicas e estruturais para dispersão em curta ou em longa distância.

Métodos de controle de plantas invasoras para manejo integrado em sistemas de produção orgânica

Os métodos de manejo de plantas invasoras, na agricultura orgânica, podem ser agrupados em preventivo, cultural, mecânico, físico e biológico ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000; INSTITUTO BIODINÂMICO, 2002](#)). O emprego de um ou mais métodos é definido em função de algumas variáveis, sendo as principais: composição florística invasora do local (espécies, estágio de crescimento e nível de infestação), características edafoclimáticas da região, condições culturais e socioeconômicas dos agricultores e valor comercial da produção agrícola.

Método preventivo

No método preventivo, busca-se impedir a entrada e o estabelecimento de novas espécies evitando a produção de propágulos em áreas livres de infestação. Para isso é necessário que o produtor orgânico esteja atento a toda possível fonte de introdução de sementes ou estruturas de reprodução vegetativa. No caso de utilizar máquinas, implementos e ferramentas que já tenham sido usadas em outras áreas, ele deve promover a limpeza num local afastado de sua lavoura, pois os propágulos podem vir aderidos a estes equipamentos. Outras medidas consistem na eliminação de plantas invasoras nas margens de cercas, rodovias, estradas, canais de irrigação e em qualquer lugar que possa representar fonte de produção e disseminação de propágulos.

As sementes e mudas devem ser adquiridas de produtores orgânicos certificados ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000; INSTITUTO](#)

[BIODINÂMICO, 2002](#)). Os lotes de sementes devem ser de alta pureza, ou seja, não devem apresentar contaminação por sementes de plantas invasoras, e a aquisição de mudas de plantas em torrões deve ser feita em viveiros credenciados que sigam as recomendações sanitárias de entidades certificadoras de produção orgânica.

No caso da entrada de animais na propriedade, provenientes de outras áreas, é importante que medidas quarentenárias sejam adotadas com o intuito de evitar a disseminação de sementes nas fezes desses animais. É sempre aconselhável que ele realize também inspeções em seus campos para identificar qualquer planta que seja estranha ao local. Caso seja alguma espécie problemática, recomenda-se a imediata eliminação antes que ela possa produzir propágulos.

O uso de esterco e composto orgânico também precisa ser feito de maneira cuidadosa, pois muitas sementes podem ser veiculadas nesse material. As entidades certificadoras recomendam que todo esterco ou composto necessário seja produzido na propriedade, e aquele que por ventura for adquirido fora dela deve ser fermentado e compostado ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000](#); [INSTITUTO BIODINÂMICO, 2002](#)). O conhecimento da origem do material adquirido fora da propriedade é de fundamental importância para impedir a entrada de espécies indesejáveis na área.

Método cultural

No controle cultural busca-se favorecer ao máximo os cultivos em detrimento da planta invasora, e várias estratégias podem ser adotadas para isso. As espécies invasoras apresentam como uma das principais características a agressividade quando elas estão ocupando áreas sem a presença de outras plantas. Entretanto, elas podem ser muito prejudicadas em situações em que as culturas obtêm algum tipo de vantagem, sendo este o princípio do controle cultural. Isto pode ser conseguido com a utilização de plantas que:

- apresentem rápido crescimento inicial;
- produzam e liberem compostos alelopáticos (substâncias químicas produzidas por algumas plantas que interferem negativamente em outras);
- sejam tolerantes aos aleloquímicos produzidos pelas plantas invasoras;
- sejam adaptadas às condições de clima e de solo; e
- sejam estabelecidas em arranjos e densidades adequados para promover o rápido sombreamento da superfície do solo.

Rotação de culturas, culturas de cobertura de solo e adubos verdes

A ocupação do solo por plantas de interesse (comercial, adubação verde, cobertura, formação de palhada) exerce forte pressão sobre as plantas invasoras, impedindo que elas cresçam e produzam propágulos em grande quantidade. Essa pressão é exercida durante o período de crescimento e na decomposição de seus restos vegetais. Os principais efeitos são no banco de sementes e no crescimento de plantas invasoras, impedindo a germinação ou a emergência pela imposição de barreira física (impede a incidência de luz, a variação de temperatura na superfície do solo, a germinação e a emergência de plântulas) e química (alelopatia) ([BÀRBERI; MAZZONCINI, 2001](#); [FAVERO et al., 2001a](#)). O nível de controle depende das espécies utilizadas e do sistema de manejo, ou seja, se as culturas de cobertura forem usadas sozinhas ou em um programa de manejo integrado, se forem deixadas na superfície do solo (vivas ou mortas) ou se forem incorporadas ([BLUM et al., 1997](#); [WILLIAMS II et al., 1998](#)).

Além desses efeitos nas plantas invasoras, as espécies utilizadas na rotação reduzem a intensidade dos processos erosivos de solo (impacto direto de gotas de chuva), aumentam a capacidade de infiltração de água, o conteúdo de matéria orgânica do solo e a disponibilidade de nutrientes ([LAL et al., 1991](#); [FAVERO et al., 2001b](#)).

Segundo [Cordeiro \(1999\)](#) a rotação de culturas é a alternância regular de diferentes espécies num espaço de tempo, em uma mesma área, obedecendo a finalidades específicas. Uma dessas finalidades pode ser o manejo de plantas invasoras.

A rotação de culturas tem influência muito grande no manejo de plantas invasoras interferindo significativamente na dinâmica populacional alterando os padrões de distribuição ([SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001](#)) e aumentando a diversidade de espécies nas áreas com rotação em relação a áreas de monocultura ([DORADO et al., 1999](#)).

Isso é particularmente verdade quando se avalia os efeitos da rotação de culturas no banco de sementes de plantas invasoras no solo. [Severino e Chritoffoleti \(2001\)](#) verificaram que as espécies crotalária (*Crotalaria juncea*), amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) e guandu-anão (*Cajanus cajan*) reduziram significativamente o banco de sementes de plantas invasoras no solo. Nos locais onde foram cultivados crotalária e guandu-anão ocorreu redução significativa da

infestação de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-colonião (*Panicum maximum*) e picão-preto (*Bidens pilosa*). O amendoim-forrageiro foi mais efetivo em reduzir as infestações de capim-colonião e picão-preto. [Favero et al. \(2001b\)](#) verificaram que o feijão-bravo-do-ceará, a mucuna-preta e o guandu-anão reduziram em mais de 60% a incidência de invasoras. Segundo esses autores, essa redução deveu-se à duração do ciclo de vida dessas espécies e à persistência da suas respectivas biomassas. [Sodré Filho \(2003\)](#), em um estudo no Cerrado, verificou que a aveia-preta, o feijão-bravo-do-ceará, o girassol, o guandu-anão e a mucuna-preta reduziram significativamente o crescimento de plantas invasoras.

Vários autores têm mostrado que, quanto maior a massa vegetal das culturas de cobertura de solo ou de adubos verdes, maior é a redução do crescimento (maior nível de controle) das plantas invasoras e da alteração da composição florística ([BÀRBERI; MAZZONCINI, 2001](#); [FAVERO et al., 2001b](#); [SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001](#)). Outros fatores também contribuem para a redução do crescimento das plantas invasoras como: ciclo de vida, nível de cobertura do solo e características morfológicas ([ROSS et al., 2001](#); [SODRÉ FILHO, 2003](#)).

Alelopatia

[Szczepanski \(1977\)](#) definiu alelopatia como a interferência provocada pela introdução de substâncias químicas por certos indivíduos e que, no ambiente, afetam os outros componentes da comunidade.

As substâncias alelopáticas são das mais variadas naturezas químicas. As mais conhecidas são gases tóxicos, ácidos orgânicos, ácidos aromáticos, lactonas, coumarinas, quinonas, flavonóides, taninos, alcalóides, terpenóides e esteróides, ácidos graxos de cadeia longa, álcoois, polipeptídeos e nucleosídeos. A principal função desses compostos é a proteção das plantas que os produzem contra agentes externos adversos. A liberação no ambiente é feita por volatilização, lixiviação, decomposição de resíduos e exudação pelas raízes ([DURIGAN; ALMEIDA, 1993](#)).

A decomposição do material vegetal e a liberação de substâncias alelopáticas depende, em última análise, da forma como os resíduos são manejados, ou seja, se são incorporados ao solo ou se são deixados na superfície do solo. A fitotoxicidade do material incorporado é mais intensa na região próxima aos resíduos em decomposição onde os compostos são encontrados em maiores concentrações.

O mecanismo de ação dessas substâncias ainda não foi totalmente esclarecido, principalmente, em razão do grande número de substâncias que têm efeito alelopático. Segundo [Rice \(1974\)](#), [Putnam \(1985\)](#) e [Seigler \(1996\)](#) os compostos alelopáticos atuam em plantas sensíveis interferindo negativamente na assimilação de nutrientes, no crescimento, na fotossíntese, na respiração, na síntese de proteínas, na permeabilidade de membranas celulares e na atividade enzimática.

Desde tempos remotos o homem observa que as plantas interferem em outras. As primeiras observações foram feitas em ambientes naturais, não agrícolas. Quando se introduziu a agricultura como prática sistemática, passou-se então a perceber os efeitos adversos das próprias culturas nas mesmas, das plantas invasoras nas culturas, das plantas invasoras nas plantas invasoras e das culturas nas plantas invasoras. Do ponto de vista de manejo de plantas invasoras, é interessante abordar com mais ênfase os efeitos alelopáticos de plantas invasoras nas culturas e de culturas nas plantas invasoras. O uso de plantas consideradas alelopáticas é uma das formas de manejo das invasoras preconizada por entidades certificadoras ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000](#); [INSTITUTO BIODINÂMICO, 2002](#)) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ([BRASIL, 1999](#)).

Existem vários trabalhos que comprovam efeitos alelopáticos prejudiciais das plantas invasoras nas culturas, a maioria deles conduzidos em condições controladas e com obtenção de compostos por processos de extração aquosa. Geralmente, escolhe-se uma ou poucas espécies de plantas invasoras e faz-se o teste em algumas culturas de alta sensibilidade, em geral, alface, pepino e abóbora. Apesar de as conclusões serem bastante específicas, é indiscutível que estudo dessa natureza é fundamental para orientar avaliações posteriores no campo. Nesse sentido é interessante ressaltar que, nos últimos anos, cientistas têm concentrado esforços para o desenvolvimento e o estabelecimento de padrões de pesquisa voltados exclusivamente para elucidação dos processos de interferência alelopática em condições de campo, tanto no que se refere a efeitos de plantas invasoras nas culturas quanto de culturas nas plantas invasoras.

Várias espécies utilizadas como culturas de cobertura e adubos verdes têm efeito inibitório nas plantas invasoras. A mucuna-preta (*Mucuna atterima*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) inibem o crescimento de tiririca (*Cyperus rotundus*) e de picão-preto ([FAVERO et al., 2001a](#)); o amendoim-forrageiro

(*Arachis pintoii*) e a crotalária (*Crotalaria juncea*) o crescimento de picão-preto e capim-colonião (*Panicum maximum*) ([SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001](#)).

Outras práticas culturais de grande impacto no controle cultural são as adubações em época correta e em quantidade equilibrada, o uso de sementes e mudas de grande vigor, a irrigação, a rotação de culturas e o sistema plantio direto. Esses dois últimos contribuem de forma importante no controle de plantas invasoras, pois espécies de interesse e restos de culturas sempre estarão cobrindo o solo, impedindo o estabelecimento dessas plantas.

Método mecânico

O controle mecânico consiste em promover o arranquio ou o corte das plantas invasoras, em geral, com algum tipo de equipamento. Em muitos casos, o arranquio manual ainda é praticado, principalmente, em hortas ou nas lavouras de pequeno tamanho.

Preparo do solo

O preparo do solo para a semeadura das culturas é uma forma muito eficaz de controlar as plantas invasoras. Entretanto, a eficiência em médio e longo prazos tem sido insatisfatória, pois não impede que os propágulos existentes no solo possam dar origem a novas plantas, ou seja, não tem ação persistente. Em alguns casos, a realização de uma leve movimentação da superfície do solo (por meio de gradagem, por exemplo) antes do preparo do solo para a semeadura pode estimular a germinação de sementes e a emergência de plântulas. Isso se aplica àquelas situações em que a flora predominante na área é do tipo que apresenta modo de reprodução por sementes, com efeito direto sobre o banco de sementes no solo.

A maioria das espécies invasoras de ciclo anual apresenta como principais características a reprodução sexuada e a produção de grande quantidade de sementes. Por ocasião da semeadura das culturas de verão, as condições climáticas favoráveis estimulam a germinação das sementes de plantas invasoras no mesmo período da germinação das sementes das culturas, o que pode acarretar interferência negativa das plantas invasoras sobre as culturas logo nos estádios iniciais de crescimento. [Blanco e Blanco \(1991\)](#) verificaram que, em áreas agrícolas, os fluxos de germinação de espécies invasoras foram mais intensos e contínuos a partir do início da estação quente e chuvosa. Verificaram também que a movimentação do solo estimulou a emergência de picão-preto

(*Bidens pilosa*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), serralha (*Sonchus oleraceus*), capim-favorito (*Rhynchelitrum repens*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*) e capim-mimoso (*Eragrostis pilosa*) de maneira muito mais intensa do que a aplicação de herbicidas dessecatantes. Para picão-preto, caruru-de-mancha e serralha, o principal fluxo de germinação e de emergência ocorreu no mês de outubro, representando até 95% do total no período da avaliação (outubro a abril). A maior germinação verificada para carrapicho-de-carneiro ocorreu entre novembro e dezembro, e para capim-pé-de-galinha e capim-mimoso ocorreu em dezembro. Fica evidente, portanto, que existem diferenças entre a espécie em relação à resposta à movimentação do solo com o objetivo e estimular a emergência de plantas invasoras, mas ele pode ser usado como um método de controle eficiente quando associado a outros.

Em situações onde há elevada infestação de espécies de reprodução vegetativa pode ocorrer o contrário, ou seja, os implementos promovem o corte das plantas e as partes podem dar origem a muitas outras, aumentando igualmente o nível de infestação.

Cultivo

Deve-se evitar ao máximo o uso de implementos que provocam movimentação do solo, deixando sobre a sua superfície restos culturais. Em algumas situações, pode ser utilizado implemento para incorporação superficial de matéria orgânica, operação que também irá promover o controle de invasoras desde que não seja realizada em número excessivo ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000](#)).

Feita a sementeira, a escolha do implemento para o cultivo dependerá dos seguintes fatores:

- Ciclo de vida - espécies anuais ou perenes que se reproduzem por sementes, devem ser controladas em estádios iniciais de crescimento para evitar que acumulem reservas em quantidade suficiente e com isso possam se recuperar do dano sofrido. Espécies perenes de reprodução vegetativa são altamente tolerantes ao cultivo;
- Sistema radicular - a profundidade do cultivo é função da idade da planta cultivada e da invasora. Geralmente, o cultivo é feito quando a planta

cultivada e a planta invasora se encontram em fases iniciais de crescimento, justamente quando o sistema radicular de ambas está bastante sensível a danos mecânicos. No caso da planta invasora, é o momento ótimo, pois ela não se recuperará dos danos sofridos e acabará morrendo. Em relação à planta cultivada, todos os cuidados deverão ser tomados para evitar danos que possam comprometer a integridade do sistema radicular, evitando problemas na absorção de água e de nutrientes e na sustentação da planta. Além disso, ferimentos provocados pelo cultivo podem permitir a entrada de agentes causadores de doença como fungos e bactérias;

- Nível de infestação - em situações em que a flora invasora é composta de poucos indivíduos por área, apenas uma operação de cultivo pode ser suficiente para controlar as plantas invasoras, principalmente, quando ela é feita em estádios iniciais de crescimento. Em situação inversa, quando o nível de infestação é alto, pode ser necessário mais de um cultivo ou, pelo menos, o emprego de equipamentos ou técnicas diferentes, sempre visando obter complementação da ação de controle;
- Cultura implantada - o hábito de crescimento da planta cultivada também é fator importante para a definição do tipo de equipamento a ser utilizado. As plantas podem ser eretas ou prostradas. No primeiro caso, o uso de cultivadores ou roçadeiras pode ser feito sem maiores problemas, atentando apenas para evitar danos ao sistema radicular e ao caule da planta (evitar o cultivo muito próximo à linha de plantio). No segundo caso, há restrições ao uso daqueles equipamentos, com emprego apenas em estágio inicial de crescimento da cultura;
- Tipo de solo - em solos mais arenosos, podem ser utilizados equipamentos mais leves que não necessitam atuar em maiores profundidades, pois as plantas são mais facilmente arrancadas do solo. Em solo mais argiloso, pode ser necessário maior profundidade de ação e maior força para tracionar o cultivador. Em locais mais planos, pode ser utilizado qualquer tipo de técnica ou equipamento, geralmente, são recomendados aqueles que proporcionam maior rendimento operacional. Em locais mais acidentados, a única opção pode ser o cultivo manual; e
- Clima - o cultivo mecânico só é recomendado quando o solo está numa condição adequada de umidade, nem muito seco, uma vez que pode ser necessário o emprego de grande força, nem muito úmido, pois podem ocorrer problemas com o deslocamento de máquinas e a redução da eficácia de

controle porque as plantas invasoras podem se recuperar do dano sofrido (como é comum se ouvir: trocar a planta de lugar). O ideal é realizar o controle com o clima seco e com sol, promovendo rápida dessecação das plantas.

Método físico

O controle físico pode ser implementado por meio de algumas técnicas: a cobertura morta e a solarização são as mais empregadas.

Cobertura morta

A cobertura morta tem efeito direto e indireto sobre as plantas invasoras, decorrente da ação conjunta de efeito físico, biológico e químico.

A palha sobre a superfície do solo interfere negativamente nas plantas invasoras de duas formas distintas: uma, na germinação de sementes; e outra, na emergência de plântulas. No primeiro caso, a cobertura morta pode impedir a passagem de luz necessária para desencadear o processo de germinação em grande número de espécies fotoblásticas positivas cujas sementes dependem de luz para germinar. Outro efeito é a redução da variação térmica (menor amplitude) na camada superficial do solo. Muitas espécies requerem grande variação de temperatura para que suas sementes possam germinar. Permanecendo no solo, sem germinar, as sementes vão perdendo sua viabilidade até morrerem. Aquelas que germinam podem não dar origem a uma planta adulta, pois as reservas contidas nas sementes podem não ser suficientes para garantir a passagem pela cobertura morta.

Outro efeito muito importante da cobertura morta sobre as plantas invasoras é a criação de um ambiente favorável à microbiota e à macrofauna. Muitos fungos e bactérias de solo inviabilizam sementes de plantas invasoras por utilizarem-nas como substrato de crescimento, assim como artrópodos, pássaros e roedores que podem se alimentar de sementes ou plantas por predação.

Solarização

A solarização é uma técnica que eventualmente pode ser permitida pelas certificadoras ([ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2000](#)) e que está estabelecida em Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento ([BRASIL, 1999](#)). Ela promove o aquecimento da camada de solo mais próxima da superfície, local onde se concentra a maioria das sementes de plantas invasoras. Esse aquecimento leva à morte as sementes, pois a

temperatura atinge valores acima daqueles suportados por elas. A técnica consiste em cobrir o solo com um filme plástico transparente que permite a passagem da luz solar (energia na forma de ondas curtas) e impede a passagem do calor (energia na forma de onda longa) provocando uma espécie de efeito estufa, à semelhança do que se verifica em automóveis fechados expostos ao sol. É importante que o solo esteja úmido para a aplicação da técnica, pois a água tem grande eficiência na condução do calor, garantindo o aquecimento do solo a uma maior profundidade.

Controle biológico

O controle biológico de plantas invasoras consiste em utilizar organismos vivos para eliminar sua ação prejudicial. Numa situação natural, todos os indivíduos de um ecossistema estão em equilíbrio populacional entre si. Qualquer distúrbio que provoque rompimento nesse equilíbrio cria condições para que determinada espécie possa predominar na área. Na agricultura isso é patente. Com a substituição da comunidade vegetal natural (formada por grande número de espécies) por uma ou poucas espécies, geralmente, com baixa capacidade de competição, cria-se condição favorável para o predomínio de determinado grupo de plantas, adaptadas a essa situação. Com a eliminação da vegetação original também pode ocorrer a eliminação de inimigos naturais que ajudavam a manter a população de plantas em equilíbrio.

Qualquer ser vivo pode ser um agente de controle biológico até mesmo vírus. Existem muitos casos de sucesso relatados em todo o mundo. A principal característica do controle biológico é a sua especificidade, o que garante o sucesso. Um agente de controle raramente ataca mais de uma espécie de planta. Ao mesmo tempo, a especificidade de controle deve ser buscada a todo custo, isso quer dizer, um agente de controle tem de atuar na planta invasora, nunca na cultura.

São muitas as vantagens do controle biológico: menor custo; é altamente seletivo; baixa pressão de seleção, reduzindo significativamente o surgimento de plantas invasoras resistentes. Pode apresentar também algumas desvantagens: o agente de controle pode modificar seu comportamento e atacar a cultura; não é rápido nem suficiente em situações de cultivo em grandes áreas; e é altamente específico (apesar de também ser considerado como uma vantagem).

Na [Tabela 1](#), são apresentados casos de uso de agentes de controle biológico de plantas invasoras.

Tabela 1. Agentes biológicos de controle e espécies daninhas controladas.

Espécie invasora	Nome comum	Agente de controle	Ação de controle
<i>Salvinia molesta</i>	Salvinia	<i>Cyrtobagus salviniae</i>	Adultos e larvas se alimentam de folhas e raízes
		Besouro	
		<i>Paulinia acuminata</i>	Adultos e ninfas se alimentam de folhas
		<i>Sanea multiplicalis</i>	Lagartas se alimentam das folhas
<i>Pistia stratiotes</i>	alface-d'água	<i>Neohydronomus affinis</i>	Larvas se alimentam das folhas
		Besouro	
		<i>Spodoptera pectinicornis</i>	Lagartas se alimentam das folhas
		Borboleta	
<i>Eichhornia crassipes</i>	Aguapé	<i>Neochetina bruchi</i>	Adultos e larvas se alimentam de toda a planta
		<i>Neochetina eichhorniae</i>	
		Besouros	
		<i>Niphograptia albiguttalis</i>	Lagartas se alimentam de meristemas apicais e folhas
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	erva-de-jacaré	<i>Orthogalum terebrantis</i>	Adultos e ninfas se alimentam da seiva
		Ácaro	
		<i>Agasides hygrophyla</i>	Adultos e larvas se alimentam de folhas e ramos
<i>Echium plantagineum</i>	Borragem	Besouro	
		<i>Mogulones larvatus</i>	Adultos se alimentam do botão floral
<i>Cirsium vulgare</i>	cardo-de-costela	<i>Mogulones geographicus</i>	
		Besouro	
<i>Opuntia stricta</i>	Cacto	<i>Rhinocyllus conicus</i>	Adultos e larvas se alimentam das sementes
		Besouro	
<i>Eichhornia crassipes</i>	Aguapé	<i>Cactoblastis cactorum</i>	Lagartas se alimentam da parte aérea da planta
		Mariposa	
<i>Lantana camara</i>	Cambará	<i>Alternaria alternata</i>	Causa doença na planta
<i>Digitaria sanguinalis</i>	capim-colchão	Fungo	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	caruru	Fungo	Causa doença na planta
<i>Cynodon dactylon</i>	grama-seda	<i>Curvularia intermedia</i>	
<i>Echinochloa crusgalli</i>	capim-arroz		

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécie invasora	Nome comum	Agente de controle	Ação de controle
<i>Oryza sativa</i>	arro-vermelho		
<i>Sorghum halepense</i>	massambará		
<i>Chenopodium album</i>	ançarinha- branca	<i>Ascochyta caulina</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Cyperus esculentus</i>	tiririca-amarela	<i>Dactylaria higginsii</i>	Causa doença na planta
<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca	Fungo	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Caruru	<i>Trichoderma virens</i> Fungo	Causa doença na planta
<i>Anoda cristata</i>	Malva	<i>Myrothecium verrucaria</i>	Causa doença na planta
<i>Datura stramonium</i>	Trombeteira	Fungo	
<i>Cassia occidentalis</i>	Fedegoso		
<i>Senna obtusifolia</i>	Fedegoso		
<i>Datura stramonium</i>	Trombeteira	<i>Alternaria crassa</i> Fungo	Causa doença na planta

Fonte: [Gurr e Wratten \(2000\)](#).

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA. **Manual de certificação: normas de produção, regulamentos.** São Paulo, 2000. 27 p.

BÀRBERI, P.; MAZZONCINI, M. Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. **Weed Science**, Champaign, v. 49, p. 491-499, Jul./Aug. 2001.

BLANCO, H. G.; BLANCO, F. M. G. Efeito do manejo do solo na emergência de plantas invasoras anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 215-220, fev. 1991.

BHOWMIK, P. C. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**, Champaign, v. 45, p. 349-356, 1997.

BLUM, U.; KING, L. D.; GERIG, T. M.; LEHMAN, M. E.; WORSHAM, A. D. Effects of clover and small grain cover crops and tillage technologies on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v. 4, p. 146-161, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 7, de 17 maio de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 maio 1999.

CAMPBELL, S. D.; GRICE, A. C. Weed biology: a foundation for weed management. **Tropical Grasslands**, Saint Lucia, v. 34, p. 271-279, 2000.

CORDEIRO, L. A. M. A importância da rotação de culturas para o sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO SOBRE PLANTIO DIRETO NA UFV, 2. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 165-190.

DEKKER J. Weed diversity and weed management. **Weed Science**, Champaign, v. 45, p. 357-363, 1997.

DORADO, J.; DEL MONTE, J. P.; LOPEZ-FRANCO, C. Weed seedbank response to crop rotation and tillage in semiarid conditions. **Weed Science**, Champaign, v. 47, p. 67-73, 1999.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. de. **Noções sobre a alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M. da; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2001a.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov. 2001b.

GURR, G.; WRATTEN, S. **Biological control: measures of success**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2000. 429 p.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation process**. New York: John Willey, 1979. 209 p.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 1975. 295 p.

INSTITUTO BIODINÂMICO. **Diretrizes para o padrão de qualidade**. 11. ed. Botucatu, 2002. 72 p.

LAL, R.; RESNIER, E.; ECKERT, D. J.; EDWARDS, W. M.; HAMMOND, R. Expectations of cover crops for sustainable agriculture. In: HARGROVE, W. L.

- (Ed.). **Cover crops for clean water**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1991.
- PUTNAM, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. (Ed.). **Weed physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 131-155.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974. 353 p.
- ROSS, S. M.; KING, J. R.; CÉZAR IZAURRALDE, R.; O'DONOVAN, J. T. Weed suppression by seven clover species. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 820-827, 2001.
- SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p. 876-885, 1996.
- SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas invasoras em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001.
- SODRÉ FILHO, J. **Culturas de sucessão ao milho e seus efeitos na dinâmica populacional de plantas invasoras**. 2003. 87p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- SZCZEPANSKI, A. J. Allelopathy as a mean of biological control of water weeds. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 3, p. 193-197, 1977.
- VAVILOV, N. I. **Centro de origem das plantas cultivadas**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 45 p.
- WILLIAMS II, M. M.; MORTENSEN, D. A.; DORAN, J. W. Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. **Weed Science**, Champaign, v. 46, p. 595-603, 1998.

Integrated Weed Management in Organic Agriculture

Abstract – *Mankind has explored the natural resources, with recorded examples of disasters through its history. Plants have been used as medicine for containing substances to prevent or cure diseases. In contradiction the advance in agriculture has threatened many species before they are known. Since our ancestors the continuous technological development has produced wonderful benefits from plants and animals even in hostile environments as in the semiarid Brazilian Caatinga. Exploitation of soil and water occurs at never seen rates, associated with industrialized inputs continuously growing. Organic agriculture has gained prominence as an alternative even though its causes impact. Integrated weed management (IWM) can contribute to reduce negative environmental impacts. Every plant is beneficial before reaching noxious levels. Its benefits are dependent of the IWM based on their biology obtained by experimentation and research.*

Index terms: weed, environmental impact, integrated weed management, organic agriculture