

Manejo integrado de plantas daninhas

José Roberto Antoniol Fontes

José Ricardo Pupo Gonçalves

Embrapa Amazônia Ocidental. Manejo Integrado de Plantas Daninhas.
Rodovia AM 010, km 29, Caixa Postal 319, CEP 69010-970, Manaus-AM.
jose.roberto@cmaa.embrapa.br, ricardo.pupo@cmaa.embrapa.br

Introdução

Até 12 mil anos atrás, o ser humano praticava a coleta de plantas e a caça de animais como as únicas maneiras de obter alimento, fibras, peles e couros para atender as suas necessidades de alimentação, de proteção e de abrigo. Isto obrigava os grupos humanos a deslocamentos constantes, pois a oferta dessas matérias primas era escassa para atender as suas necessidades. Nesta época, e em lugares distintos no Mundo, o homem percebeu a possibilidade de manter, ou mesmo aumentar, a oferta de alimentos por meio da multiplicação controlada de certas plantas de interesse. Buscava-se produzir as plantas mais produtivas, com grãos mais macios, frutos maiores e mais doces, entre outras características desejáveis (EHLERS, 1999). Esta prática passou, então, a ser considerada o primórdio da agricultura, possibilitando ao homem abandonar gradativamente a necessidade das migrações para a obtenção de alimento. Aos poucos, em um processo gradativo de evolução, o homem passou a modificar também o ambiente de cultivo, por meio do revolvimento do solo com instrumentos rudimentares, que posteriormente deram origem ao arado. No atual território da China, foram encontrados em sítios arqueológicos (Hemudo, Banpo) instrumentos que eram usados no preparo de solo há mais de dez mil anos (Oliveira, 2008). No norte do Peru, no vale do rio Zaña, foram encontradas provas de que a agricultura era praticada há cerca de 10.000 anos, com destaque para o cultivo de abóbora (*Curcubita moschata*), do algodão (*Gossypium barbadense*) e do amendoim (*Arachis sp.*). Neste local também foram encontrados sistemas rudimentares de irrigação e de armazenamento (DILLEHAY et al., 2007).

Se por um lado a domesticação de espécies seja vegetal ou animal e a modificação artificial das condições ambientais permitiram o desenvolvimento da agricultura, por outro, houve também a criação de condições favoráveis para o surgimento de uma variedade imensa de fatores que prejudicavam as plantações. As de natureza abiótica merecem destaque a perda de solo por erosão e a compactação do solo, e as de natureza biótica, as pragas, doenças e plantas daninhas.

Planta daninha

No âmbito da agricultura, planta daninha é todo vegetal que interfere negativamente, direta ou indiretamente, na capacidade produtiva das plantas de interesse do homem, cujo efeito mais pronunciado é a redução de produtividade das culturas. Harlan (1975) listou uma série de definições do que seja uma planta daninha, sob vários enfoques, que estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Definições de planta daninha.

Fonte	Ano	
Blatcheley	1912	Planta fora de lugar, ou crescendo onde não se quer.
Blatcheley	1912	Uma planta que compete com o homem pela posse do solo.
Emerson	1912	Uma planta cujas virtudes ainda não foram descobertas.
Geórgia	1914	Planta que cresce onde não é desejada que algo deva fazer crescer.
Robbins et al.	1942	Plantas odiosas são conhecidas como plantas daninhas.
Fogg	1945	Qualquer planta que cresce onde não é desejada.
Muenscher	1946	Plantas com características prejudiciais que crescem onde não são desejadas.
Rademacher	1948	Plantas indesejadas que crescem em áreas cultivadas onde causam mais prejuízos que benefícios.
Rademacher	1948	Planta que cresce associada às plantas de interesse, cujo controle é quase sempre benéfico ou necessário.
Cocannouer	1950	... isso de considerar todas as plantas daninhas ruins é sem propósito.
Dayton	1950	Espécie vegetal introduzida que toma posse de campos cultivados ou em pousio e de pastagens.
King	1951	Plantas daninhas têm sido sempre condenadas sem um julgamento justo.
Anderson	1954	Um produto artificial.
Bunting	1960	Plantas daninhas são pioneiras de sucessão secundária das quais as de campos agrícolas é um caso especial.
Harper	1960	Plantas superiores que são pragas.
Isely	1960	Qualquer planta que não é desejada, particularmente onde o homem está tentando cultivar alguma outra.
Isely	1960	Planta que tem a capacidade de vicejar em terreno submetido à aração.
Pritchard	1960	Espécie oportunista que ocorre em habitats perturbados pelo homem.
Salisbury	1961	Uma planta que cresce onde não a queremos.
Salisbury	1961	Planta cosmopolita onipresente em ambientes modificados pelo homem e muito eficiente na sua dispersão.
Wodehouse	1960	Uma planta indesejada.
Klingman	1961	Uma planta que cresce onde não é desejada, ou fora de lugar.

Fonte: Harlan (1975).

Origem das plantas daninhas

As culturas e as plantas daninhas estão em processo contínuo de co-evolução. As espécies consideradas daninhas têm evoluído em resposta a práticas e sistemas de cultivo pela adaptação e ocupação a nichos ecológicos marginais nas áreas agrícolas (DEKKER, 1997). 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, irrigação, drenagem, etc), controle de pragas, de doenças e de plantas daninhas, etc. Por sua vez, as plantas daninhas mantiveram muitas de suas características originais e muitas das modificações feitas no ambiente de cultivo não têm influência sobre elas. Ao contrário das plantas cultivadas, as daninhas estão adaptadas aos mais variados ambientes (FONTES; SHIRATSUCHI, 2003). A adaptação é devida a variações genéticas (mutações, recombinações, fluxo gênico e aberrações cromossômicas), polimorfismo somático de órgãos das plantas. Tais processos possibilitam às espécies ocupar diferentes nichos ecológicos (por exemplo, diferentes formas de folhas), micro-habitats dentro de habitats (variações localizadas de fertilidade, de textura e de disponibilidade de água no solo). São verificadas também adaptações temporais dentro da comunidade vegetal (espeiação e evolução, variações genotípicas e fenotípicas em resposta a alterações das condições ambientais num momento específico de seu crescimento e de 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.

Essa adaptação promoveu o desenvolvimento de características nas plantas daninhas que as tornam mais competitivas em relação às plantas cultivadas. São elas: sementes ou estruturas de reprodução vegetativa apresentam capacidade de germinação em estádios iniciais de desenvolvimento, capacidade de germinação em qualquer tipo de desenvolvimento, grande longevidade de propágulos e dormência (garantia de germinação descontínua no tempo e no espaço), crescimento inicial rápido e vigoroso, principalmente se a reprodução ocorre por meio vegetativo, rápida passagem da fase vegetativa para a 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 a dispersão em curta ou em longa distância.

A dinâmica das populações de plantas em agroecossistemas é complexa, influenciada por uma série de fatores que podem atuar isoladamente ou interagindo entre si, o que é mais comum. As espécies que conseguem estabelecer com sucesso em determinado ambiente possuem mecanismos que permitem tirar proveito de certas situações e, ou minimizar os efeitos prejudiciais de outros.

Duas teorias permitem definir quais são as estratégias utilizadas pelas plantas para alocação de recursos necessários ao crescimento, desenvolvimento e reprodução, ou bionomia.

A primeira é conhecida como a da estratégia **r** e **K** (MACARTHUR, 1962; PIANKA, 1970; PIANKA, 2006). As plantas, uma vez estabelecidas em um ambiente, alocam mais energia para a reprodução – estratégia **r** – ou para o crescimento vegetativo – estratégia **K**. Indivíduos **r** têm ciclo de vida curta e ocupam ambientes perturbados. Já os indivíduos **K** têm ciclo de vida longo e um estágio vegetativo prolongado e ocorrem em ambientes pouco modificados. As populações **r** têm seu tamanho determinado mais por influência de fatores físicos do que bióticos, ao passo que nas populações **K** os fatores bióticos têm mais importância. Não existem indivíduos puramente **r** ou **K**, mas sim aqueles que combinam essas estratégias em maior ou menor grau (GLIESSMAN, 2000). A outra foi proposta por Grime (1979) e estabelece que as plantas crescem e se reproduzem em resposta a dois fatores: estresse e distúrbio. O estresse é um fenômeno externo que atua como impedimento ao crescimento e ao desenvolvimento da planta (excesso ou falta de água, variações na luminosidade, deficiência de nutrientes, extremos de temperatura, competição, etc). O distúrbio é qualquer modificação no ambiente com efeito na comunidade vegetal (fogo, desmatamento, preparo do solo, pisoteio por animais, etc). A ação em conjunto desses dois fatores condiciona a classificação de plantas daninhas em três tipos ecológicos básicos (FONTES; SHIRATSUCHI, 2003): 1- **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 produção. Agroecossistemas degradados ou intensivamente utilizados, onde o estresse é periódico (seca, por exemplo) favorecem o crescimento deste tipo de planta; 2- **competidoras**: quando a intensidade do distúrbio e do estresse é baixa. Predominam as espécies com grande mobilização de recursos para o crescimento vegetativo. São mais comuns em ecossistemas naturais ou agroecossistemas perenes; e 3- **ruderais**: quando a intensidade do distúrbio é alta e a intensidade do estresse é baixa. As espécies apresentam rápido crescimento vegetativo e grande produção de propágulos. É o caso da maioria dos agroecossistemas, caracterizado por colheitas frequentes mas em condição satisfatória de fertilidade do solo decorrente de adubação, por exemplo.

É importante ressaltar que, em ambas as teorias apresentadas, existem vários tipos ecológicos além dos tipos básicos apresentados compreendidos entre uma classificação e outra.

Interferência das plantas daninhas

Considera-se que as plantas daninhas interferem negativamente nas culturas por meio da ação simultânea de dois processos distintos, a competição (alelospolia) e a alelopatia.

A competição resulta em efeitos negativos nas interações entre os vegetais, e no âmbito da ciência das plantas daninhas é a relação entre plantas mais estudada, tratando-se de uma interação biológica, entre pelo menos duas plantas, caracterizada pela necessidade de aquisição de recursos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (RADOSEVICH et al., 1997). Na maioria das situações na agricultura, os recursos não estão disponíveis no ambiente de crescimento das plantas em quantidade suficiente para suprir as necessidades vitais de toda a comunidade vegetal, principalmente água e nutrientes minerais. Segundo Pitelli (1985), a competição entre plantas daninhas e as culturas afeta negativamente ambas, entretanto as plantas daninhas são mais prejudiciais às culturas do que o contrário. Ronchi et al. (2001) estimaram o acúmulo de nutrientes em plantas de café e em plantas daninhas submetidas a níveis crescentes de competição de algumas espécies de plantas daninhas, cujos resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Conteúdo relativo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em plantas de café, variedade Catuaí Vermelho, e de cordão-de-frade, de joá-de-capote e de picão-preto sob influência de diferentes níveis de infestação dessas espécies.

Planta daninha	Plantas por vaso	N	P	K	N	P	K
		Cafeeiro			Planta daninha		
%							
Cordão-de-frade (<i>Leonorus sibiricus</i>)	0	100	100	100	100	100	100
	1	35	33	38	231	427	525
	2	31	36	39	236	479	550
	3	36	38	42	202	412	451
	4	39	44	39	217	435	288
	5	37	48	40	230	496	383
Joá-de-capote (<i>Nicandra physaloides</i>)	0	100	100	100	100	100	100
	1	37	62	68	228	1.128	513
	2	37	64	58	275	1.348	487
	3	34	59	50	275	1.634	610
	4	49	83	69	253	1.613	540
	5	44	64	67	301	1.734	672
Picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>)	0	100	100	100	100	100	100
	1	59	72	67	553	1.119	532
	2	47	73	59	367	1.294	673
	3	34	54	42	422	1.349	651
	4	28	45	31	407	1.542	607
	5	28	39	28	400	1.418	589

Fica evidenciada a capacidade de interferência negativa das plantas daninhas no acúmulo de nutrientes por plantas de café, reduzindo a quantidade de nutrientes e afetando o metabolismo normal plantas da cultura. Em condições de cultivo, isso tem efeitos drásticos sobre a o crescimento e a produtividade da planta cultivada. Ronchi e Silva (2006) verificaram que plantas de café da variedade Catuaí Vermelho que sofreram interferência negativa de cordão-de-frade, picão-preto, poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e trapoeraba (*Commelina diffusa*) desenvolveram menor número de folhas, condição que afeta diretamente a capacidade fotossintética das plantas.

A água é considerada o recurso mais limitante para o crescimento de plantas em áreas agrícolas, e o volume de solo explorado por raízes, a capacidade de extração de água do solo e a eficiência no uso da água são características que determinam a capacidade competitiva das plantas por esse recurso (PROCÓPIO et al., 2004a). Muitos trabalhos têm

mostrado que a capacidade de competição de espécies daninhas pela água no solo depende da espécie e da quantidade de água no solo. Griffin et al. (1989) relataram que *Hibiscus trionum* e *Ambrosia obtusifolia* só foram competitivas quando o conteúdo de água no solo foi considerado ótimo para a cultura da soja, enquanto *Amaranthus retroflexus* e *Senna obtusifolia* foram mais competitivas sob déficit hídrico. Plantas de picão-preto (*Bidens pilosa*) têm maior capacidade de extração de água do solo e a uso mais eficiente da água do que o feijão (*Phaseolus vulgaris*) e a soja (*Glycine max*) e constataram que, sob déficit hídrico, a planta daninha foi mais eficiente do que as culturas na extração de água na fase pós-florescimento. Tal característica garante maior capacidade de competição da planta daninha contra as culturas, permitindo, por exemplo, a produção de sementes em condições desfavoráveis (PROCÓPIO et al., 2004a; PROCÓPIO et al., 2004b).

A alelopatia nas comunidades vegetais é um fator determinante para que algumas espécies tenham mais sucesso em invadir e colonizar novas áreas, provocando a substituição de populações formadas por espécies mais suscetíveis a esta interferência (BELZ et al., 2007).

A alelopatia foi definida por Szczepanski (1977) como a interferência provocada pela introdução de substâncias químicas produzidas por plantas e que, no ambiente, afetam outros indivíduos da comunidade vegetal. Rice (1984) acrescentou a esta definição a necessidade de esta interferência ser, de algum modo, prejudicial na relação entre plantas daninhas e plantas cultivadas. Nas espécies sensíveis, as substâncias alelopáticas interferem em muitos processos vitais para as plantas, destacando a absorção e assimilação de nutrientes, regulação hormonal, fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, permeabilidade de membranas celulares e atividade de enzimas (DURIGAN; ALMEIDA, 1993).

O número de substâncias produzidas pelas plantas é muito grande, de natureza química variada e com várias finalidades, uma delas a de proteção e defesa contra vários agentes prejudiciais. Os mais comuns são a defesa contra o ataque de pragas (DURIGAN; ALMEIDA, 1993; SOUZA FILHO, 2006b), e a localização de substâncias alelopáticas nas plantas varia com as espécies e o teor nos diferentes órgãos das plantas pode sofrer variações sazonais (FERNANDEZ et al., 2008).

Embora aceita como ser um componente importante da interferência de plantas daninhas sobre culturas, os trabalhos são realizados em condições controladas que não ocorrem no agroecossistema, empregando extratos de plantas obtidos por meio de processos artificiais de extração e na ausência de solo. Tal característica, apesar de contribuir significativamente para o conhecimento das interações alelopáticas entre plantas daninhas e plantas cultivadas, impede que se conheça a ação real dos compostos alelopáticos na agricultura (WEIDENHAMER, 1996; CHESTER; INDERJIT, 2001). Martins et al. (2006), contudo, indicaram que a utilização de soluções obtidas de solos com a presença de plantas daninhas pode representar a condição mais próxima da realidade de campo. Utilizando tal procedimento, verificaram que solução de solo cultivado com capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*) afetou o crescimento de raízes da planta daninha guaxuma (*Sida rhombifolia*).

Apesar das dificuldades inerentes à avaliação da influência de substâncias alelopáticas no agroecossistema, elas podem servir diretamente para a formulação de bioherbicidas, ser alteradas para aumentar a sua atividade biológica ou ser utilizadas como estrutura-modelo para a síntese de novas moléculas herbicidas (BHOWMIK; INDERJIT, 2003; SOUZA FILHO et al., 2006a).

Além da competição e da alelopatia, a ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas podem prejudicar as culturas indiretamente. Muitas espécies daninhas servem de hospedeiros alternativos para doenças e pragas. Várias viroses vegetais são provocadas por *Begomovirus*, atacando o feijão-caupi, a mandioca, o pimentão e o tomate, por exemplo. Esses vírus podem se perpetuar nas áreas agrícolas em várias espécies daninhas, entre elas o cansanção (*Cnidoscolus urens*), a guanxuma (*Sida rhombifolia*) e o mussambê (*Cleome affinis*). A trapoeraba (*Commelina diffusa*) pode hospedar os nematóides *Rotylenchulus reniformis*, *Pratylenchus goodeyi*, *Radophylus similis* e o fungo *Fusarium oxysporum*, pragas importantes na cultura da bananeira (ISAAC et al., 2007). Várias espécies daninhas são colonizadas por lavas e adultos de *Protortonia navesi*, uma praga que ataca as raízes de mandioca (*Manihot esculenta*), por períodos de até quatro meses após a colheita da cultura (OLIVEIRA; FONTES, 2008).

Períodos de interferência de plantas daninhas em culturas

Segundo Pitelli (1985), existem três períodos a considerar em avaliações da interferência das plantas daninhas em culturas, a partir da semeadura ou emergência das plântulas ou do plantio de mudas: **período anterior à interferência (PAI)**, quando as plantas daninhas podem conviver com as culturas sem prejudicá-las; **período total de prevenção da interferência (PTPI)**, quando a cultura deve ficar livre da interferência negativa das plantas daninhas; e o **período crítico de prevenção da interferência (PCPI)**, entre os limites superiores do PAI e do PTPI, no qual deve ser implementada alguma ação de controle para minimizar as perdas de produção das culturas. No estabelecimento desses períodos, devem ser considerados fatores relacionados à cultura, à comunidade daninha, ao ambiente e à época e o período da associação entre cultura e comunidade daninha.

A maioria dos trabalhos desenvolvidos para a indicação desses períodos leva em consideração o número de dias após a semeadura ou a emergência de plantas, ou o plantio de mudas, por meio de períodos crescentes e decrescentes de interferência de plantas daninhas nas culturas (SALGADO et al., 2002; MESCHEDE et al., 2002; PITELLI et al., 2002). Outra abordagem utilizada considera a fenologia das culturas, relacionando as mudanças fisiológicas, bioquímicas e morfológicas que ocorrem nas plantas durante as fases vegetativa e reprodutiva com a interferência das plantas daninhas (KOZLOWSKI, 2002).

Perdas relacionadas à interferência

A maioria das definições já estabelecidas para planta daninha, no passado, as atuais e as que porventura vierem a existir, consideram a sua característica indesejável e necessariamente associada ao dano econômico. São inúmeros os trabalhos desenvolvidos que estimaram a perda de rendimento do produto econômico de várias culturas devido à interferência de plantas daninhas, e os resultados de alguns deles estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Redução de rendimento (%) do produto de interesse econômico de algumas culturas no Brasil devido à interferência de plantas daninhas.

Cultura	Produto econômico	Redução relativa (%) ^{1/}	Fonte
Algodão	Algodão em caroço	91,5	Freitas et al., 2006
Amendoim	Grão	52,8	Nepomuceno et al., 2007
Arroz	Grão	56,5	Villa et al., 2006 ^a
Arroz	Grão	100	Villa et al., 2006 ^b
Batata	Tubérculo	69,6	Costa et al., 2008
Beterraba	Raiz	95,9	Carvalho & Guzzo, 2008
Cana-de-açúcar	Colmo	52,9	Durigan et al., 2006
Cana-de-açúcar	Colmo	56,3	Vivian et al., 2006
Café	Grão	100	Souza et al., 2006
Feijão-comum	Grão	78,5	Fontes et al., 2006
Feijão-comum	Grão	67,0	Salgado et al., 2007
Feijão-de-corda	Grão	89,5	Medeiros et al., 2008
Macaxeira	Raiz	62,0	Fontes & Pupo, 2008
Mandioca	Raiz	100	Albuquerque et al., 2008
Mandioquinha-salsa	Raiz	98,0	Freitas et al., 2004
Melancia	Fruto	41,4	Maciel et al., 2008
Milho	Grão	47,6	Jakelaitis et al., 2007
Soja	Grão	67,4	Carvalho et al., 2002
Trigo	Grão	60,7	Agostinetto et al., 2008

^{1/} Perda relativa em relação em relação à cultura mantida sem interferência de plantas daninhas

O nível de perda varia em função da influência simultânea de fatores que atuam no sistema agrícola, nunca isoladamente, e esses estão relacionados à cultura, às plantas daninhas, ao ambiente e ao manejo das culturas. É obrigatório considerar, ainda, que aspectos sócio-econômicos dos diferentes estratos da agricultura estão relacionados a esse processo (RESENDE et al., 2002).

A suscetibilidade de plantas daninhas a qualquer ação de controle varia com a espécie e o estágio de crescimento. A trapoeraba, gênero *Commelina*, é uma das principais espécies daninhas do mundo, de ocorrência comum em muitas culturas. No Brasil, consideram-

se *C. benghalensis*, *C. diffusa*, *C. erecta* e *C. villosa* como as mais importantes (PENCKOWSK; ROCHA, 2006). Em relação à suscetibilidade das espécies ao herbicida glyphosate, *C. benghalensis* é considerada suscetível, *C. diffusa* medianamente suscetível e *C. erecta* e *C. villosa* são muito tolerantes.

A absorção, a translocação e o metabolismo de herbicidas nas plantas daninhas são fatores importantes envolvidos na tolerância ou na suscetibilidade. Monquero et al. (2004) constataram que a tolerância da trapoeraba (*C. benghalensis*) ao herbicida glyphosate pode estar relacionada a uma menor taxa de absorção pelas folhas, associada ao metabolismo do princípio ativo a compostos não tóxicos.

A vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), espécie daninha importante em várias culturas no Brasil, tem suscetibilidade diferencial ao glyphosate em função do estágio de crescimento. Plantas com até 15 cm de altura foram bem controladas por esse herbicida, enquanto aquelas com mais de 30 cm foram tolerantes (BRIGHENTI et al., 2008).

A densidade de plantas daninhas, em plantas/m², é o parâmetro mais importante para indicar o momento da ação de controle nas culturas.

Alterações no espaçamento entre fileiras de plantio e na população de plantas das culturas têm permitido obter níveis adequados de controle de plantas daninhas sem comprometer a produtividade das culturas. Em geral, redução do espaçamento entre as fileiras promove sombreamento mais rápido da superfície do solo, o que prejudica a germinação, a emergência e o crescimento de plantas daninhas. Nesta situação, inclusive, há possibilidade de realizar aplicação de herbicidas em doses reduzidas, implicando em menor custo de produção (PIRES et al, 2001; RESENDE et al., 2008).

O emprego de espécies vegetais como componentes de programas de manejo integrado de plantas daninhas tem sido indicado para controlar plantas daninhas por meio de ação física, química e biológica, com ênfase para as culturas de cobertura de solo, considerando também as utilizadas como adubos verdes. A ação física é resultante do sombreamento da superfície do solo, que inibe o processo de germinação das espécies fotoblásticas positivas, e da formação de uma camada de palha que prejudica o crescimento de plântulas com pequenas quantidades de reservas nas sementes. A ação biológica influencia as relações entre os organismos (microbiota, micro e macrofauna) e as plantas daninhas (sementes ou plantas), promovendo a perda de viabilidade de sementes pelo ataque de microrganismos e da predação pela macrofauna.

Benefícios da ocorrência de plantas daninhas

A ocorrência de plantas daninhas nem sempre é prejudicial à atividade agropecuária. Quando manejadas elas podem trazer benefícios diretos e indiretos para o homem, as culturas e o ambiente. Os principais benefícios são: contribuem para a conservação e, ou melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. O principal fator regulador da atividade biológica no solo é a matéria orgânica, que em última análise depende da vegetação e do manejo que é dado a ela, ou seja, a base da sustentabilidade da agricultura está profundamente

relacionada à cobertura vegetal, protegem a superfície do solo contra o impacto direto de gotas de chuva - reduzindo assim a intensidade da erosão - e contra a incidência direta de raios solares, servem como abrigo e fonte de alimento para inimigos naturais de pragas de culturas, servem como alimento para o homem e para animais domésticos (pastagens naturais), servem como matéria-prima para a produção de remédios caseiros, servem como fonte de alimento para abelhas (espécies nativas e apícolas), e conseqüente produção de mel, aumentam a diversidade genética do ambiente; e atuam como indicadores de condições ambientais, algumas dessas apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Espécies de plantas daninhas e condições ambientais por elas indicadas.

Espécie daninha	Condição ambiental
<i>Brachiaria plantaginea</i> (capim-marmelada)	Deficiência de zinco, solo ácido
<i>Cenchrus echinatus</i> (capim-carrapicho)	Solo compactado
<i>Commelina benghalensis</i> (trapoeraba)	Solo ácido
<i>Cynodon dactylon</i> (grama-seda)	Solo compactado
<i>Cyperus rotundus</i> (Tiririca)	Solo ácido
<i>Digitaria insularis</i> (capim-amargoso)	Solo de baixa fertilidade
<i>Euphorbia heterophylla</i> (leiteiro)	Desequilíbrio entre nitrogênio e micronutrientes cobre e molibdênio
<i>Imperata sp.</i> (capim-sapé)	Solo ácido
<i>Portulaca oleracea</i> (beldroega)	Solo fértil
<i>Raphanus raphanistrum</i> (nabiça)	Carência de boro e de manganês
<i>Sida sp.</i> (guanxuma)	Solo compactado
<i>Taraxacum officinale</i> (dente-de-leão)	Solo fértil

Fontes: Ricci et al. (2002) e Shiratsuchi et al. (2005).

Manejo integrado de plantas daninhas – Estratégias de controle

As ações de controle de plantas daninhas recomendadas para as diversas culturas podem ser classificadas em preventiva, cultural, mecânica, física e química.

Controle preventivo

O controle preventivo visa impedir a entrada de propágulos (sementes ou estruturas de reprodução vegetativa) de espécies daninhas em áreas onde elas reconhecidamente não ocorrem e, conseqüentemente, o seu estabelecimento. O uso de máquinas, de implementos e de ferramentas utilizados no preparo de solo e abertura de covas que foram utilizadas em áreas infestadas deve ser precedido por uma rigorosa limpeza para retirar o solo aderido, que

pode veicular propágulos de plantas daninhas. As sementes devem ser isentas de propágulos de espécies daninhas, sejam aquelas adquiridas de empresas que zelam pela qualidade do processo de produção, ou as de produção própria, que muitas vezes são trocadas entre os produtores rurais de base familiar. Mudanças em torrão só devem ser adquiridas de viveiristas que possuam seus estabelecimentos devidamente registrados junto aos órgãos de defesa fitossanitária e que atendam as normas estabelecidas. O emprego de esterco de origem animal e composto orgânico, muito utilizado com o adubo orgânico e para mistura de terra de enchimento de covas, pode introduzir espécies em áreas agrícolas porque muitas sementes de plantas daninhas poderão estar em meio à sua massa. Caso o processo de curtimento seja conduzido adequadamente, muitas das sementes de plantas daninhas poderão ser mortas pela elevação de temperatura no interior da massa de compostagem.

Controle cultural

O controle cultural aproveita as características das plantas cultivadas e dos diferentes sistemas de sistema de cultivo com o objetivo de aumentar a capacidade competitiva da cultura. A semeadura ou o plantio em espaçamentos recomendados otimiza a área disponível para as culturas e minimiza o espaço disponível para o crescimento das plantas daninhas. Neste sentido, o plantio em espaçamentos menores apresenta a vantagem de maior adensamento e sombreamento mais rápido da superfície do solo. Plantas saudáveis e vigorosas têm maior capacidade de competição contra as plantas daninhas, pois a emissão e o crescimento das folhas aumentam a área foliar e o sombreamento da superfície do solo. Portanto, o emprego de sementes e de mudas vigorosas e isentas de doenças e de pragas, com adequada nutrição mineral por meio de fertilizantes (no plantio e em cobertura) e a adoção de programa de manejo integrado de pragas e de doenças são estratégias importantes para garantir maior capacidade de competição das bananeiras. Nos locais onde a irrigação é necessária deve-se adotar equipamentos para irrigação localizada para evitar o molhamento de toda a área e, conseqüentemente, a germinação de sementes e o crescimento das plantas daninhas.

Controle mecânico

O controle mecânico de plantas daninhas pode ser adotado desde antes do preparo do solo até a plena fase produtiva das culturas. Para obtenção de máxima eficácia as plantas daninhas devem estar na fase inicial de crescimento, a mais suscetível, pois ainda não acumularam reservas que, em parte, contribuem para o desenvolvimento da fase vegetativa (crescimento) e da reprodutiva (floração, frutificação e produção de sementes). Ademais, plantas maiores requerem mais energia para o corte ou o arranque ou danificar as ferramentas. Por não ter ação persistente, o controle mecânico é pouco eficiente ao longo do período de condução da lavoura, sendo necessária, às vezes, repetir a ação adotada.

Por ocasião do plantio o revolvimento do solo por arados e grades elimina as plantas daninhas existentes na área. Os implementos cortam a parte aérea e as raízes das plantas, deixando-as expostas à radiação solar ou as enterrando. O controle de plantas por meio de roçada manual com terçado ou capina com enxada é uma ação de controle muito utilizada nas lavouras de banana, mas tem a desvantagem de ser muito onerosa. Em média, a capina de um hectare de milho, por exemplo, requer o trabalho de 12 homens/dia. Outra desvantagem é a perda de eficácia quando a capina é realizada com o solo úmido, pois as raízes das plantas podem permanecer viáveis e manter as plantas vivas, o que é mais comum ocorrer em espécies da família Poaceae, como o capim-taripucu (*Paspalum virgatum*) e capim-colchão (*Digitaria* spp.). A capina com enxada deve ser realizada promovendo o corte da camada de solo o mais fina possível para evitar danos mecânicos às raízes das plantas, que pode servir de local de infecção para doenças. O emprego de roçadeiras mecânicas manuais ou acopladas a trator tem a mesma eficácia, não promove o corte da superfície do solo e tem melhor rendimento operacional, geralmente à metade da capina manual.

Controle físico

O emprego de plantas que promovem a cobertura da superfície do solo é uma das estratégias que aliam numa mesma ação o controle de plantas daninhas e a melhoria do ambiente de cultivo por meio da proteção contra o impacto direto de gotas de chuva. Isto reduz a intensidade de erosão e melhoria das características físicas e químicas do solo. Na cultura da bananeira, variedade Nanicão, Espindola et al. (2006) avaliaram a influência de amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), puerária (*Pueraria phaseoloides*) e siratro (*Macropitilium atropurpureum*) e a livre interferência de plantas daninhas, população formada predominantemente por capim-colonião (*Panicum maximum*) e verificaram que a livre interferência da planta daninha reduziu em 85% a produtividade da bananeira em comparação à média obtida quando a cultura foi consorciada com as leguminosas.

Controle químico

O controle de plantas daninhas com o uso herbicidas é uma ação que tem como principal vantagem a alta eficácia aliada a baixo custo devido ao rendimento operacional. No Brasil são registrados vários produtos comerciais para um grande número de culturas.

Em decorrência da diversidade de espécies daninhas que ocorre nos mais diversificados sistemas de cultivo, de diferentes sistemas de produção e das condições ambientais das regiões produtoras exige-se o emprego de mais de uma ação de controle, condição que deve ser obedecida para o estabelecimento de um programa adequado de manejo integrado de plantas daninhas. Busca-se desse modo a máxima eficiência de controle, redução de custos de produção e a minimização de impactos ambientais negativos.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDYAMA, T.; SILVA, A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; ALVES, J. M. A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.
- ASSUNÇÃO, I. P.; LISTIK, A. F.; BNARROS, M. C. S.; AMORIM, E. P. R.; SILVA, S. J. C.; IZABEL, O. S.; RAMALHO-NETO, C. E.; LIMA, G. S. A. Diversidade genética de *Begomovirus* que infectam plantas daninhas na região Nordeste. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 239-244, 2006.
- BELZ, R. G.; REINHARDT, C. F.; FOXCROFT, L. C.; HURLE, K. Residue allelopathy in *Parthenium hysterophorus* L. – does parthenin play a leading role? **Crop Protection**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 237-245, 2007.
- BHOWMIK, C. B.; INDERJIT. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 661-671, 2003.
- BRIGHENTI, A. M.; FONTES, J. R. A.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W. S. D.; STROPPA, G. M. Controle da vasourinha-de-botão na cultura da seringueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26, 2008, Ouro Preto. **Anais... Sete Lagoas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2008. 1 CD-ROM.
- CARVALHO, F. T.; PEREIRA, F. A. R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R. R. B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2002.
- CARVALHO, L. B.; GUZZO, C. D. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 73-82, 2008.
- CHESTER, L. F.; INDERJIT. Understanding the role of allelopathy in weed interference and declining plant diversity. **Weed Technology**, Lawrence, v. 1, n. 4, p. 873-878, 2001.
- COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D. Períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2008.
- DEKKER, J. Weed diversity and weed management. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 3, p. 357-363. 1997.

DILLEAY, T. D.; ROSSEN, J.; ANDRES, T. C.; WILLIAMS, D.E. Pre-ceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. **Science**, Washington-DC, v. 316, n. 8853, p. 1890-1893, 2007.

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

DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C.; CORREIA, N. M. Manejo integrado da tiririca na produtividade de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 77-81, 2006.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. Guaíba: Agropecuária. 1999. 157 p.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L.; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R. N. B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, n. 3, p. 415-420, 2006.

FERNANDEZ, C.; VOIRIOT, S.; MÉVY, J. P.; VILA, B.; ORMEÑO, E.; DUPOUYET, S.; BOUSQUET-MÉLOU, A. Regeneration failure of *Pinus halepensis* Mill.: the role of autotoxicity and some abiotic environmental parameters. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 7, p. 2928-2936, 2008.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S. **Manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 28 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 106).

FONTES, J. R. A.; SILVA, A. A.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M. Metolachlor e fomesafen aplicados via irrigação por aspersão em plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 99-106, 2006.

FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P. **Manejo integrado de plantas daninhas em macaxeira no estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa-CPAA, 2008. 6 p. (Embrapa CPAA. Circular técnica, 30).

FREITAS, R. S.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEREIRA, P. C.; FERREIRA, F.A.; CECON, P. R.; SEDIYAMA, T. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mandioquinha-salsa. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 499-506, 2004.

FREITAS, R. S.; FERREIRA, L. R.; BERGER, P. G.; SILVA, A. C.; CECON, P. R.; SILVA, M. P. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro com S-metolachlor e trifloxysulfuron-sodium em sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 311-318, 2006.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia** – processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade. 2000. 653 p.

GRIFFIN, B. S.; SHILLING, D. G.; BENNET, J. M.; CURREY, W. L. The influence of water stress on the physiology and competition of soybean (*Glycine max*) and florida beggarweed (*Desmodium tortuosum*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 4, p. 544-551, 1989.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, Chicago, v. 111, n. 982, p. 1169-1194. 1977.

HARLAN, J. R. **Crops & Man**. Madison: American Society of Agronomy, 1975. 295 p.

ISAAC, W.A.P.; BRATHWAITE, R. A. I; COHEN, J. E.; BRKELE, I. Effects of alternative weed management strategies on *Commelina diffusa* Burm. infestations in Fairtrade banana (*Musa* spp.) in St. Vincent and the Grenadines. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 26, n. 8, 1219-1225, 2007.

JAKELAITIS, A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R.; SILVA, A. A. Atividade microbiana e produção de milho (*Zea mays*) e de *Brachiaria brizantha* sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 71-78, 2007.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

MacARTHUR, R. H. Generalized theorems of natural selection. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 43, p. 1893-1897, 1962.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E.D.; BELISÁRIO, D.R.S; MARTINS, F. M.; ALVES, L.S. Interferência de plantas daninhas no cultivo da melancia. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 26, n. 1, p. 107-111, 2008.

MARTINS, D.; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas em pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 61-70, 2006.

MEDEIROS, V. F. L. P.; FREITAS, F. C. L.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, S. V. O. F.; LIMA, P. V. C.; MESQUITA, H. C. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Anais...** Sete Lagoas: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM.

MESCHEDE, D. K.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. O.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C. A. Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2002.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.

NEPOMUCENO, M. P.; ALVES, P. L. C. A.; DIAS, T.C.S.; CARDOZO, N. P.; PAVANI, M. C. M. D. Efeito da época de semeadura nas relações de interferência entre uma comunidade infestante e a cultura do amendoim. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 481-488, 2007.

OLIVEIRA, C. M.; FONTES, J. R. A. Weeds as hosts for new crop pests: the case of *Prototonia navesi* (Hemiptera: Monophlebidae) on cassava in Brazil. **Weed Research**, Oxford, v. 48, p. 197-200, 2008.

OLIVEIRA, C.T. **China: origens da humanidade**. São Paulo: Aduaneiras, 2008. 122 p.

PENCKOWSKI, L. H.; ROCHA, D. C. **Guia ilustrado de identificação e controle de espécies de trapoerabas**. Castro: Fundação ABC, 2006. 50 p.

PIANKA, E. R. On r- and K- selection. **American Naturalist**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 592-597. 1970.

PIANKA, E. R. **Evolutionary ecology**. 6. ed. New York: Harper and Row. 2006.

PIRES, J. L. F.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D.; COSTA, J. A.; FLECK, N. G. Redução na dose do herbicida aplicado em pós-emergência associada a espaçamento reduzido da cultura da soja para controle de *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 337-343, 2001.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 120, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; GAVIOLI, V. D.; GRAVENA, R.; ROSSI, C. A. Efeito de período de controle de plantas daninhas na cultura de amendoim. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 389-397, 2002.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; DONAGEMMA, G.K.; MENDONÇA, E.S. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 35-41, 2004a.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; MARTINEZ, C. A.; WERLANG, R. C. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004b.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons. 1997. 597 p.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L.S.; FONTES, J. R. A.; ARNS, L. L. K.; RIBEIRO, L. F. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa, MG: NEPUT, 2002. 338 p.

RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo orgânico do café – recomendações Técnicas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

RICE, E. L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press. 422 p.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 219-228, 2003.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A.; MATTOS, E. D.; MARTINS, J. F.; HERNANDEZ, D. D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 373-379, 2002.

SALGADO, T. P.; SALLES, M. S.; MARTINS, J. V. F.; ALVES, P. L. C. A. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007.

SOUZA, L. S.; LOSASSO, P. H. L.; OSHIWA, M.; GARCIA, R. R.; GOES FILHO, L. A. Efeitos das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

SOUZA FILHO, A. P. S.; BORGES, F. C.; SANTOS, L. S. Análise comparativa dos efeitos alelopáticos das substâncias químicas tironina e tironina acetilada. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 205-210, 2006a.

SOUZA FILHO, A. P. S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 451-456, 2006b.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; RESENDE, A. V. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com a fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 429-436. 2005.

SZCZEPANSKI, A. J. Allelopathy as a mean of biological control of water weeds. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 3, p. 193-197, 1977.

VILLA, S. C. C.; MARCHEZAN, E.; MASSONI, P. F. S.; SANTOS, F. M.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; TELO, G. M. Controle de arroz-vermelho em dois genótipos de arroz (*Oryza sativa*) tolerantes a herbicidas do grupo das imidazolinonas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 549-555, 2006a

VILLA, S.C.C.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A.; MASSONI, P.F.S.; TELO, G.M.; MACHADO, S.L.O.; CAMARGO, E.R. Arroz tolerante a imidazolinonas: controle do arroz-vermelho, fluxo gênico e efeito residual do herbicida em culturas sucessoras não-tolerantes. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 761-768, 2006b

VIVIAN, R.; JAKELAITIS, A.; CARNEIRO, P. M.; SILVA, A. F.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SILVA, A. A. Manejo químico de *Cyperus rotundus* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 779-788, 2006.

WEIDENHAMER, J. D.. Distinguishing resource competition and chemical interference: overcoming the methodological impasse. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, n. 6, p. 866-875, 1996.