

Desafios, Avanços e Soluções no Manejo de Plantas Daninhas

Palestras apresentadas no **II Simpósio**
Sobre Manejo de Plantas Daninhas no Nordeste



Augusto Guerreiro Fontoura Costa
Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Valdinei Sofiatti
Paulo Roberto Ribeiro Rocha
Editores Técnicos

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

Desafios, Avanços e Soluções no Manejo de Plantas Daninhas

**Palestras apresentadas no II Simpósio
sobre Manejo de Plantas Daninhas do Nordeste**

*Augusto Guerreiro Fontoura Costa
Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Valdinei Sofiatti
Paulo Roberto Ribeiro Rocha*

Editores Técnicos

*Embrapa, Brasília, DF
Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, Londrina, PR
2013*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
<http://www.cnpa.embrapa.br>
cnpa.sac@embrapa.br

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas

Rua Santa Catarina, 50 - 13º andar, sala 1302
CEP: 86010-470, Londrina, PR

Revisão de texto: *Everaldo Correia da Silva Filho*

Normalização bibliográfica: *Keina Cristina Santos Sousa e Silva*

Editoração eletrônica: *Geraldo Fernandes de Sousa Filho*

Padronização eletrônica dos originais: *Oriel Santana Barbosa*

Capa: *Leunivan Bezerra da Silva*
Sérgio Cobel da Silva

1ª Edição

CD-ROM (2013): 300 exemplares

Informações Gerais.

O conteúdo dos capítulos é de inteira responsabilidade de seus respectivos autores.

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Algodão

S612d

Simpósio sobre Manejo de Plantas Daninhas no Nordeste (2. : 2013 : Campina Grande, PB).

Desafios, avanços e soluções no manejo de plantas daninhas: palestras apresentadas no II Simpósio sobre manejo de plantas daninhas no Nordeste / Augusto Guerreiro Fontoura Costa, Francisco Cláudio Lopes de Freitas, Valdinei Sofiatti, Paulo Roberto Ribeiro Rocha, editores técnicos. Brasília, DF : Embrapa : SBCPD, 2013.

1 CD-ROM : il. color.

ISBN 978-85-7035-235-4

1.Planta daninha. 2.Agricultura. 3.Nordeste. I. Costa, Augusto Guerreiro Fontoura. II.Freitas, Francisco Cláudio Lopes de. III.Sofiatti, Valdinei. IV.Rocha, Paulo Roberto Ribeiro. V.Título. VI. Embrapa Algodão.

CDD 632.58

© Embrapa 2013

Comissão organizadora

Antonio Pedro da Silva Souza Filho (Embrapa Amazônia Oriental) - Presidente da SBCPD

Augusto Guerreiro Fontoura Costa (Embrapa Algodão) - Coordenador

Décio Karam (Embrapa Milho e Sorgo) – Conselho Consultivo da SBCPD

Francisco Cláudio Lopes de Freitas (UFERSA) – Representante Regional da SBCPD

Ivanilda Cardoso da Silva (Embrapa Algodão)

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva (Embrapa Algodão)

Patrícia Andrea Monquero (UFSCar) - Vice-presidente da SBCPD

Paulo Roberto Ribeiro Rocha (UFRR)

Pedro Jacob Christoffoleti (ESALQ – USP) – Tesoureiro da SBCPD

Renato Wagner da Costa Rocha (Embrapa Algodão)

Siumar Pedro Tironi (UFAL)

Valdinei Sofiatti (Embrapa Algodão)

Apresentação

A agricultura ocupa papel de destaque na economia do Nordeste, tendo expressiva importância no aumento da geração de riquezas e no desenvolvimento regional. Entretanto, para tornar as atividades agrícolas mais eficientes, vários são os desafios, como: necessidade de conservação do solo para reduzir o processo de desertificação; uso eficiente da água, cuja disponibilidade representa grande limitação; melhor uso da terra, resultando no crescimento em produtividade e em melhor qualidade e/ou diversificação de produtos; utilização racional de insumos; entre outros. Esses desafios podem ser mais facilmente enfrentados com os avanços no conhecimento e nas inovações das técnicas ou práticas agrícolas no manejo de plantas daninhas, considerando que estas interferem diretamente na eficiência e sustentabilidade dos sistemas produtivos agrícolas.

Nesse contexto, várias características da região Nordeste indicam a necessidade de ampliação nas discussões voltadas ao manejo de plantas infestantes, tanto para a produção de alimentos quanto para a produção de fibras ou energia. Como exemplo, a dificuldade na disponibilidade de mão de obra, cada vez mais escassa na área rural, ocasiona a necessidade de integrar técnicas de controle de plantas daninhas para reduzir a dependência da mesma. O surgimento de biótipos de plantas resistentes a herbicidas representa outro problema, que, apesar de estar mais concentrado no Centro-Sul do Brasil, deve ser discutido com relação às pesquisas e medidas preventivas. A própria eficácia dos herbicidas pode apresentar limitações ou recomendações específicas voltadas aos solos e condição climática da região. Destaca-se também que determinadas espécies de plantas daninhas podem exigir estratégias diferenciadas de manejo.

O II Simpósio sobre Manejo de Plantas Daninhas no Nordeste traz discussões sobre diferentes biomas e cultivos agrícolas da região. Os temas a serem abordados representam grande avanço em relação ao primeiro evento, no qual foi discutido apenas o Semiárido do Nordeste. Portanto, o evento configura-se como excelente oportunidade para aprimoramento do conhecimento, intercâmbio de experiências e avanços nas discussões das demandas na área de manejo de plantas daninhas voltadas ao Nordeste do Brasil.

Os editores

Sumário

Cenário atual e perspectivas da agricultura no Nordeste.....	9
Pedro Carlos Gama da Silva	
Destruição dos restos culturais do algodoeiro.....	15
Valdinei Sofiatti, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva, Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira, Fernando Mendes Lamas	
Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar no Nordeste	21
Siumar Pedro Tironi, Renan Cantalice de Souza	
Dinâmica de herbicidas em solos do Nordeste.....	37
Paulo Roberto Ribeiro Rocha, Daniely Formiga Braga, Francisco Cláudio Lopes de Freitas, Cíntia Maria Teixeira Fialho	
Manejo de plantas daninhas na pré-semeadura da soja.....	51
Jamil Constantin, Rubem Silvério de Oliveira Júnior, Robinson Luiz Contiero	
Manejo de plantas daninhas na cultura da mamoneira.....	57
Augusto Guerreiro Fontoura Costa, Valdinei Sofiatti e Cleber Daniel de Goes Maciel	
Manejo de resistência em sistemas de cultivo soja/milho.....	73
Leandro Vargas, Dionísio Luiz Pisa Gazziero, Dirceu Agostinetto, Décio Karam, Fernando Stornilo Adegas	
Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas em plantio direto.....	85
Fernando Storniolo Adegas, Elemar Voll, Dionísio Luiz Pisa Gazziero	
Práticas culturais em pequenas propriedades voltadas ao manejo integrado de plantas daninhas	91
Christiane Augusta Diniz Melo, Lino Roberto Ferreira, Francisco Cláudio Lopes de Freitas	
Manejo de plantas daninhas em hortaliças: tomate industrial e melancia.....	103
Sidnei Douglas Cavaliere, Cleber Daniel de Goes Maciel	
Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi.....	115
Francisco Claudio Lopes de Freitas, Kaliane de Souza Silva, Cheyla Magdala de Sousa Linhares, Alex Fernandes Bondade dos Santos	
Manejo e controle de plantas infestantes em fruteiras tropicais.....	125
José Eduardo Borges de Carvalho	

CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA AGRICULTURA NO NORDESTE

Pedro Carlos Gama da Silva

Agrônomo, Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.
pedro.gama@embrapa.br

Introdução

A história econômica do Nordeste foi profundamente marcada pela agricultura. Uma breve leitura sobre a história do espaço social e produtivo da sociedade nordestina evidencia que a região foi povoada, no período colonial, com a exploração da cana-de-açúcar na faixa litorânea. A ocupação das áreas interioranas foi realizada em função da atividade pecuária, a partir das necessidades de abastecimento de animais, de trabalho e de carne para a área produtora de açúcar, que comandava a economia do País no período colonial.

Nos fins do século 18 e durante o século 19, a agricultura passa por um rápido desenvolvimento no Nordeste com o surto do algodoeiro. Essa atividade agrícola permitiu a diversificação da atividade econômica e vários rincões nordestinos tiveram um período de prosperidade. Sempre associada à pecuária, a cultura do algodoeiro desenvolveu-se numa vasta área do Sertão nordestino, proporcionando grandes modificações no quadro agrário, com a formação do complexo gado-algodão e suas combinações com as culturas alimentares.

O processo de urbanização impulsionado pela mercantilização dos produtos agrícolas, a partir da segunda metade do século 19, e a industrialização do País protagonizada pela região Sudeste, no século seguinte, iniciam um processo de mudança na dinâmica da economia nacional. As disparidades dos níveis de renda e de crescimento entre as regiões decorrentes da nova conjuntura aprofundaram as desigualdades regionais, e o ambiente econômico do Nordeste, durante várias décadas, vivenciou um lento crescimento.

A partir do final da primeira metade do século 20, um aparato institucional foi montado para apoiar a economia e planejar o desenvolvimento da região. Com criação da Superintendência do Vale do São Francisco (Suvale) - depois Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) -, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), entre outras instituições, a realidade da região e a sua estrutura produtiva começaram a mudar. Mas, é a partir dos anos 1970 que ocorre uma forte vinculação do crescimento da região às determinações e necessidades mais gerais da expansão capitalista em âmbito nacional, definindo um novo modelo de crescimento e de desenvolvimento da região. As consequências dessa integração à economia nacional foram as mais diversas e complexas.

O processo de industrialização incentivado pela Sudene favoreceu o aparecimento e a expansão de numerosas atividades e imprimiu um forte dinamismo à economia nordestina. Projetam-se diversos polos industriais e de serviços (petroquímicos, minero-metalúrgico, metalomecânicos, têxteis e de confecção, turísticos e tecnológicos) e áreas modernas de agricultura em diversos estados. Embalados no processo de modernização da agricultura brasileira, com apoio dos financiamentos e incentivos proporcionados pelo Estado, diversos segmentos da agropecuária com alto padrão tecnológico tomam impulso, entre os quais os polos de agricultura irrigada, as áreas de agricultura de grãos dos Cerrados, as áreas de pecuária intensiva e as bacias de produção leiteira espalhadas em todo o Nordeste.

Agricultura no novo padrão de crescimento regional nordestino

Nos últimos 40 anos, setores tradicionais e novos segmentos do agronegócio vêm apresentando dinamismo com boa inserção nos mercados nacional e internacional. O algodão, depois de um longo período de crise, torna-se, novamente, uma cultura de expressão no Nordeste, expandindo-se pelos Cerrados da Bahia, Piauí e Maranhão, devolvendo à região a condição de segunda maior produtora de algodão do País. O Estado de Sergipe figura como o segundo maior produtor de laranja.

As áreas tradicionais de cultivo da cana-de-açúcar passam por um processo de reestruturação e aperfeiçoamento da sua matriz produtiva, com a modernização do setor sucroalcooleiro. A valorização internacional das commodities impulsionou as vendas externas dos produtos da pauta tradicional de exportação, tais como cacau, fumo, açúcar, entre outros, e ampliou a participação de produtos dos novos setores agrícolas do Nordeste, entre os quais se destacam: frutas tropicais, uva e soja. Esta última superando, em área cultivada, a tradicional cana-de-açúcar.

No Semiárido nordestino, a crise do algodão, a partir dos anos 1980, de um lado, provocou o desmantelamento do complexo gado-algodão-culturas de subsistência e contribuiu para pressão demográfica, migrações e elevação dos níveis de pobreza da população na região. Por outro lado, favoreceu o processo de reestruturação produtiva em diversas áreas do interior nordestino, inclusive com o fortalecimento dos arranjos produtivos tradicionais em torno dos derivados da produção pecuária (queijo, carne de sol, entre outros) e valorização da biodiversidade (frutas nativas e mel). Vários arranjos produtivos foram estruturados em torno das atividades agropecuárias, com destaque para cajucultura, bovinocultura leiteira, caprino-ovinocultura e agricultura irrigada. A última concentrada em vários subespaços do Semiárido favorecidos pela rede de infraestrutura hídrica.

Empreendimentos com plantios comerciais de frutas foram implantados nos polos de agricultura irrigada espalhados pelo Semiárido, entre os quais se sobressaem o de Petrolina/Juazeiro, nos estados de Pernambuco e Bahia, e do Vale do Açu, no Rio Grande do Norte, pelo alto padrão tecnológico de produção e forte inserção no mercado internacional. A fruticultura é relevante por se tratar de uma atividade que envolve um número significativo de pequenos empreendimentos, seja pela participação de um grande contingente de pequenos produtores, seja pelo expressivo número de ocupações geradas na dinâmica de serviços ao longo da cadeia de produção.

O avanço da fronteira agrícola nas áreas dos Cerrados da Bahia, Piauí e Maranhão culminou com áreas virtuosas da moderna agricultura para produção de grãos e fibras e despontou como importante vetor do crescimento econômico no interior nordestino. Porém, tem sido incapaz de promover uma reestruturação produtiva com a inclusão da agricultura de pequeno porte de base familiar.

Todo esse processo de diversificação produtiva com seus encadeamentos a montante e a jusante criam oportunidades de ocupações em atividades não agrícolas e isso contribuiu para que as famílias pudessem diversificar suas fontes de renda e, assim, reduzir a situação de pobreza no Nordeste. Instauram-se, assim, uma nova lógica econômica em torno das atividades produtivas e uma nova racionalidade sobre a vida rural, com reflexos positivos para o desenvolvimento da região.

Cenário atual da agricultura nordestina

A agricultura nordestina enfrenta o paradoxo de um forte dinamismo em diversos segmentos e o declínio da sua participação no produto interno bruto (PIB) da economia regional e nacional. A região, com 28% da população nacional, detém apenas 13% do PIB. O setor que possui 46,5% da população economicamente ativa (PEA) agrícola nacional, responde por somente 14% do valor da produção (IBGE, 2012). Conforme Carvalho (2012), no período de 1969-2007, as atividades agropecuárias do Nordeste cresceram a uma taxa de apenas 0,63% ao ano e a participação dessas atividades no PIB da região é decrescente, passando, no mesmo período, de 35,8% para 7,6%. Entre 2000 e 2011, o crescimento da economia do Nordeste ampliou em 4,1 milhões o número de novos contratos formais de trabalho, entretanto, a participação da agropecuária foi pífia, respondendo, nesse último ano, por apenas 2,9% dos empregos formais.

Os espaços de dinamismo econômico contrastam com imensas áreas atrasadas onde o processo de modernização é restrito e seletivo. As diferenciações existentes na própria região Nordeste realçam os novos subespaços dinâmicos, mas ainda conservam a rigidez das velhas estruturas econômico-sociais. A pobreza continua a ser uma das marcas mais importantes da área rural do Nordeste, quando vista no contexto nacional. Conforme Araújo (1995), esse é um traço antigo que o dinamismo econômico das últimas décadas não conseguiu alterar significativamente. Configuram-se, assim, grandes desigualdades e disparidades na própria região.

A diminuição relativa da população rural e o crescimento de cidades de todos os portes são outras evidências da perda de importância das atividades agropecuárias do Nordeste. A urbanização nordestina, que desde 1980 incorporou mais da metade da população regional, hoje representa 73% de seus habitantes. No entanto, apesar desse novo perfil, a população de 14,2 milhões de pessoas que vivem no campo continua significativa, representando quase metade dos 31 milhões de habitantes da área rural brasileira.

No meio rural da região, configura-se o que Buainain et al. (2013) têm denominado de “desenvolvimento bifronte”, no qual convive um lado alvissareiro de crescimento rápido da produção agropecuária ancorado em taxas elevadas de produtividade com um lado socialmente negativo, senão perverso, de seletividade social. De acordo com esses autores,

a dinâmica econômica concentra a produção cada vez mais e, de outro lado, aprofunda a diferenciação social, promovendo intensa seletividade entre os produtores rurais. Em nenhum outro momento da história agrária os estabelecimentos rurais de menor porte econômico estiveram tão próximos da fronteira da marginalização.

Na perspectiva do desenvolvimento agrícola regional, os dados revelam uma situação preocupante. Nas áreas rurais do Nordeste, os pequenos produtores não logram gerar renda suficiente para sobreviver da agricultura. Conforme assinalam Navarro e Campos (2013), de um lado, a exacerbada concorrência comercial das outras regiões agrícolas, assim como a dos estabelecimentos de maior escala e intensificação tecnológica, gradualmente, ocupa os mercados de alimentos e dos produtos de origem agropecuária e, lentamente, vem encurralando a maioria dos estabelecimentos rurais mais pobres, cuja renda bruta atinge, no máximo, dois salários-mínimos mensais. Por outro lado, para o grande conjunto de produtores rurais pobres, a “via não agrícola” não tem representado uma verdadeira saída. De acordo com Buainain e Garcia (2013), nas regiões mais pobres, como o Nordeste, a pluriatividade, que é muito importante como complementação da renda, assume mais o papel de “válvula de escape” e de fuga do que de uma alternativa virtuosa para superar a pobreza e viabilizar os estabelecimentos agropecuários.

Atualmente são executados inúmeros programas que priorizam a equidade social por meio de políticas sociais de educação e saúde, combinadas com a massificação de programas de apoio à agricultura familiar, a exemplo do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), Seguro Safra e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), cujas linhas de crédito e transferências alcançam praticamente todos os segmentos de produtores familiares, inclusive aqueles em condições econômico-financeiras menos favorecidas. Esses programas objetivam criar um tecido social mais dinâmico e, portanto, com maior possibilidade de enfrentamento às adversidades climáticas e econômicas.

A rede de seguridade social formada pela previdência e os programas de transferências diretas de renda, como o Bolsa Família, têm atuado como o principal “colchão amortecedor” de empobrecimento da população do Nordeste decorrente, principalmente, da crescente inviabilidade econômica dos estabelecimentos rurais de menor porte. O processo de reestruturação produtiva no campo, com o estabelecimento de diversos arranjos produtivos espalhados em toda a região, não tem conseguido reverter esse quadro.

Essa é uma perspectiva que se apresenta e deve ser considerada, principalmente pelas instituições de pesquisa na análise do desenvolvimento agrícola, assim como pelas autoridades competentes na criação de políticas para o desenvolvimento rural do Nordeste.

Perspectivas para agricultura do Nordeste

A atuação do homem sobre o meio e o clima são fatores importantes que devem ser considerados para o desenvolvimento da agricultura no Nordeste, principalmente, levando-se em consideração a sua área semiárida, que corresponde a 63% de sua área territorial e detém 83% das pessoas ocupadas nas atividades agropecuárias da região. Com uma realidade complexa, notadamente no que diz respeito à relativa escassez de recursos naturais, o Semiárido nordestino ainda convive com a ocorrência das secas estacionais e periódicas que determinam o sucesso (ou não) das atividades agrícolas e pecuárias e, conseqüentemente, a sobrevivência das famílias. Nesse contexto, vários cenários apresentam-se desafiadores para as instituições de pesquisa e desenvolvimento voltadas para a região.

Estudos recentes, coordenados pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, sobre as projeções dos impactos do aquecimento global no Brasil revelam que haverá elevação nas temperaturas do País no decorrer do século e redução das chuvas no Nordeste. As projeções indicam, ainda, secas mais prolongadas no Semiárido nordestino. No final do século (2070 a 2100), esse ecossistema estará significativamente mais quente (aumento de 3,5 °C a 4,5 °C), com diminuição de quase metade das chuvas (40% a 50%) e agravamento do déficit hídrico. Essas mudanças podem desencadear o processo de desertificação de grande parte do Nordeste. Até mesmo parte nordestina da Mata Atlântica terá a temperatura elevada (entre 2 °C e 3 °C) e redução dos índices pluviométricos (entre 20% e 25%) já em meados do século (AMBRIZZI, et al., 2012).

Para uma região onde a demanda hídrica geralmente excede o suprimento, em decorrência da irregularidade das chuvas aliada à ocorrência de elevadas temperaturas, a escassez de água no Nordeste poderá ser agravada caso se confirme os cenários globais das alterações climáticas. A elevação da temperatura poderá implicar no deslocamento das explorações agropecuárias para outras regiões de clima mais ameno. A redução da disponibilidade hídrica poderá restringir a expansão da irrigação na região. A produção de alimentos e a segurança alimentar da população e dos animais poderão ser comprometidas.

Tecnologias e conhecimentos disponibilizados pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), coordenado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa),

contribuíram para a promoção do desenvolvimento agrícola e afirmação de seus segmentos mais dinâmicos na região Nordeste. O grande desafio que é colocado atualmente para pesquisa agropecuária é como contribuir para o desenvolvimento da região com toda sua heterogeneidade estrutural, considerando os cenários de adversidades que colocam em risco a produção agropecuária da região e impedem a inclusão econômica e social de grande parte da população rural do Nordeste.

Com as ações focadas para o desenvolvimento agrícola, a Embrapa sempre concentrou os esforços na produção agropecuária e nos seus aspectos tecnológicos, sem contemplar o mundo real dos grupos sociais e da sociedade. Entende-se que, para definir com melhor clareza os desafios que atualmente estão postos para a Embrapa e outras instituições de P&D voltadas para o mundo rural nordestino, é necessário, antes de tudo, entender o desenvolvimento agrário da região nos últimos 40 anos.

Os processos de modernização agrícola, industrialização e urbanização que caracterizaram o padrão de crescimento regional nas últimas décadas devem contemporizar com o conceito de desenvolvimento rural preconizado pela 2ª Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário, o qual está associado à ideia de criação de capacidades técnicas, humanas, políticas, culturais, entre outras, que permitam as populações rurais agirem para melhorar as suas condições de vida (BRASIL, 2013). A ampliação do acesso ao conhecimento e as informações geradas pela pesquisa podem tornar as populações menos vulneráveis às adversidades de ordem econômica, social e ambiental. Como instituição pública cabe à Embrapa realçar o papel social da pesquisa, contribuindo, efetivamente, para uma política de desenvolvimento rural regional.

Considerações finais

Historicamente, a economia do Nordeste foi assentada na agropecuária. A cana-de-açúcar, a pecuária, o algodão, o sisal, o milho, o feijão, entre outras culturas, desde o período colonial contribuíram para estruturar a economia da região e o complexo agroexportador nordestino.

O processo de integração da região à dinâmica da economia nacional e a crise que se abateu em segmentos importantes da agricultura regional promoveram uma reestruturação produtiva da região, com a instauração de uma nova lógica econômica e uma nova racionalidade sobre a vida rural.

Diversos segmentos da agropecuária com alto padrão tecnológico tomam impulso no Nordeste, onde são configuradas verdadeiras ilhas de dinamismo econômico que passaram a contrastar com grandes áreas agrícolas atrasadas. Esse processo de diferenciação contribuiu para ampliar as desigualdades e as disparidades econômicas e sociais na região, e a pobreza continua persistindo na área rural do Nordeste.

A vulnerabilidade econômica e social da região pode ser agravada ainda mais diante dos cenários globais das alterações climáticas e de concorrência econômica com outras regiões. A pesquisa agropecuária tem o desafio de contribuir para o desenvolvimento do Nordeste; para tanto, deve considerar os cenários de adversidades que colocam em risco a produção agropecuária da região e impedem a inclusão econômica e social de grande parte da população rural do Nordeste. Nesse contexto a pesquisa agropecuária deve ampliar seu escopo de ação, contribuindo não apenas para o desenvolvimento agrícola, mas, também, para o desenvolvimento rural, considerando que a área rural não é apenas um espaço de produção e de atividades econômicas, mas um espaço de vida das populações e de relações com a natureza.

Referências

AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M.; DIAS, P. L. S.; WAINER, I.; ARTAXO, P.; MARENGO, J.A. **Painel brasileiro de mudanças climáticas**: sumário executivo. Rio de Janeiro: PBMC, 2012. v.1, 34p.

ARAÚJO, T. B. de. Nordeste, nordestes: que nordeste? In: AFFONSO, R. de B. A.; SILVA, P. L. B. **Federalismo no Brasil**: desigualdades regionais e desenvolvimento. São Paulo: FUNDAP/UNESP, 1995.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Documento referência para a 2. Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário**. Brasília, DF, 2013. 70p.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 22, n. 4, p.105-137, jun. 2013.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J.R. Os pequenos produtores rurais mais pobres ainda tem alguma chance como agricultores?. In: CAMPOS, S.K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível?. Brasília, DF: CGEE, 2013. p. 29-70.

CARVALHO, O. As secas e seus impactos. In: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, Brasília, DF. **A questão da água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE; ANA, 2012. p. 45-99.

IBGE, Rio de Janeiro. **Conta regionais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2010/default_pdf.shtm>. Acesso em: 20 ago. 2013.

NAVARRO, Z. ; CAMPOS, S. K. A “pequena produção rural” no Brasil. In: CAMPOS, S.K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível?. Brasília, DF : CGEE, 2013. p.15-29.

DESTRUIÇÃO DOS RESTOS CULTURAIS DO ALGODOEIRO

Valdinei Sofiatti¹, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva¹, Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira¹ e Fernando Mendes Lamas²

¹ Pesquisador da Embrapa Algodão; ² Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste

1 Introdução

A destruição dos restos culturais do algodoeiro após a colheita é uma prática recomendada como medida profilática, de forma a reduzir a população de pragas, especialmente do bicudo, da lagarta-rosada e da broca-da-raiz, que permanecem alojadas nos restos culturais ou se desenvolvem nas plantas rebrotadas (CARVALHO, 2001; PEÑA, 2003; VIEIRA et al., 1999). Estudos realizados constataram que essa prática possibilita a redução de mais de 70% da população de insetos em quiescência, os quais sobreviveriam no período de entressafra e, conseqüentemente, infestariam a cultura precocemente na safra seguinte (SOARES et al., 1994). Esse procedimento também é válido para as doenças ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*), mancha-angular (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*) e doença-azul (*Cotton leafroll dwarf virus*), que ocorrem na cultura do algodão e comprometem a produção e a produtividade brasileira (SILVA et al., 2006).

Tal é a importância dessa medida que o produtor precisa destruir os restos culturais do algodão, não só em benefício próprio, mas também em benefício das lavouras vizinhas, tornando essa prática obrigatória por lei. No que concerne a isso, existem, na maioria dos estados brasileiros produtores de algodão, leis que regulamentam a obrigatoriedade dessa prática. Caso o agricultor não destrua os restos culturais do algodoeiro após a colheita, ele poderá sofrer penalidades, como multa e isenção de incentivos fiscais, por ocasião da comercialização da fibra (VIEIRA et al., 1999). Por isso, vários autores recomendam que, após a destruição dos restos culturais, essas áreas permaneçam por, pelo menos, 70 dias isentas de restos culturais de algodão, como forma de eliminar a fonte de sobrevivência para as pragas, sobretudo o bicudo-do-algodoeiro (MELHORANÇA, 2003a).

Os principais métodos de destruição dos restos culturais são o cultural, químico e mecânico, bem como a integração de métodos, sendo os mesmos descritos a seguir.

2 Método cultural

O algodoeiro é uma planta que apresenta a rota metabólica típica de plantas C3, com elevada taxa de fotorrespiração e alto ponto de compensação de CO₂, sendo extremamente sensível à falta de luminosidade. Isso indica que o cultivo de espécies vegetais logo após a roçada poderá constituir-se em importante método de controle da rebrota, tendo-se em vista a importância da taxa fotossintética para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Assim, em regiões onde é possível cultivar outra espécie, após o cultivo do algodoeiro, principalmente aquelas de rápido desenvolvimento inicial e em espaçamentos reduzidos entre fileiras, o controle da rebrota será facilitado. A rotação de culturas é uma prática que, além de ter outras tantas vantagens, auxilia no controle da rebrota do algodoeiro. Recomenda-se, após o cultivo do

algodoeiro, o da soja, que é uma espécie de crescimento inicial rápido, o que proporciona o fechamento das entrelinhas. Além disso, os herbicidas utilizados para a dessecação e para o controle de plantas daninhas na cultura da soja auxiliam no controle da rebrota, além de controlar a germinação, a emergência e o estabelecimento das plantas involuntárias de algodão (tigueras).

3 Método químico

O uso de herbicidas não seletivos ao algodoeiro é uma alternativa para a destruição dos restos culturais do algodoeiro, sendo os herbicidas 2,4-D e o glifosato isoladamente ou em mistura os princípios ativos mais utilizados. Normalmente é feita a destruição dos restos culturais da cultura do algodoeiro com roçadeira ou triturador dos restos culturais e, na sequência, quando ocorre a rebrota, é feita a aplicação desses herbicidas em uma ou em duas aplicações sequenciais. Entretanto, essa prática nem sempre apresenta boa eficiência, uma vez que, depois de algum tempo da aplicação dos herbicidas, alguns restos culturais podem emitir novos brotos (CARVALHO, 2001). Vários estudos foram desenvolvidos para identificar herbicidas e suas doses que sejam eficientes para o controle da rebrota, bem como as melhores épocas de aplicação. Alguns dos estudos são descritos a seguir.

Siqueri et al. (2003) avaliaram vários produtos aplicados em diferentes épocas, concluindo que, quando foi feita a aplicação de glifosato em pré-colheita e de 2,4-D imediatamente após a colheita, a porcentagem de rebrota aos 45 dias após a aplicação foi inferior a 5%. Segundo Norman Júnior et al. (2003), duas aplicações do herbicida 2,4-D amina - a primeira imediatamente após a roçada e a segunda, 30 dias após a roçada -, são suficientes para o controle da rebrota, com eficiência de 100%. Peña (2003), ao comparar o 2,4-D amina (960 g i.a. ha⁻¹), o glifosato (1.900 g i.a. ha⁻¹) e suas misturas não encontrou diferença significativa entre os tratamentos. Melhorança (2003b), ao estudar os produtos 2,4-D amina (806 g i.a. ha⁻¹) e glifosato (1440 g i.a. ha⁻¹), aplicados 30 dias após a roçada, constatou eficiência no controle da rebrota de 25% para o glifosato, de 90% para o 2,4-D e de 94% para a mistura dos dois produtos, em uma avaliação realizada 45 dias após a aplicação dos tratamentos. Melo et al. (2003), ao avaliar a eficiência de vários herbicidas no controle da rebrota do algodoeiro, concluíram que tanto o 2,4-D (1.209 g i.a. ha⁻¹) como o glifosato (1.440 g i.a. ha⁻¹) são eficientes no controle da rebrota. Andrade Junior e Vilela (2010), em trabalhos realizados em duas fazendas do Mato Grosso, verificaram que a aplicação de 2,4-D + glifosato (1.612 + 1.585 g i.a. ha⁻¹ por aplicação) e de 2,4-D + glifosato (1.612 + 792,5 g i.a. ha⁻¹ por aplicação), em duas aplicações espaçadas de 30 dias, proporcionou controle de 100% da rebrota, atendendo à norma de vazão sanitário daquele estado. Esses autores também verificaram que a aplicação de 2,4-D + glufosinato de amônia (806 + 200 g i.a. ha⁻¹ por aplicação), em duas aplicações espaçadas de 30 dias, proporcionou porcentagens de rebrote inferiores a 5. Com relação ao momento para a aplicação de herbicidas, para o controle da rebrota, Carvalho (2001) comenta que estes só devem ser aplicados quando a rebrota apresentar área foliar capaz de absorver o herbicida aplicado. Entretanto, alguns produtores têm feito a aplicação imediatamente após a roçada, visando à absorção do herbicida na lesão ocasionada pelo corte da planta.

Os trabalhos relatados anteriormente foram realizados com cultivares de algodoeiro que não apresentavam tolerância a herbicidas não seletivos via transgenia e, portanto, o uso desses herbicidas não terá o mesmo efeito em cultivares tolerantes ao glifosato e ao glufosinato de amônio. Embora não haja relatos de trabalhos disponíveis na literatura com destruição química dos restos culturais de cultivares transgênicos de algodoeiro, os resultados obtidos nos experimentos feitos com algodão convencional permitem inferir que as melhores estratégias de destruição química dos restos culturais de lavouras, com cultivares tolerantes ao glufosinato

de amônio (Algodão LibertyLink®), são aquelas que utilizam a mistura de 2,4-D + glifosato. No caso da destruição química dos restos culturais de lavouras com cultivares tolerantes ao glifosato (Algodão Roundup Ready®), os melhores resultados têm sido observados com uma aplicação de 2,4-D amina, e quando ocorrem novas rebrotas são aplicadas uma ou até duas aplicações sequenciais de paraquat e carfentrazona. Entretanto, a eficiência desses herbicidas em destruir os restos culturais do algodoeiro Roundup Ready® ainda é baixa, variando bastante de um ano para outro.

4 Métodos mecânicos

Nos métodos mecânicos são apresentadas e descritas as características técnicas e operacionais de diversos equipamentos, com ênfase em: órgãos ativos; formas de atuação no perfil do solo, para a destruição ou o corte das plantas; a profundidade de trabalho; o grau de mobilização do solo; a velocidade de trabalho; a demanda de potência e a capacidade de trabalho. Tais informações são extremamente relevantes para o produtor decidir qual equipamento melhor se adapta às suas necessidades e condições operacionais. A seguir são descritos os principais equipamentos utilizados na destruição mecânica dos restos culturais.

4.1 Roçadeira ou triturador dos restos culturais + grade aradora

A associação das operações desses equipamentos é muito utilizada pelos produtores que cultivam grandes áreas de algodão. A utilização da roçadeira ou triturador dos restos culturais é feita com o objetivo de cortar e estraçalhar, por meio dos seus órgãos ativos, a parte aérea das plantas de algodoeiro, a partir da altura de 15 cm a 20 cm, e facilitar a incorporação dos restos culturais ao solo na operação seguinte, na qual se utiliza a grade aradora que, pela ação dos seus discos, incorpora ao solo toda a vegetação existente na superfície.

A roçadeira possui uma lâmina acionada pela TDP que faz o corte da parte aérea das plantas, a fim de facilitar a atuação de outros equipamentos para destruição dos restos culturais, como é o caso da grade-aradora. Por sua vez, o triturador de restos culturais é um implemento constituído basicamente de um rotor picador destinado à trituração da parte aérea do algodoeiro, para facilitar o arranquio ou corte dos restos culturais. É acoplado ao sistema hidráulico de três pontos ou à barra de tração do trator, sendo que, quando acoplado à barra de tração, possui cilindros hidráulicos acionados pelo sistema hidráulico do trator para controle da altura de corte da soqueira do algodão e para levantar o equipamento para transporte e manobras. O sistema de facas do triturador é acionado pela TDP do trator (WATANABE, 2011a).

Essa prática é uma das mais utilizadas pelo produtor, em virtude da carência de equipamentos específicos e eficientes para o processo de destruição dos restos culturais. Entretanto, apresenta sérias limitações pelo fato de mobilizar e revolver o solo até a profundidade de 10 cm a 12 cm e, dependendo da textura e do teor de água do solo, por vezes pode necessitar de até três passadas com a grade aradora, e de outra com a niveladora, constituindo-se em uma operação exigente em potência e de custo elevado. A concepção desse equipamento, em que os discos penetram no solo por causa do peso da grade, poderá favorecer a formação de uma camada compactada logo abaixo da região de ação dos discos; além disso, os discos pulverizam em excesso o solo, deixando sua superfície desprovida de vegetação e, portanto, susceptível a processos de degradação, como a erosão eólica ou hídrica – nesse último caso, se houver intensas precipitações pluviais. Portanto, há necessidade de semear uma espécie para a cobertura do solo, de forma a protegê-lo dos processos erosivos (SILVA et al., 2006).

4.2 Arrancador de discos da marca Watanabe

Esse equipamento é acoplado ao sistema hidráulico de três pontos do trator, e seus órgãos ativos são discos lisos e côncavos que atuam aos pares (Figura 1), e que ficam desalinhados sobre a fileira do algodoeiro, na profundidade de 8 cm a 15 cm. Apresenta alta eficiência de arranquio das plantas previamente roçadas, e seu efeito sobre a superfície do solo consiste na formação de sulcos e camaleões (Figura 2). A regulagem da profundidade é feita pelo sistema hidráulico do trator (SILVA et al., 2006).

Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Figura 1. Arrancador de discos acoplado ao hidráulico do trator.



Foto: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva

Figura 2. Efeito do trabalho do arrancador de discos Watanabe.

4.3 Arrancador de discos pantográfico Watanabe

Esse equipamento pode ser acoplado ao sistema hidráulico três pontos, ou à barra de tração, quando o modelo é de arraste. Os modelos de 4, 5 e 6 linhas trabalham acoplados ao terceiro ponto do trator, enquanto os modelos de 10, 12 e 14 linhas são de arraste e acoplados à barra de tração do trator (Figuras 7 e 8). O arranquio das plantas ocorre por meio da ação de dois discos que trabalham emparelhados, um de cada lado da fileira do algodoeiro, em posição diagonal e inclinados em relação às plantas. A ação dos discos, em profundidade, arranca as plantas do algodoeiro. A penetração dos discos é facilitada pelo sistema pantográfico, que permite acompanhar as irregularidades do terreno. O equipamento possui como opção o uso de pequenas grades niveladoras na parte traseira, dotadas de discos côncavos e dentados que nivelam o solo movimentado pelos discos que fazem o arranquio dos restos culturais (WATANABE, 2011b).

5 Métodos integrados

Nenhum dos métodos de destruição dos restos culturais do algodoeiro, quando praticados de forma isolada, é suficientemente eficiente. Assim, a destruição dos restos culturais do algodoeiro tem de ser feita por meio da integração dos métodos mecânico (roçadeira, triturador de restos culturais ou equipamento de destruição), químico (herbicidas) e cultural (cultivo de espécies que vão dificultar ou até mesmo impedir o crescimento do algodoeiro). Dessa forma, é possível fazer uma eficiente destruição dos restos culturais, o que é indispensável quando se objetiva uma cultura praticada em base sustentável.

Referências

- ANDRADE JUNIOR, E. R.; VILELA, P. M. C. A. Seleção de herbicidas para destruição química de soqueira do algodoeiro em Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2010. p. 21579-1583.
- CARVALHO, L. H. Destruição de soqueira de algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campo Grande. **Resumo...** Campina Grande, 2001. p. 95-99.
- MELHORANÇA, A. L. Avaliação de diferentes métodos mecânicos na eliminação dos restos culturais do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande, 2003a. 1 CD-ROM.
- MELHORANÇA, A. L. Destruição química dos restos culturais do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande, 2003b. 1 CD-ROM.
- MELO, F. L. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; KUBIAK, D. M. Manejo químico da rebrota do algodoeiro no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande, 2003. 1 CD-ROM.
- NORMAN JUNIOR, J. W.; GREENBERG, S.; SPARKS JUNIOR, A. N.; STICHLER, G. Termination of cotton stalks with herbicides in the lower Rio Grande Valley of Texas. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2003, Nashville. **Proceedings...** Memphis, 2003. p. 1540-1544.
- PEÑA, J. de J. C. Destrucción de socas de algodón (*Gossypium hirsutum*) em un sistema de siembra directa por médios mecânicos y químicos en el Valle Del Cauca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia, **Anais...** Campina Grande, 2003. 1 CD-ROM.
- SILVA, O. R. R. F. da; FERREIRA, A. C. de B.; LAMAS, F. M.; FONSECA, R. G. da; BELTRÃO, N. E. de M. **Destruição dos restos culturais, colheita e beneficiamento do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 99).
- SIQUERI, F. V.; MARTIN, J.; GUEDES, H. C. Avaliação de herbicidas para destruição química de soqueiras do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 1 CD-ROM.
- SOARES, J. J.; BUSOLI, A. C.; YAMAMOTO, P. T.; BRAGA SOBRINHO, R. Efeito de práticas culturais de pós-colheita sobre populações do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman, 1843. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 3, p. 375-379, jul. 1994.
- VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B. da; AZEVÊDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. SILVA, O. R. R. F. da. Destruição dos restos culturais. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Coord.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, DF : Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v. 2, p. 603-615.
- WATANABE. **Arrancador de soqueira de algodão pantográfico**. 2011a. Disponível em: <<http://www.watanabe.com.br>>. Acesso em: 14 fev. 2011.
- WATANABE. **Triturador de soqueira de algodão**. 2011b. Disponível em: <<http://www.watanabe.com.br>>. Acesso em: 14 fev. 2011.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE

Siumar Pedro Tironi¹ e Renan Cantalice de Souza²

¹Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, BR 104, Km 85, Norte, CEP 57100-000, Rio Largo-AL, Brasil. E-mail: siumar.tironi@gmail.com; ²Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, BR 104, Km 85, Norte, CEP 57100-000, Rio Largo-AL, Brasil. E-mail: renanibp@hotmail.com

1 Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) foi introduzida no Brasil em 1553, inicialmente na região Nordeste, local em que a cultura se adaptou e vem sendo cultivada desde então. Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com área cultivada de, aproximadamente, 8.485.000 de hectares (CONAB, 2013).

O setor sucroalcooleiro possui grande valor econômico e social, tendo como principal subproduto o açúcar e o etanol. A região Nordeste do País encontra-se em terceiro lugar no ranking da produção de cana-de-açúcar no Brasil, sendo sobrepujado apenas pelas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Nessa região, o Estado de Alagoas destaca-se como maior produtor, com produção estimada de 29.835.900 toneladas de cana-de-açúcar na safra de 2011/2012, apresentando crescimento de mais de 17% em dez anos (CONAB, 2013).

Por causa do aumento da demanda pelos produtos derivados da cana-de-açúcar, há necessidade de aumento da produção da cultura. Com a tendência de redução das áreas com queima da cultura para colheita, haverá redução da área cultivada, pela dificuldade da colheita mecanizada em áreas de topografia acidentada. Desse modo, deve-se investir em aumento da produtividade nas áreas cultivadas com a cultura, que, apesar da tradição no cultivo da cana-de-açúcar, a região Nordeste apresenta produtividade média baixa de, aproximadamente, 48,9 t ha⁻¹, quando comparada com a produtividade média nacional, de aproximadamente 69,4 t ha⁻¹ na última safra. Produtividades que ficam aquém do potencial produtivo da cultura, considerando os resultados de pesquisa.

A produtividade da cana-de-açúcar pode ser limitada por vários fatores, sendo eles de ordem biótica e abiótica. Um dos fatores bióticos de maior incidência nos canaviais são as plantas daninhas, essas que podem limitar de forma significativa a produtividade da cultura (PROCÓPIO et al., 2010).

Para a maximização da produtividade, deve ser realizado o manejo das espécies daninhas presentes nas lavouras de cana-de-açúcar, essas que podem causar interferência direta na cultura, principalmente pela competição pelos recursos limitados no meio, tais como água, luz, nutrientes e espaço. Essas plantas podem interferir negativamente na quantidade e qualidade do produto, dificultando a colheita e reduzindo a longevidade do canavial (KUYA et al., 2003; NEGRISOLI et al., 2004).

As plantas daninhas, principalmente da família Poaceae, também podem causar danos indiretos à cana-de-açúcar, por serem hospedeiras de pragas e doenças da cultura. Algumas espécies podem causar interferência negativa por liberar substâncias químicas no meio, com capacidade de inibir processos bioquímicos ou biofísicos na cultura, fenômeno conhecido como "alelopatia" (SILVA; SILVA, 2007). Além dos danos causados na produtividade da cultura, algumas espécies daninhas, sobretudo aquelas com hábito trepador, podem dificultar a

colheita mecanizada da cana-de-açúcar, pois as mesmas se entrelaçam nos colmos, causando entupimento das colhedoras e aumentando as perdas de colmos por tombamento.

O manejo das plantas daninhas nos canaviais é uma prática obrigatória, pois geralmente as espécies daninhas se estabelecem em populações que causam dano para a cultura. O método mais utilizado para o controle das plantas daninhas em canaviais é o químico, com uso de herbicidas, por causa das grandes áreas de cultivo, da eficiência e do alto rendimento aliado ao baixo custo em relação a outros métodos de controle (PROCÓPIO et al., 2010).

De modo geral, os herbicidas mais utilizados para a cultura da cana-de-açúcar possuem elevada persistência no solo, com a capacidade de controlar as espécies daninhas que emergem na área durante longo período, isso porque a cultura deve permanecer livre da interferência dessas plantas por longo período (KUVA et al., 2003). No entanto, alguns desses herbicidas podem ser lixiviados (MONQUERO et al., 2008; QUEIROZ et al., 2009), o que eleva o potencial de contaminação do solo e das águas, promovendo o desequilíbrio das populações de microrganismos nesses ambientes, tais como a associação entre o sistema radicular da cultura e os fungos micorrízicos (REIS et al., 2009).

Além da contaminação ambiental, os herbicidas podem causar danos na própria cultura, com a intoxicação da mesma, o que pode prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas (FERREIRA et al., 2005); em alguns casos podem interferir não somente na produtividade de colmos, mas também na qualidade da matéria-prima (GALON et al., 2009).

Desse modo, para o sucesso do controle químico das plantas daninhas, devem-se levar em consideração vários fatores, tais como: espécies e densidade de plantas daninhas presentes, textura do solo, época de aplicação, condições climáticas, entre outros fatores, sempre optando pela melhor prática de controle, visando à minimização dos danos causados pelas plantas daninhas na cultura.

2 Principais espécies daninhas

Várias espécies de plantas daninhas são comumente encontradas em lavouras de cana-de-açúcar na região Nordeste do Brasil (Tabela 1); as espécies mais importantes podem variar dependendo das condições edafoclimáticas e de manejo adotado na cultura. Desse modo, o manejo das plantas daninhas deve ser planejado e executado seguindo as características de cada local.

Tabela 1. Principais espécies daninhas presentes em canaviais no Estado de Alagoas.

Família	Nome científico	Nome vulgar
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> spp.	Corda-de-viola
	<i>Merremia aegyptia</i>	Jitirana
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melão-de-são-caetano
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Capim-alho
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Burra leiteira
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i>	Capim-fino
	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda,
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	milhã
	<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião, sempre-verde
	<i>Digitaria</i> spp.	Capim-de-roça, capim-colchão
	<i>Paspalum maritimum</i>	Capim-gengibre
	<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha
	<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária
Malphiaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Mão-de-sapo
	<i>Stigmaphylon blanchetii</i>	Rabo-de-rato
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Joá

Percebe-se que, de forma geral, as espécies daninhas mais encontradas nas lavouras de cana-de-açúcar pertencem à família Poaceae, mesma família botânica que a cana-de-açúcar. Essas espécies, em sua maioria, possuem metabolismo fotossintético C_4 , plantas bem-adaptadas a condições de deficiência hídrica, elevadas temperatura e irradiação, condições comuns nos canaviais da região Nordeste do Brasil.

No ecossistema de cana crua, em que há acúmulo de palha na superfície do solo, as espécies daninhas mais comumente encontradas se distinguem daquelas existentes em sistema de cana queimada. Kuva et al. (2007) observaram, em área de colheita de cana crua, que a espécie daninha mais importante foi *Cyperus rotundus* (tiririca), destacando-se, também, espécies dicotiledôneas anuais de propagação por sementes, dentre as quais espécies das famílias Euphorbiaceae e Convolvulaceae.

As espécies dicotiledôneas que se adaptam em área de cana crua possuem sementes com grande vigor, em que as plântulas conseguem emergir mesmo com camada de 15 t ha^{-1} de palha de cana-de-açúcar, como é o caso das espécies *Ipomoea quamoclit* e *Merremia cissoides* (AZANIA et al., 2002). Essas espécies podem emergir mesmo em ambiente sombreado, mesmo no final do ciclo da cultura, e desenvolver-se utilizando a cultura como suporte, enrolando-se nos colmos e assim dificultando a prática de colheita mecanizada.

Algumas espécies daninhas apresentam grande importância para a cultura da cana-de-açúcar somente na região Nordeste, tais como *Merremia aegyptia* (Figura 1), *Momordica charantia* (Figura 2), *Paspalum maritimum* (Figura 3) e *Dactyloctenium aegyptium* (Figura 4).

Foto: Siumar Pedro Trioni



Figura 1. Jitirana (*Merremia aegyptia*).

Fotos: Jakeline Maria dos Santos



Figura 2. Melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*).

Foto: Siomar Pedro Tironi

Figura 3. Capim-gengibre (*Paspalum maritimum*).

Fotos: Jakeline Maria dos Santos

Figura 4. Capim-mão-de-sapo (*Dactyloctenium aegyptium*).

3 Interferência de plantas daninhas em cana-de-açúcar

Para o sucesso do manejo das plantas daninhas nos canaviais, devem-se conhecer os danos causados por essas espécies e quais as práticas de manejo que elevam a habilidade competitiva da cultura. Em ecossistemas agrícolas, a cultura e as plantas daninhas possuem suas demandas por água, luz, nutrientes, espaço, CO₂ entre outros recursos do ambiente, sendo que, a maioria das vezes, um ou mais desses recursos estão disponíveis em quantidade insuficiente para a cultura e a comunidade daninha, estabelecendo-se a competição. Outras formas de interferência ocasionada por plantas daninhas são a produção e liberação de substâncias com efeito alelopático, que podem limitar o desenvolvimento da cultura (RADOSEVICH et al., 1997).

As plantas daninhas são responsáveis por grande limitação de produtividade da cultura cana-de-açúcar, principalmente na fase inicial de desenvolvimento, pois o crescimento inicial da cultura é lento e, geralmente, são plantadas em linhas muito espaçadas, o que torna longo o período em que o canavial deve permanecer livre da convivência com as plantas daninhas. Esse período é variável, dependendo de algumas condições, que pode chegar até, aproximadamente, 180 dias após a emergência da cultura (KUVA et al., 2000, 2003; PROCÓPIO et al., 2010).

O período de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pode variar muito em virtude dos fatores edafoclimáticos, época de plantio, espécies e populações de plantas daninhas presentes, cultivares de cana-de-açúcar, entre outros fatores relacionados ao ambiente e manejo da cultura. Durante o ciclo da cultura, geralmente, são encontrados três períodos distintos da relação entre a comunidade daninha e a cultura. O Período Anterior a Interferência (PAI) é caracterizado como o período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra interferência significativa na produtividade da mesma (SILVA; SILVA, 2007).

O PAI para a cultura da cana-de-açúcar é longo, pode variar de 50 a 76 dias após o plantio, dependendo das espécies daninhas presentes na área (KUVA et al., 2000, 2003). Esse período é longo porque os brotos da cultura, no início do desenvolvimento, fazem uso das reservas do colmo utilizado no plantio, sem sofrer interferência pela competição com as espécies daninhas. No final desse período, é o momento em que se deve iniciar o controle das plantas daninhas. Sendo assim, não há necessidade da realização do controle dessas plantas desde o plantio da cultura, o que poderia reduzir o custo de controle.

O Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI) é o período, a partir do plantio, em que a cultura deve ser mantida livre das plantas daninhas para que não ocorra perda de produtividade; a partir do final desse período a convivência com as espécies daninhas não causam mais interferência negativa na produtividade da cultura. Esse período pode variar dependendo das condições de cada lavoura, no entanto, pesquisas apontam que esse período pode ficar entre 165 e 186 dias após o plantio da cultura (KUVA et al., 2001, 2003).

A diferença entre o PTPI e o PAI é denominada como o Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI); nesse período as plantas devem ser controladas para não haver perda de produtividade da cultura. Esse período pode ser longo, na maioria dos casos estudados com, aproximadamente, 100 dias (KUVA et al., 2000, 2003). Para manter essa cultura livre das plantas daninhas, sem ocorrer perdas de produtividade, são utilizados herbicidas que apresentam ação residual, com a capacidade de controlar as plantas daninhas emergidas durante todo o PTPI. Esses herbicidas geralmente são aplicados em área total, pois outros métodos de controle tradicionais, como a utilização de capina manual ou equipamentos mecânicos, exigiriam elevada frequência de operações, resultando em aumento nos custos de produção.

Apesar de as plantas daninhas que emergem após o PTPI não causarem interferência negativa na produtividade da cultura, algumas espécies trepadeiras, tais como as do gênero *Ipomoea* ou *Merremia* (cordas-de-viola), podem dificultar algumas práticas culturais, como a colheita mecanizada de cana crua. Essas espécies desenvolvem-se utilizando os colmos da cultura como suporte, entrelaçando-se aos mesmos, com isso, no momento da colheita pode ocorrer o sobrecarga no mecanismo de corte da colhedoura e elevado índice de tombamento de colmos, o que reduz a eficiência da colhedoura.

Dependendo do manejo adotado para a cultura, como o caso da colheita com queima, há maior ocorrência de plantas daninhas da família Poaceae, mesma família botânica da cana-de-açúcar. Essas espécies apresentam características muito similares à cultura, como o metabolismo fotossintético C_4 , o que tornam essas espécies muito competitivas em regiões tropicais, com grande limitação hídrica, solos de baixa fertilidade e elevadas temperaturas. As espécies de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*) são algumas das espécies mais comumente encontradas em canaviais, causando grande limitação à produtividade da cultura.

A *B. brizantha* pode causar grande redução na produtividade da cana-de-açúcar, a intensidade da interferência pode variar com o aumento da população, no entanto, os maiores efeitos ocorrem com baixas populações (Figura 5), pois essas espécies possuem grande capacidade de perfilhamento, ocupando grande espaço mesmo em baixas populações (TIRONI et al., 2013). Com o aumento da população de *B. brizantha* observa-se menor interferência na produtividade da cana-de-açúcar até a população máxima em que o aumento não mais interfere na produtividade da cultura (Figura 5), pois ocorre a competição interespecífica da espécie daninha, limitando o próprio desenvolvimento.

De acordo com Radosevich et al. (1997), à medida que ocorre o aumento da população e do desenvolvimento das plantas daninhas, sobretudo daquelas que emergem no início do ciclo da cultura, intensifica-se a competição inter e intraespecífica, de modo que as espécies mais altas e desenvolvidas tornam-se dominantes, ao passo que as menores são suprimidas ou morrem.

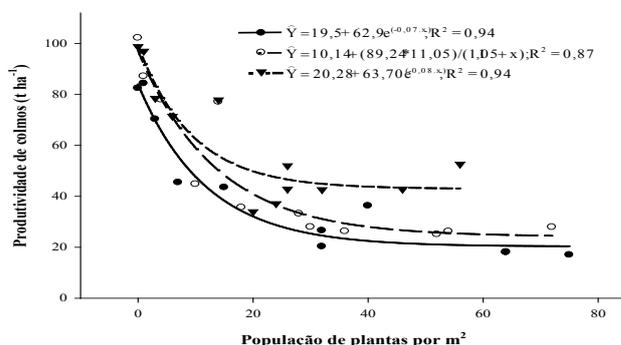


Figura 5. Produtividade de colmos ($t\ ha^{-1}$) das cultivares de cana-de-açúcar (●) RB72454, (○) RB867515 e (▼) SP801816 em competição com populações de plantas de *Brachiaria brizantha*.
Fonte: Tironi (2013).

A convivência de *B. brizantha* durante a fase inicial da cultura da cana-de-açúcar pode causar grande limitação na produtividade; essa limitação é proporcional ao acúmulo de massa seca da população da espécie daninha. O acúmulo de $3,70\ g\ m^{-2}$ pelo capim-braquiária pode proporcionar a redução de $1\ t\ ha^{-1}$ na produtividade da cultura (KUYA et al., 2003).

Mesmo com pequena população de algumas espécies de plantas daninhas, há interferência significativa na produtividade da cana-de-açúcar. No caso da *B. brizantha*, o nível de dano econômico, que é a população de plantas daninhas em que o dano econômico iguala-se ao custo de controle, é obtido por pequena população da espécie daninha (Figura 6), variando com relação ao custo de controle e cultivares de cana-de-açúcar (TIRONI, 2011).

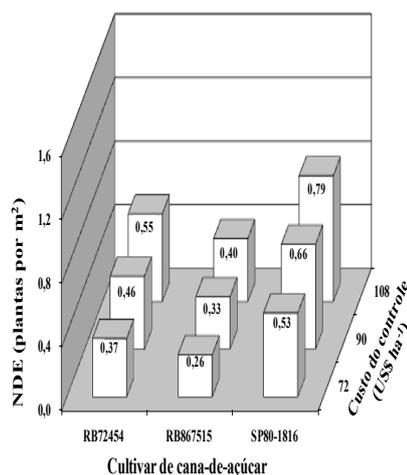


Figura 6. Nível de dano econômico de populações de *Brachiaria brizantha* para cana-planta em razão do custo e cultivares de cana-de-açúcar.
Fonte: Tironi (2013).

Pode-se observar que mesmo em baixas populações das espécies daninhas pode haver elevada interferência na produtividade de colmo da cultura, produtividade essa que está diretamente relacionada com a lucratividade do produtor. Na maioria das lavouras, quando observada baixa incidência populacional de espécies daninhas, geralmente, não são realizadas práticas de manejo para o controle, acreditando-se que o dano causado pela população não

justifique tal prática. A falta de controle das plantas daninhas, quando em baixas populações, pode viabilizar a produção de sementes e propágulos vegetativos por essas espécies e o aumento do banco de sementes do solo, causando o aumento da incidência das mesmas nas próximas safras.

Vale ressaltar que a interferência causada pela população daninha é variável dependendo da cultivar de cana-de-açúcar, pois algumas cultivares possuem maior habilidade competitiva. Quando comparadas as cultivares SP801816, RB72454 e RB867515 em competição com populações de *B. brizantha*, observou-se maior habilidade competitiva para cultivar SP801816 quando comparada as cultivares RB72454, RB867515 (TIRONI, 2011). A baixa habilidade competitiva da cultivar RB867515 foi atribuída às características de brotação inicial mais lenta e menor capacidade de perfilhamento quando comparada com a SP801816. De acordo com Fleck et al. (2003), culturas que apresentam baixa cobertura do solo permitem maior penetração de luz no dossel da comunidade e, conseqüentemente, menor competitividade com as plantas daninhas. As plantas que primeiramente se estabelecem na área apresentam vantagens competitivas em relação àquelas que se estabelecem posteriormente (PAOLINI et al., 1998).

Atualmente, com o uso da colheita de cana crua, há maior deposição de palha sobre o solo, essa que, por sua vez, forma uma barreira física para o estabelecimento das espécies daninhas, além da liberação de compostos alelopáticos. Sendo assim, em áreas de cana-de-açúcar com o sistema de colheita mecanizada de cana crua, há significativa alteração na comunidade florística, com predominância de espécies daninhas que conseguem se adaptar às novas condições. Nesses ambientes predominam as espécies de plantas daninhas do grupo das Eudicotiledôneas (folhas largas) de sementes grandes ou propagação vegetativa, cujas plântulas conseguem ultrapassar a barreira física imposta pela palha. Alguns dos gêneros que mais se destacam nesses ambientes são *Ipomoea*, *Euphorbia* e *Cyperus* (KUVA et al., 2007).

Apesar de essas espécies não apresentarem características de similaridade com a cultura, com diferentes exigências e metabolismo fotossintético (C_3), essas espécies podem causar grande interferência nas variáveis de produtividade de cana-de-açúcar, como observado em uma comunidade infestante, com predominância de *Ipomoea hederifolia*, em cana-soca, que causou a redução no número de colmos e na produtividade em 34% e 46%, respectivamente (SILVA, 2009).

As espécies daninhas que emergem no início do desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar podem causar elevada interferência negativa na cultura pela competição por luz, pois a cultura apresenta um crescimento inicial lento, principalmente nas épocas de menor irradiação. Nessas condições as espécies daninhas com metabolismo fotossintético C_3 desenvolvem-se mais rapidamente, sombreando a cultura. A cana-de-açúcar, por ser uma espécie com metabolismo C_4 , demanda de grande intensidade de irradiação e pode ter seu crescimento e desenvolvimento comprometido pela competição por luz.

Na região Nordeste do Brasil percebe-se maior interferência das espécies daninhas na cultura da cana-de-açúcar em áreas em que o terreno apresenta topografia acidentada, que geralmente apresentam baixa fertilidade e deficiência hídrica. Nesses locais há grande dificuldade na realização das práticas de manejo da cultura, tais como adubação e irrigação, práticas que melhoram o desenvolvimento da cultura e sua habilidade competitiva. Até mesmo o próprio controle das plantas daninhas é realizado de forma precária, geralmente com aplicação de herbicidas com pulverizadores manuais.

4 Controle de plantas daninhas

O controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é realizado com vários métodos, como cultural, mecânico, físico e químico. As medidas culturais estão ligadas principalmente à escolha de cultivares com alto perfilhamento e fechamento da entrelinha, proporcionando assim menor quantidade de luz para o crescimento de plantas daninhas, e também a adoção de menores espaçamentos de plantio pode resultar em menor pressão de infestação. Como medida física de controle, atualmente é utilizada a camada de palha, resultante da colheita mecanizada, que causa supressão de algumas espécies de plantas pelo próprio efeito físico da massa da palhada, impedindo que ocorra a emergência das plântulas acima da camada gerada. A camada de palha pode interferir na germinação e estabelecimento das espécies daninhas com efeitos biológicos e químicos resultantes da degradação dos resíduos.

Porém, o uso de herbicidas é o principal método usado por produtores de cana-de-açúcar para o controle das plantas daninhas, tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência inicial e tardia, empregando diversas moléculas (Tabela 2). Os herbicidas poupam trabalho e energia, por causa da redução na necessidade de tratamentos manuais e preparo mecanizado. Além disso, podem reduzir a quantidade de fertilizantes e irrigação, com a eliminação da competição (ZIMDAHL, 2007). Outro fator que proporciona grande aceitação desse método é a possibilidade de uso tanto na estação chuvosa quanto em períodos onde a umidade do solo é baixa.

Tabela 2. Principais herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar no Estado de Alagoas.

Grupo químico	Herbicida ¹	Marca comercial ²
Pós-emergentes		
Arsenicais orgânicos	MSMA	Daconate [®] , MSMA [®]
Fenoxiacéticos	2,4-D	DMA [®]
Bipiridílio	Paraquat	Paradox [®] , Gramoxone [®]
Derivados da Glicina	Glyphosate	Roundup [®] , Gliz [®] , Trop [®]
Tricetona	Mesotriona	Callisto [®]
Pré-emergentes		
Triazinona	Metribuzin	Sencor [®]
Triazolinona	Amicarbazone	Dinamic [®]
Imidazolizonas	Imazapic	Plateau [®]
Derivados de Ureia	Tebuthiuron	Combine [®] , Perflan [®]
Isoxazolidinonas	Isoxaflutole	Provence [®]

¹Principais herbicidas comercializados para a cultura da cana-de-açúcar no Estado de Alagoas (informações obtidas de empresas que comercializam herbicidas no estado); ²Exemplo de marcas comerciais.
Fonte: AGROFIT (2013).

4.1 Controle de pré-plantio

Durante essa fase ocorre a reforma do canavial e deve-se priorizar, basicamente, a redução do banco de sementes do solo, visando a menores infestações durante os ciclos de cana-soca. A principal medida para reduzir o incremento do banco de sementes de plantas daninhas é evitar a “chuva de sementes” das espécies presentes na área. Uma medida de grande impacto é a adoção de rotação de culturas como manejo cultural, onde o cultivo de adubos verdes como crotalárias (*Crotalaria* spp.) pode trazer, além dos benefícios nas características físico-químicas do solo, a redução na germinação de algumas espécies de plantas daninhas e a possibilidade de

utilizar herbicidas alternativos. Se não for possível a utilização de rotação de culturas, pode-se lançar mão de herbicidas em pré-plantio incorporado com a trifluralina, isso em áreas de preparo convencional com alta infestação de gramíneas, ou ainda a utilização de herbicidas residuais, como flumioxazina e isoxaflutole, esses em associação com glifosato durante a renovação do canavial.

4.2 Controle cana-planta

A escolha do herbicida a ser aplicado logo após o plantio vai depender de alguns fatores, tais como: espécies predominantes na área a ser tratada, seletividade das moléculas em razão do estágio de desenvolvimento da cultura e da necessidade de efeito residual. Os herbicidas pré-emergentes, com elevado período de atividade no solo, são utilizados em grande escala na cultura da cana-de-açúcar, geralmente aplicados logo após o plantio da cana-de-açúcar, antes da emergência da mesma. Esses herbicidas, dependendo da dose, podem controlar as plantas daninhas que emergem durante o PTPI da cultura, que é no início do desenvolvimento, até aproximadamente 130 dias após a emergência da cultura (KUVA et al., 2003). Esse período é variável, dependendo das condições edafoclimáticas, da cultura e da população infestante. Um dos fatores primordiais para escolha das moléculas herbicidas é o regime hídrico da região; deve-se atentar para as características físico-químicas dos herbicidas.

4.2.1 Controle em cana-soca

a) Soca com palha

Nos últimas safras a área de colheita da cana-de-açúcar sem a queima do canavial vem aumentando na região Nordeste do Brasil, isso por pressão ambiental, legislativa e social. A colheita de cana sem a prática de queima pode proporcionar vários benefícios ao agroecossistema, com maior ciclagem de nutrientes, incorporação de matéria orgânica, aumento da atividade microbiana do solo, menor erosão do solo, entre outras. Com esse tipo de colheita, há maior deposição de palha sobre o solo; essa palha forma uma barreira física e libera compostos alelopáticos que dificultam a emergência e estabelecimento das plantas daninhas de algumas espécies menos adaptadas (FERREIRA et al., 2010).

A camada de palha também altera algumas características da superfície do solo que podem contribuir para redução da taxa de emergência de algumas espécies daninhas, com a menor amplitude térmica, redução da irradiação, manutenção da umidade e maior quantidade de organismos que podem causar danos às sementes ou plântulas das espécies daninhas (PITELLI; DURIGAN, 2001). Dessa forma, a colheita de cana crua, deixando-se uma camada de, aproximadamente, 15 t ha⁻¹ de palha, promove redução da incidência de algumas espécies de plantas daninhas de maior ocorrência nos canaviais, tais como *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea*, *Panicum maximum* e *Digitaria horizontalis* (VELINI et al., 2000).

No entanto, com o passar do tempo, algumas espécies que conseguem adaptar-se a esse sistema propagam-se e atingem populações elevadas, tornando-se importantes espécies daninhas. Algumas das espécies daninhas mais importantes desse sistema pertencem às famílias *Cucurbitaceae*, *Convolvulaceae* e *Euphorbiaceae* (BARBOSA, 1997).

Com as alterações da flora infestante e a cobertura do solo com palha, há maior dificuldade do controle das plantas daninhas utilizando-se as práticas de manejo nos canaviais colhidos com queima. Nas áreas com deposição de palha, há limitação do uso de herbicidas pré-emergentes, pois a palha intercepta o produto aplicado, impedindo que o mesmo atinja o solo. Com apenas 5 t ha⁻¹ de palha, quantidade considerada pequena, é suficiente para reter mais de 90% do herbicida aplicado (ROSSI et al., 2013), o que comprometeria a eficiência desses produtos. Uma

das alternativas é o uso de herbicidas pós-emergentes para o controle das plantas daninhas na cana-de-açúcar. No entanto, são poucos herbicidas comerciais utilizados para o controle das plantas daninhas em pós-emergência que apresentam seletividade para a cana-de-açúcar (VELINI; NEGRISOLI, 2000), sendo necessário o surgimento de novas moléculas que apresentam seletividade à cultura ou o uso de cultivares transgênicas resistentes a herbicidas, por exemplo, a resistência a glyphosate (FERREIRA et al., 2010). Herbicidas pós-emergentes não seletivos, como o glyphosate, são utilizados com certa frequência em aplicações em jato dirigido quando a cultura encontra-se com estatura superior às espécies daninhas.

Outra limitação do uso de herbicidas pós-emergentes, sem efeito residual, na cultura da cana-de-açúcar é a quantidade de aplicações, pois, para manter as plantas daninhas livres da infestação durante o período crítico de controle, são necessárias várias aplicações.

Estudos estão sendo desenvolvidos para viabilizar a aplicação de herbicidas pré-emergentes sobre a camada de palha. Nessa situação é necessária a irrigação ou precipitação para promover a passagem dos herbicidas pela camada de palha, além da utilização de herbicidas que apresentam grande solubilidade, baixa capacidade de sorção e de fotodegradação. Mesmo pequenas quantidades de palha são capazes de interceptar praticamente toda a calda de aplicação, como observado por Tofoli et al. (2009), trabalhando com o herbicida tebuthiuron aplicado sobre a palhada de cana-de-açúcar. No entanto, os autores observaram que apenas 20 mm de chuva podem ser suficientes para promover o carregamento do herbicida para o solo, independentemente da quantidade de palha. Vale salientar que quanto maior o período entre a aplicação do herbicida e a chuva e/ou irrigação, menor é a translocação do herbicida pela palha.

Além da água da chuva e/ou irrigação que tem a função de carregar o herbicida pela camada de palha, a quantidade de palha pode interferir nesse processo. Com o aumento da quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre o solo, ocorre diminuição da quantidade de amicarbazone lixiviado pela chuva, principalmente na quantidade de 20 t ha⁻¹ (CAVENAGHI et al., 2007).

A aplicação de herbicidas sobre a camada de palha pode controlar com eficiência as espécies-problema desse sistema, tais como *Senna obtusifolia*, *Ipomoea nil*, *I. hederifolia* e *I. grandifolia*, como é o caso do uso dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryn em área com até 10 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar. No entanto, com aumento da quantidade de palha, observou-se redução da eficiência desses herbicidas (GRAVENA et al., 2004).

Foi comprovado que a precipitação e/ou irrigação é um fator determinante para que os herbicidas ultrapassem a camada de palha, atinjam o solo e controlem as plantas daninhas de forma eficiente. Azania et al. (2002) observaram que a camada de palha de 15 t ha⁻¹ apresenta potencial de reter o herbicida imazapic, especialmente em períodos de baixa intensidade de precipitação ou irrigação. No entanto, o mesmo herbicida aplicado em palha, na dose comercial, pode ultrapassar a mesma com a aplicação de 10 mm ou 20 mm de lâmina de água após a aplicação do herbicida, apresentando eficiência no controle de plantas daninhas (MEDEIROS et al., 2004).

Resultado semelhante é encontrado com o herbicida sulfentrazone, pois, com apenas 20 mm de lâmina de água, aplicado após pulverização do herbicida, é suficiente para que o mesmo chegue até o solo, passando por uma camada de 10 t ha⁻¹ de palha, obtendo o controle eficiente das espécies *I. hederifolia* e *I. quamoelit* (CORREIA et al., 2013). Em alguns estudos foram observados que apenas 2,5 mm de precipitação são suficientes para que os herbicidas clomazone + hexazinone ultrapassem a camada de 5 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, proporcionando o controle eficiente de *I. hederifolia*, *I. grandifolia* e *Brachiaria decumbens* (NEGRISOLI et al., 2011).

Vale ressaltar que, quanto maior o intervalo de tempo entre a aplicação do herbicida e a precipitação ou irrigação, maior a lâmina de água necessária para fazer com que os herbicidas sejam translocados através da camada de palha. No caso do metribuzin, para haver a translocação de 99% do herbicida é necessário de 20 mm a 35 mm quando a precipitação ocorre até 7 dias após aplicação, no entanto, aos 14 dias após a aplicação são necessários 68,5 mm, e aos 28 dias após a aplicação é necessário 100 mm (ROSSI et al., 2013).

Os herbicidas clomazone + hexazinona apresentam grande eficiência no controle das plantas daninhas quando aplicados sobre a palha da cana-de-açúcar, com resultados semelhantes aos obtidos quando aplicados sob ou em solo com ausência de palha. No entanto, esses herbicidas podem apresentar menor eficiência de controle, em aplicação em solo com ou sem palha, quando ocorrer períodos acima de 60 dias sem ocorrência de chuvas (CARBONARI et al., 2010). Desse modo, o fator hídrico revela-se mais importante do que o fator palha para o controle das plantas daninhas.

Vários herbicidas mostram-se promissores para o controle de plantas daninhas em área de colheita mecanizada (Tabela 3). O amicarbazone, quando aplicado na dose recomendada sobre a palha, apresenta eficiência no controle das espécies daninhas comumente encontradas nas áreas de colheita mecanizada de cana-de-açúcar, tais como corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* e *Merremia cissoides*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), apresentando grande mobilidade sobre a palha (TOLEDO et al., 2009). Em ensaio de campo, Correia et al. (2013), observaram que a aplicação de sulfentrazone isoladamente ou em mistura com hexazinone foi eficiente no controle das espécies *I. hederifolia* e *I. quamoclit*, mesmo em área com 14 t ha⁻¹ de palha.

Correia et al. (2012) observaram que, mesmo com a presença de 14 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, os herbicidas s-metolachlor, clomazone e isoxaflutole foram eficientes para o controle das espécies *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *P. maximum*. Os autores observaram que a presença da palha contribuiu no controle dessas espécies daninhas.

Tabela 3. Alguns herbicidas utilizados para o controle das plantas daninhas em cana-de-açúcar com colheita de cana crua.

Grupo químico	Herbicida	Época de aplicação
Bipiridílio + Ureia	Paraquat + Diuron	Pré e pós-emergência, aplicação dirigida
Fenoxiacéticos	2,4-D	Pós-emergência
Glicina substituída	Glyphosate	Pós-emergência, aplicação dirigida
Imidazoliziona	Imazapic	Pré e pós-emergência inicial
Isoxazolidinona	Clomazone	Pré e pós-emergência inicial
Organoarsênico	MSMA	Pós-emergência, aplicação dirigida
Triazina	Ametryn + trifloxysulfuron-sodium	Pré e pós-emergência inicial
Triazinona	Hexazinona	Pré e pós-emergência inicial
Triazinona	Metribuzin	Pré-emergência
Triazolinona	Amicarbazone	Pré e pós-emergência inicial
Triazolona	Sulfentrazone	Pré e pós-emergência inicial

Para o sucesso no manejo das plantas daninhas no sistema de colheita de cana crua, com deposição de palha sobre o solo, devem ser consideradas as variáveis contidas nesse sistema. A camada de palha pode ser uma aliada no manejo das plantas daninhas, pois essa barreira física pode inviabilizar a germinação ou estabelecimento de algumas espécies de plantas daninhas. No entanto, deve-se ter o cuidado para que as espécies adaptadas nesse sistema não se tornem um problema, com aumento do banco de sementes. Alguns herbicidas podem ser aplicados

sobre a palha sem que sua eficiência seja reduzida, no entanto, a precipitação ou irrigação de certa quantidade de água pode ser fundamental para que os herbicidas ultrapassem a camada de palha e possam controlar eficientemente as espécies daninhas.

b) Soca sem palha

O manejo de plantas daninhas com herbicidas na socaria da cana-de-açúcar está basicamente ligado com o sistema de colheita adotado na área cultivada. No Nordeste do Brasil ainda encontra-se em boa parte da área cultivada o sistema de colheita manual com queima, principalmente por causa das condições topográficas em que a cultura está inserida na região. Nesse tipo de sistema a escolha dos herbicidas aplicados em pré-emergência das plantas daninhas será principalmente em virtude do regime hídrico na época em que irá realizar o tratamento na área, onde os herbicidas podem ser agrupados basicamente em herbicidas de "soca seca", "soca semiúmida" e "soca úmida", refletindo as características físico-químicas das moléculas empregadas no manejo.

Herbicidas como o oxyfluorfen ainda são bastante utilizados na região Nordeste, principalmente por causa da baixa solubilidade em água (<0,1 ppm), o que garante baixas perdas por lixiviação em épocas de grandes volumes de precipitação pluvial (aproximadamente 1.200 mm), como no período chuvoso da região. Melo et al. (2010), estudando o perfil de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar, compararam a lixiviação de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen em três tipos de solos e verificaram que o isoxaflutole apresentou maior lixiviação do que o sulfentrazone, enquanto o oxyfluorfen mostrou baixo potencial de lixiviação.

Já na época "seca" onde podem ocorrer períodos de 30 dias sem a ocorrência de chuva, herbicidas com alta solubilidade, como hexazinone e isoxaflutole, são chave para o controle de diversas espécies em pré-emergência. Os herbicidas de seca podem ser aplicados com grande segurança em relação à seletividade para a cana-de-açúcar, principalmente por posicionamento do herbicida no solo, pois, além da molécula permanecer nas camadas superficiais do solo pela baixa disponibilidade de água, o sistema radicular encontra-se em profundidade, não havendo absorção significativa para causar fitotoxicidade à cultura (CHRISTOFFOLETI et al., 2005). Assim, outro fator primordial nas aplicações em cana-soca com queima é seletividade, que varia em virtude das variedades e do estágio fenológico.

Em cana-soca a emissão do colmo primário pode ser rápida, dependendo da disponibilidade hídrica do solo, principalmente na região Nordeste. Nessa fase fenológica a touceira de cana apresenta grande tolerância a herbicidas por causa do seu sistema radicular ainda ser constituído de raízes oriundas do ciclo anterior, e, portanto, não ligadas diretamente aos novos colmos. Essa é a razão por que alguns herbicidas residuais não aplicados em cana-planta podem ser aplicados em cana-soca (CHRISTOFFOLETI et al., 2005).

5 Considerações finais

As mudanças com relação ao sistema de colheita de cana-de-açúcar, sem a queima da cultura, interferem nas estratégias de manejo das plantas daninhas. A camada de palha, remanescente nas áreas de colheita da cana-de-açúcar, deve ser utilizada como aliada no manejo integrado das plantas daninhas. Manejo esse que deve utilizar os diversos métodos de controle das plantas daninhas, como o cultural físico, mecânico e químico, visando sempre à menor interferência das plantas daninhas com o menor custo econômico e ambiental.

Uma provável mudança no manejo das plantas daninhas em canaviais será o surgimento de cultivares de cana-de-açúcar transgênicas, resistentes a herbicidas. Essa poderá ser uma tecnologia interessante para se fazer o uso de herbicidas em pós-emergência tardia das espécies daninhas sem causar intoxicação à cultura.

6 Referências

- AGROFIT, **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit>>. Acesso em: 13/08/2013.
- AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, abr./jun. 2002.
- BARBOSA, V. Cultivo de soqueira, adubação e reforma de canaviais sob o sistema de cana crua. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA - SECAPI, 2, 1997, Piracicaba, SP, **Anais...** Piracicaba, SP, 1997, p.52-54.
- CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D.; CORREA, M.R.; NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.; OLIVEIRA, C.P. Efeitos de períodos de permanência de clomazone + hexazinona no solo e na palha de cana-de-açúcar antes da ocorrência de chuvas na eficácia de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 197-205, jan./mar. 2010.
- CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI, E.; COSTA, E.A.D.; VELINI, E.D.; TOLEDO, R.E.B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic®) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 831-837, out./dez. 2007.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2. 2005, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba : ESALQ/POTAFOS, 2005.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, primeiro levantamento, abril/2013. Brasília, 2013. 18p.
- CORREIA, N.M.; PERUSSI, F.J.; GOMES, L.J.P. S-metolachlor efficacy on the control of *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, and *Panicum maximum* in mechanically green harvested sugarcane. **Planta Daninha**, Viçosa, v.30, n.4, p.861-870, out./dez. 2012.
- CORREIA, N.M.; CAMILO, E.H.; SANTOS, E.A. *Sulfentrazone efficiency on Ipomoea hederifolia* and *Ipomoea quamoclit* as influenced by rain and sugarcane straw. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.1, p.165-174, jan./mar.2013.
- FERREIRA, E.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A.; VENTRELLA, M.C.; BARBOSA, M.H.P.; PROCÓPIO, S.O.; REBELLO, V.P.A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.93-99, jan./mar. 2005.
- FERREIRA, E.A.; PROCÓPIO, S. O.; GALON, L.; FRANCA, A. C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, A.F.; TIRONI, S.P.; ROCHA, A. A. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.4. p. 915-925, out./dez. 2010.
- FLECK, N. G.; BALBINOT JR, A.A.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M.A. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v.33, n.4, p.635-640, jul./ago. 2003.
- GALON, L.; FERREIRA, E.A.; FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; BARBOSA, M.H.P.; REIS, M.R.; SILVA, A.F.; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FRANÇA, A.C.; TIRONI, S.P. Influência de herbicidas na qualidade da matéria-prima de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.3, p.555-562, jul./set. 2009.

- GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G.; SPINDOLA, W. ; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametrina. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 419-427, jul./set. 2004.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I - Tiririca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.2, p.241-251, abr./jun. 2000.
- KUVA, M.A. GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.1, p.323-330, jan./mar. 2001.
- KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.3, p.501-511, jul./set. 2007.
- KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Período de interferência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maxilum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.37-44, jan./mar. 2003.
- MEDEIROS, D. et al. Eficácia do herbicida imazapic no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) em presença de palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD-ROM.
- MELO, C.A.D.; MEDEIROS, W.N.; TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; TIBURCIO, R.A.S.; FERREIRA, L.R. Lixiviação de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen no perfil de três solos. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 385-392, abr./jun. 2010.
- MONQUERO, P.A.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.R.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C.; INACIO, E.M. Lixiviação de clomazone + ametryn, diuron + hexazinone e isoxaflutole em dois tipos de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.685-691, jul./set.2008.
- MONTALDO, J. C. **Controle químico de plantas daninhas em cana-de-açúcar no Estado de Alagoas**. 2012. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.
- NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D.; MORELLI, J.L.; COSTA, A.G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.4, p.567-575, out./dez. 2004.
- NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; CORRÊA, M.R.; ROSSI, C.V.S.; CARBONARI, C.A.; COSTA, A.G.F.; PERIM, L. Influência da palha e da simulação de chuva sobre a eficácia da mistura formulada clomazone + hexazinone no controle de plantas daninhas em área de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n.1, p.169-177, jan./mar. 2011.
- PAOLINI, R.; DEL PUGLIA,S.; PRINCIPI, M.; BARCELLONA, O.; RICCARDI, E. Competition between safflower and weeds as influenced by crop genotype and sowing time. **Weed Research**, v.38, n.4, p.247-255, abr. 1998.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; GALON, L. Manejo de plantas daninhas. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool, tecnologias e perspectivas**. Viçosa, MG: UFV, 2010. p.181-215.

QUEIROZ, S.C.N.; FERRACINI, V.L.; GOMES, M.A.F.; ROSA, M.A. Comportamento do herbicida hexazinone em área de recarga do aquífero Guarani cultivada com cana-de-açúcar. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.2, p.378-381, 2009.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

REIS, M.R.; TIRONI, S.P.; COSTA, M.D.; SILVA, M.C.S.; FERREIRA, E.A.; BELO, A.F.; BARBOSA, M.H.P.; SILVA, A.A. Colonização micorrízica e atividade de fosfatases ácidas na rizosfera de cultivares de cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, p.977-985, out./dez. 2009. Edição especial.

ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; LUCHINI, L.C.; NEGRISOLI, E.; CORREA, M.R.; PIVETTA, J.P.; COSTA, A.G.F.; SILVA, F.M.L. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**. Viçosa, v.31, n.1, p.223-230, jan./mar. 2013.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA, I.A.B; KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.265-272, abr./jun. 2009.

TIRONI, S.P.; FIALHO, C.M.T.; FARIA, A.T.; GALON, L.; SILVA, A.A.; BARBOSA, M.H.P. Interferência de populações de *Brachiaria brizantha* produtividade de cultivares de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.1, p.21-26, jan./mar. 2013.

TIRONI, S.P. **Interferência e controle químico de populações de *Brachiaria brizantha* em cana-de-açúcar**. 2011. 73f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D. Dinâmica do tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 815-821, out./dez.2009.

TOLEDO, R.E.B.; PERIM, L.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M.R.; CARBONARI, C.A.; ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D. Eficácia do herbicida amicarbazone aplicado sobre a palha oono solo no controle de plantas daninhas na cultura dacana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.2, p.319-326, abr./jun. 2009.

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL L.A.; MATSUOKA, J.C.T.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré e pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n.1, p.123-134, jan./mar. 2000.

VELINI, E.D., NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: SBCPD, 2000. p.148-164.

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of Weed Science**. 3 ed. London: Academic Press, 2007. 666 p.

DINÂMICA DE HERBICIDAS EM SOLOS DO NORDESTE

Paulo Roberto Ribeiro Rocha¹, Daniely Formiga Braga², Francisco Cláudio Lopes de Freitas³ e Cíntia Maria Teixeira Fialho⁴

¹Engenheiro-agrônomo – D.Sc., Professor da Universidade Federal de Roraima - UFRR; ²Engenheira-agrônoma – M.Sc., Professora da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA; ³Engenheiro-agrônomo – D.Sc., Professor da UFRSA, ⁴Engenheira-agrônoma – D.Sc., Bolsista de Pós-Doutorado PNPd-CAPES no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-UFERSA.

1 Introdução

Os herbicidas são insumos essenciais para a redução das perdas nos sistemas de produção agrícola causadas pelas plantas daninhas, representando mais de 40% do volume comercializado de agrotóxicos no Brasil (SINDAG, 2011). Entretanto, o uso intenso e, às vezes, abusivo desses compostos tem gerado grandes preocupações, tanto com a sua eficiência agrônômica quanto com os seus resíduos nos produtos colhidos e no ambiente, com frequentes relatos na literatura com a contaminação de águas superficiais e subterrâneas (ARMAS et al., 2007; BRITTO et al., 2012; LAPWORTH; GOODDY, 2006; TANABE et al., 2001). Grande parte dos herbicidas aplicados não atinge o alvo de interesse e acaba por alcançar direta ou indiretamente o solo, depósito final destes compostos (OLIVEIRA JUNIOR; REGINATO, 2009). A dissipação de um herbicida no ambiente e o seu efeito residual no solo são condicionados às propriedades físico-químicas do produto utilizado; às condições climáticas no momento da aplicação e no decorrer da persistência do herbicida no solo e às características edáficas. O conhecimento desses fatores é de fundamental importância para prever o comportamento dos herbicidas nas diferentes classes de solo e para seleção de dosagens adequadas, de modo a evitar os efeitos prejudiciais ao ambiente e às culturas subsequentes (MONQUERO et al., 2010; ROSSI et al., 2005).

Diversos estudos realizados sobre o comportamento de herbicidas em solos brasileiros (ANDRADE et al., 2010; JACOMINI et al., 2009; OLIVEIRA; FREITAS, 2009; PAULA, 2007; ROSSI et al., 2003; SANTOS et al., 2010; SILVA, 2011; VIVIAN et al., 2007) enfatizam a grande importância das características físicas e químicas do solo, com destaque para o teor de matéria orgânica, o pH e a textura. No entanto, a maioria dos trabalhos foi conduzida com solos de regiões tropicais, que apresentam características químicas e mineralógicas diferentes dos solos da região Nordeste do Brasil, especialmente os da região semiárida, os quais, em geral, são menos intemperizados, possuem pH alcalino, baixa concentração de carbono orgânico e, frequentemente, possuem alta concentração de sais.

Nos próximos tópicos serão abordados, de forma sucinta, as principais propriedades físico-químicas das moléculas dos herbicidas e os atributos do solo que influenciam a dinâmica dos herbicidas. Após essas considerações, serão apresentadas algumas peculiaridades dos solos do Semiárido do Nordeste brasileiro e os estudos mais relevantes do comportamento dos herbicidas nesses solos.

2 Retenção de herbicidas nos solos

A retenção de herbicidas refere-se à capacidade do solo em reter uma determinada molécula, o que diminui a sua disponibilidade na solução do solo. A retenção controla os seguintes processos de dissipação dos herbicidas: disponibilidade para absorção pelas plantas, transformação química e biológica, transporte superficial ou lixiviação no perfil do solo (OLIVEIRA JUNIOR; REGINATO, 2009). Usualmente para descrever o processo de retenção, usa-se um termo mais genérico denominado de sorção, que engloba mecanismos específicos de dissipação dos herbicidas: absorção, precipitação e adsorção. A adsorção é o acúmulo de um soluto à superfície das partículas do solo por forças de atração físicas ou químicas. A absorção ocorre quando o herbicida é absorvido pelas plantas ou microrganismos. E a precipitação é a formação de precipitados entre as moléculas de herbicidas e as partículas dos argilominerais (SILVA et al., 2007). Outro termo usualmente relatado para descrever o comportamento de herbicidas no solo é a dessorção, que é a liberação das moléculas do herbicida anteriormente sorvida.

Os mecanismos de sorção de herbicidas nos solos são complexos por se tratarem de moléculas orgânicas de estruturas químicas diversas. Entre os mecanismos envolvidos, há ligações de hidrogênio, forças de van der Waals, forças eletrostáticas, ligações covalentes e interações hidrofóbicas (WAUCHOPE et al., 2002). Estes mecanismos podem atuar concomitantemente na sorção de uma mesma molécula.

Dentre as metodologias utilizadas para avaliar a sorção e dessorção de herbicidas nos solos, destaca-se o método Bach de laboratório, por ser um método simples, rápido e replicável. Este se baseia em colocar quantidades conhecidas de solo e de soluções que contêm o herbicida de interesse em contato, sob período de tempo predeterminado. Posteriormente a suspensão é centrifugada e a concentração do herbicida é determinada no sobrenadante. A quantidade do herbicida que foi subtraída da solução é compreendida como parte que foi adsorvida pelo solo (CASAGRANDE; SOARES, 2009).

A determinação da sorção de herbicidas em solos é comumente avaliada por meio de estimativas de coeficientes de sorção (K_d). O K_d é estimado pela relação $K_d = C_s/C_e$, onde C_s é a concentração do herbicida no solo e C_e é a concentração do herbicida em equilíbrio (OLIVEIRA JUNIOR; REGINATO, 2009; SILVA et al., 2007).

Às vezes o valor de K_d não é suficiente para descrever a sorção dos herbicidas em faixas amplas de concentrações. Com isso, emprega-se o uso de isotermas para descrever o processo sortivo de herbicidas no solo. A isoterma mais utilizada é a Freundlich, equação que relaciona a C_s com a C_e : $C_s = K_f C_e^n$, onde o K_f e o n da equação são constantes empíricas que representam a capacidade e a intensidade de sorção, respectivamente. No entanto, por causa da importância da matéria orgânica do solo na retenção dos herbicidas, principalmente para herbicidas básicos e não iônicos, os coeficientes K_d ou K_f são normalizados pelo teor de carbono orgânico (C.O.) do solo, obtendo-se o $K_{CO} = 100K_d/C.O.$

As estimativas de sorção K_d e K_f são feitas em condições de laboratório que demandam a utilização de equipamentos caros para a análise dos compostos, como os cromatógrafos líquidos ou gasosos. Entretanto, em virtude dos custos envolvidos nestas análises, o emprego da técnica de bioensaio é uma alternativa para determinação da capacidade sortiva. Os bioensaios também são utilizados em estudos de atividade, persistência e movimento de herbicidas no solo.

Para a avaliação da sorção por meio de bioensaios, são feitas curvas de dose-resposta para cada herbicida, com utilização de plantas específicas para cada mecanismo de ação dos herbicidas. As curvas de dose-resposta são feitas para cada solo em estudo e em um substrato inerte, como a areia lavada, isento de qualquer resíduo. Após a aplicação do herbicida, são feitas avaliações na espécie bioindicadora (matéria seca da parte aérea e raízes, fitotoxicidade,

altura, comprimento de raiz). A partir dos valores obtidos, são ajustados modelos de regressão e determina-se a dose que inibe em 50% (C_{50}) da variável avaliada. Com os valores de C_{50} em solo e areia, calcula-se a relação de sorção ($RS = [C_{50} \text{ solo} - C_{50} \text{ areia}] / C_{50} \text{ areia}$). A relação de sorção elevada indica maior capacidade de sorção do herbicida estudado no solo (GONÇALVES et al., 2013; SILVA et al., 2007).

3 Propriedades físico-químicas dos herbicidas

As propriedades físico-químicas das moléculas dos herbicidas que influenciam o seu comportamento no ambiente são: coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), solubilidade em água, capacidade de dissociação eletrolítica (pK_a), pressão de vapor e a constante da Lei de Henry.

O coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) indica a afinidade que a molécula do herbicida tem com a fase polar (a água) e apolar (o octanol). Os valores de K_{ow} são adimensionais, expressos normalmente na forma logarítmica ($\log K_{ow}$). A polaridade dos herbicidas influencia tanto no processo de absorção e translocação pelas folhas quanto nos processos de sorção no solo. Os herbicidas apolares ou lipofílicos apresentam $K_{ow} > 10.000$, possuem maior capacidade de sorção na fração orgânica do solo, enquanto os polares possuem $K_{ow} < 10$ e têm maior afinidade com a fração mineral do solo (SILVA et al., 2007).

A capacidade de dissociação eletrolítica (pK_a) é a capacidade de dissociação da molécula em função do pH do meio. O pK_a é o valor de pH onde 50% da molécula herbicida encontra-se na forma molecular e 50%, na forma dissociada. Os herbicidas podem ser derivados de ácidos fracos, bases fracas ou podem ser não iônicos. Esses últimos permanecem na forma molecular independente do pH do meio.

Para os herbicidas derivados de ácidos fracos (moléculas que apresentam capacidade de doar prótons e formar íons carregados negativamente), em condições do pH do meio for maior que o pK_a do herbicida, a concentração do herbicida na forma aniônica será maior do que na forma molecular. Dentre os herbicidas derivados de ácidos fracos, citam-se: Dicamba, 2,4-D, picloran, trifloxyfluron-sodium, sulfentrazone, imazaquim e imazapyr, etc.

A concentração dos herbicidas derivados de bases fracas será maior na forma protonada que na forma molecular quando o pH do meio for menor que o pK_a do herbicida. Na forma protonada estes herbicidas podem competir com os nutrientes pelos sítios de adsorção do solo, aumentando assim a sorção destes herbicidas nesta condição. Como exemplos de herbicidas básicos, temos: ametryn, atrazine, metribuzin, etc. Já os herbicidas não iônicos não doam nem recebem prótons em função do pH da solução do solo e não possuem carga elétrica líquida. Neste grupo há o trifluralin, diuron, alachlor e s-metolachlor, dentre outros (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

A solubilidade (S) é a quantidade máxima de herbicida que se dissolve em água pura em determinada temperatura. Quanto maior a quantidade de grupos hidrofílicos na molécula do herbicida (mais polar) maior será a sua afinidade por água e maior será a solubilidade. As moléculas que apresentam alta solubilidade geralmente apresentam baixa sorção, o que pode favorecer os processos de dissipação destas moléculas (SILVA et al., 2007).

A pressão de vapor (PV) indica uma tendência de volatilização da molécula em seu estado normal puro (sólido ou líquido), exercida por um vapor em equilíbrio, em determinada temperatura, expressa em mm de Hg. Assim, quanto maior a pressão de vapor mais provável que um líquido vaporize-se.

A constante da Lei de Henry (K_H) é a combinação da PV e da S onde $K_H =$ concentração do herbicida no ar / conc. do herbicida na solução do solo. O K_H é um coeficiente de partição

ar-líquido ou vapor-líquido. Valores elevados de K_H indicam que os solutos (herbicidas) são altamente voláteis, de modo que K_H e PV são constantes proporcionais, e, assim sendo, K_H também pode ser usado como indicativo do potencial de volatilização de determinado herbicida.

4 Atributos dos solos e o comportamento de herbicidas

Os solos apresentam uma grande variabilidade nas características física, química e biológica, e é esperado que a natureza e a intensidade dos processos de sorção dos herbicidas também sejam distintas. Os principais atributos do solo que influenciam o comportamento dos herbicidas são: a mineralogia, a textura, o teor de matéria orgânica e o pH do solo.

A granulometria refere-se à proporção de argila, silte e areia do solo. A argila do solo possui alta superfície específica, sendo a fração mineral que mais contribui para a capacidade sortiva do solo. Por este motivo, o conteúdo de argila tem sido associado à capacidade do solo de reter nutrientes, moléculas orgânicas e água. Entretanto, além da quantidade, a constituição da fração argila é determinante nos processos de sorção. Em regiões tropicais úmidas, os minerais de argila mais frequentes são os óxidos de ferro (hematita e goethita) e de alumínio (gibsitita) e os minerais silicatados do tipo 1:1 (caulinita). Esses solos bastante intemperizados apresentam baixa capacidade de retenção, a qual é dependente do pH e do teor de matéria orgânica do solo (FONTES et al., 2001). Em solos pouco intemperizados, que ocorrem principalmente em condições de clima temperado, a predominância dos minerais do tipo 2:1 (montmorilonita) e vermiculita, a formação de cargas nesses são através a substituição isomórfica nas camadas de tetraédricos ou octaédricos.

A textura dos solos é utilizada na recomendação de doses de herbicidas aplicados em pré-emergência e em pré-plantio incorporado. Em solos com maior teor de argila, são recomendadas doses mais elevadas de herbicidas, com o objetivo de compensar a maior capacidade de sorção destes solos.

A matéria orgânica é um dos principais atributos do solo que influenciam a sorção de herbicidas, principalmente moléculas derivadas de bases fracas e não iônicas (DICK et al., 2010; OLIVEIRA JUNIOR; REGINATO 2009). A matéria orgânica apresenta uma constituição bastante variada, sendo esta dividida em substâncias humificadas e não humificadas. A parte humificada é composta por ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina, os quais representam a fração mais ativa na sorção de pesticidas (FARENHORST, 2006).

A influência da matéria orgânica na sorção é relatada por vários autores (ARCHANGELO et al., 2005; LIU et al., 2010). Entre os constituintes da fração orgânica do solo, há diferenças na capacidade de sorção. FERRI et al. (2005) isolaram a fração humina e os ácidos fúlvicos de um Argissolo Vermelho e observaram que a fração humina apresentou coeficiente de sorção dez vezes maior do que os ácidos húmicos para acetochlor. González-Pradas et al. (1998) avaliaram o efeito da adição de turfa na sorção do diuron, em solo calcário com pH 7,6. Em condições naturais, este solo apresentava 0,18% de matéria orgânica e coeficiente de sorção de 2,17 mg kg⁻¹. Quando o teor de matéria orgânica foi aumentado para 4,61% pela adição da turfa, a sorção do herbicida foi para 34,28 mg kg⁻¹, demonstrando assim a eficiência da matéria orgânica na sorção do diuron.

Outro fator físico-químico importante na sorção de pesticidas em solos é o pH, pois este altera o estado de ionização das moléculas de herbicidas iônicos, influenciando a sorção destes compostos pelos constituintes do solo. O aumento do pH do solo pode diminuir a capacidade sortiva dos herbicidas e resultar em maior lixiviação dessas moléculas no perfil do solo, conforme verificado por Silva et al. (2012). Esses autores avaliaram a sorção do ametryn em diferentes solos, com e sem correção de pH, e observaram valores inversos entre pH e sorção, ou seja,

o aumento no pH implicou diminuição da sorção do herbicida no solo. Isso pode ser explicado pelo fato de herbicidas de bases fracas, como o ametryn, encontrarem-se predominantemente na forma protonada em solos com valores de pH abaixo de seu pKa (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2001). Nesse caso, com o aumento do pH do solo, a molécula do herbicida predominou na forma molecular, o que reduziu a sorção pelo solo.

5 Degradação e transporte de herbicidas nos solos

Os processos de degradação dos herbicidas no solo podem ser químicos (hidrólise) ou biológicos (microbiana), resultando na mineralização total do pesticida ou na sua conversão em metabólitos (NAKAGAWA; ANDRÉA, 2000). Os processos de distribuição e degradação de herbicidas no solo são dinâmicos e únicos para cada relação solo-herbicida. A persistência de determinado composto no ambiente é normalmente medida pela sua meia-vida ($t_{1/2}$), que é o período de tempo necessário para que 50% da concentração inicial presente no solo desapareça. O desconhecimento da persistência dos herbicidas no solo poderá ter como consequência a injúria para as culturas em sucessão, a perda da biodiversidade, além do risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas (COBBUCI; MACHADO, 1999; FERRI; VIDAL, 2003).

A principal via de degradação dos herbicidas no solo é a microbiológica; nos solos a diversidade de microrganismos é alta (bactérias, fungos e actinomicetos), capazes de degradar esses compostos. A atividade dos microrganismos no solo é influenciada pelos fatores do ambiente, tais como: teor de matéria orgânica, pH, fertilidade, temperatura e umidade do solo. Há vários relatos da importância dos microrganismos do solo na degradação dos herbicidas. Caracciolo et al. (2005) avaliaram a meia-vida do diuron em solo esterilizado e não esterilizado: no solos não esterilizado a meia-vida foi de 15 dias, quando o solo foi esterilizado a meia-vida do herbicida elevou-se para 129 dias. A degradação de imazapyr foi 2,3 a 4,4 vezes mais lenta em solos estéreis, quando comparada com a de solo em condições naturais (WANG et al., 2005).

As perdas de herbicidas no ambiente podem ser pelo transporte das moléculas, que se dá através de três processos. O primeiro deles trata-se do escoamento superficial ("runoff"), que é o transporte dos herbicidas das áreas onde estes foram aplicados para áreas adjacentes, isso ocorre em caso de altas precipitações, principalmente após a aplicação do herbicida, quando há formação de enxurradas. O segundo é a volatilização do composto, que depende das características da molécula (alta solubilidade e elevada pressão de vapor) e das condições climáticas. E, por fim, o terceiro processo, a lixiviação, que é o movimento descendente do herbicida, juntamente com a água no perfil do solo.

Uma pequena lixiviação dos herbicidas, principalmente aqueles aplicados em pré-emergência, é de grande importância para a incorporação superficial no solo destes compostos, pois possibilita que estes atinjam sementes ou plântulas em germinação, favorecendo assim a absorção pelas plantas (OLIVEIRA, 2001). Entretanto, se o processo de lixiviação dos herbicidas no solo for intenso, esse pode perder a eficiência no controle das plantas daninhas e causar sério impacto ambiental ao atingir o lençol freático, contaminando reservas de águas subterrâneas (ALISTER; KOGAN, 2010; BICALHO et al., 2010; DORES et al., 2009). As principais propriedades que influenciam a lixiviação dos herbicidas são a sorção e a meia-vida ($t_{1/2}$) no solo de determinado composto, além da solubilidade, que tem importância secundária nesse processo (OLIVEIRA JUNIOR; REGITANO, 2009).

Na literatura há vários índices ou critérios para avaliação do risco de lixiviação de determinado composto. O índice GUS (Groundwater Ubiquity Score), proposto por Gustafson (1989), é dado pela fórmula $GUS = \log t_{1/2} * (4 - \log K_{oc})$; herbicidas com índice $GUS < 1,8$ são considerados como não lixiviáveis, já os índices superiores a 2,8 são produtos lixiviáveis. E para

os com valores entre 1,8 e 2,8 são considerados de potencial lixiviador intermediário. O critério Cohen et al. (1984) classifica os herbicidas em lixividores e não lixividores. Os lixividores apresentam $K_{oc} < 300 \text{ L kg}^{-1}$ e $t_{1/2} > 21$ dias, e os não lixividores, $K_{oc} > 500 \text{ L kg}^{-1}$ e $t_{1/2} < 14$. Outro critério que se baseia no coeficiente de sorção normatizado pelo teor de matéria orgânica do solo e a meia-vida do composto é o proposto por Widerson e Kim (1986), que classifica os produtos lixiviáveis aqueles que apresentam valor de K_{oc} menor que 512 (L kg^{-1}) e meia-vida superior a 11 dias.

A lixiviação de herbicidas no campo pode ser monitorada por amostragem direta de água, análise de amostras de solos e também com a utilização de lisímetros. Entretanto, é comum encontrar trabalhos que se utilizam de colunas de solo deformadas para a avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas; estes experimentos utilizam condições controladas de umidade e precipitação e possibilitam a comparação em diferentes classes de solos em um único ensaio.

6. Estudos sobre comportamento de herbicidas em solos do Nordeste do Brasil

Os solos da região Nordeste do Brasil, especialmente da região semiárida, apresentam características químicas e mineralógicas diferentes daqueles solos observados nas regiões de clima tropical. Em geral, os solos do Nordeste são menos intemperizados, possuem pH alcalino e baixa concentração de carbono orgânico e, frequentemente, possuem alta concentração de sais. Nestas condições, supõe-se que os herbicidas apresentem comportamento diferenciado nestes solos. Entretanto, são poucos os trabalhos científicos nesta linha de pesquisa com os solos oriundos da região semiárida do Brasil.

No Semiárido brasileiro, o clima exerce influência fundamental na formação dos solos, pois é responsável por alteração no manto superficial das rochas, justificando a presença de solos rasos, chãos pedregosos e uma grande incidência de afloramentos rochosos. Na região semiárida, os solos estão distribuídos percentualmente em Neossolos Litólicos (19,2%), Latossolos (21%), Argissolos (14,7%), Luvisolos (13,3%), Neossolos Quartzarênicos (9,3%), Planossolos (9,1%), Neossolos Regolíticos (4,4%) e Cambissolos (3,6%). Perfazendo 5,4% da região, podem também ser encontrados Neossolos Flúvicos, Vertissolos, Chernossolos, entre outros em pequenas extensões (JACOMINE, 1996).

Os estudos sobre o comportamento de herbicidas em solos do Nordeste são escassos. Em estudo realizado por Freitas et al. (2012) com quatro solos diferentes, sendo três do Rio Grande do Norte e um da Zona da Mata de Minas Gerais, com objetivo de avaliar o potencial de lixiviação de ametryn, observou-se alta mobilidade desse herbicida nos solos do Rio Grande do Norte em relação ao solo da Zona da Mata de Minas Gerais por meio de cromatografia (Figura 1) e bioensaio (Figura 2). Segundo os autores, a baixa mobilidade do ametryn detectada no Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de Minas Gerais é explicada principalmente pelo maior teor de matéria orgânica (3,3%), pela textura argilosa e pelo fato do pH deste solo (4,7) ser mais próximo do pKa do ametryn (4,1), o que favorece a sorção do herbicida pelos colóides do solo. Já para os solos da região semiárida, a maior mobilidade do ametryn foi observada no Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico, onde o herbicida foi detectado até 25 cm de profundidade, o que se deve, provavelmente, à textura arenosa (91% de areia), associada ao baixo teor de matéria orgânica (0,1%). O Cambissolo também favoreceu a mobilidade do herbicida pelo pH elevado (6,8), além do teor de matéria orgânica relativamente baixo ($1,2 \text{ g kg}^{-1}$). Dentre os solos da região semiárida, o Neossolo Flúvico apresentou menor mobilidade, provavelmente pela dificuldade de infiltração de água nesse solo, conforme verificado por ocasião da simulação da chuva, o que pode ter dificultado a movimentação do herbicida no solo (FREITAS et al., 2012).

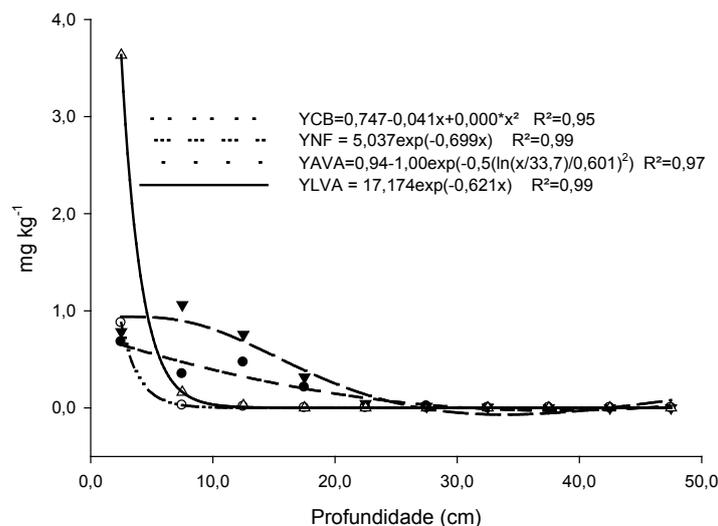


Figura 1. Concentrações de ametryn em diferentes profundidades das colunas, no Cambissolo (CB); Neossolo Flúvico (NF); Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (AVA) e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), após a aplicação de ametryn e simulação de chuva de 60 mm.

Fonte: Freitas et al. (2012).

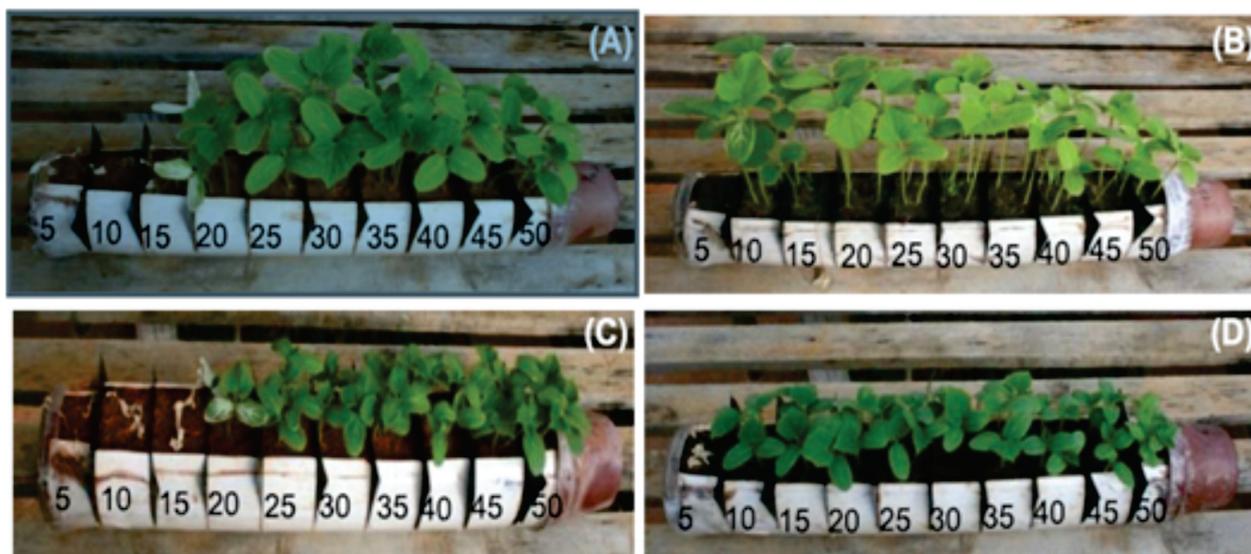


Figura 2. Sintomas visuais de intoxicação de ametryn em plantas de pepino, aos 14 dias após a sementeira, nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação do sulfentrazone e simulação de 60 mm de chuva, nos quatro solos: Cambissolo (A), Neossolo Flúvico (B), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico (C) e Latossolo Vermelho-Amarelo (D).

Fonte: Freitas et al. (2012).

O potencial de lixiviação do sulfentrazone foi avaliado em cinco solos da região Nordeste: Cambissolo do Vale do Jaguaribe, CE (Município de Quixeré); Neossolo Quartzarênico da região litorânea do Rio Grande do Norte (Município de Pedro Velho); Latossolo e Argissolo dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas (Município de Maceió) e Gleissolo coletado na região de várzea do Município de Maceió (dados não publicados), conforme apresentado na Figura 3.

De acordo com a Figura 3, observou-se elevado potencial de lixiviação do sulfentrazone no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo, com intoxicação das plantas bioindicadoras (*Sorghum bicolor*) até as profundidades elevadas, 40 cm a 45 cm e 30 cm a 35 cm, respectivamente. O Neossolo Quartzarênico apresenta alto teor de areia (93 %) e baixo teor de matéria orgânica

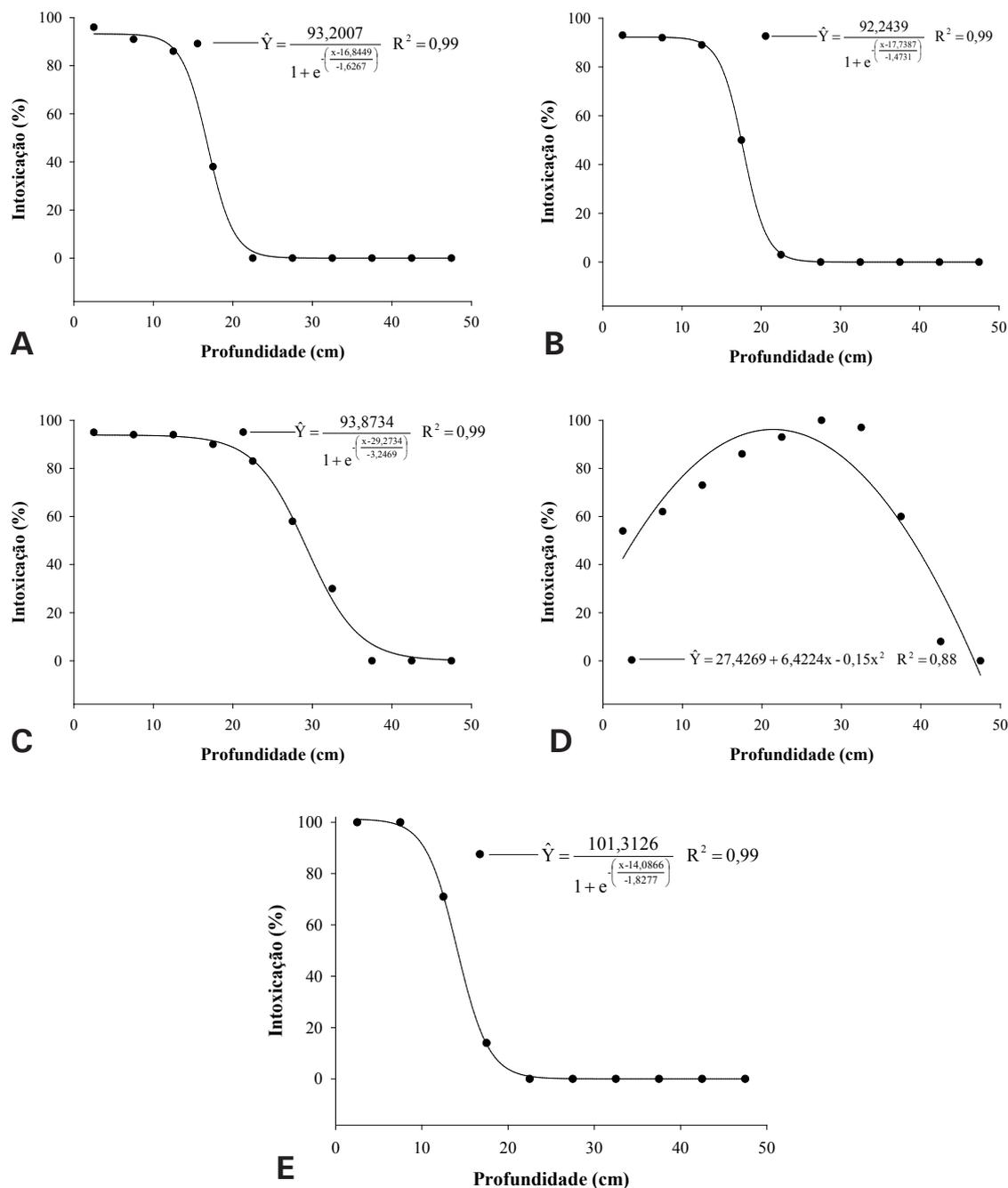


Figura 3. Intoxicação das plantas de sorgo nos solos do Nordeste brasileiro: Argissolo (A), Cambissolo (B), Latossolo (C), Neossolo (D) e Gleissolo (E), nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação do sulfentrazone e simulação de 60 mm de chuva (Dados não publicados).

MO ($5,7 \text{ g kg}^{-1}$) e menor capacidade de troca catiônica. Nestas condições o herbicida fica pouco sorvido na matriz do solo, o que favoreceu a sua movimentação e lixiviação total nas camadas iniciais da coluna com a germinação da planta bioindicadora (Figura 4). A lixiviação do sulfentrazone foi menos intensa no Argissolo e no Gleissolo, provavelmente por causa dos maiores teores de argila (25% e 22%, respectivamente) e matéria orgânica ($20,69 \text{ g kg}^{-1}$ e $28,42 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente). Nestes solos a intoxicação das plantas de sorgo foi até a camada de 15 cm a 20 cm. O Cambissolo também teve intoxicação até a camada de 15 cm a 20 cm, apesar de apresentar baixa matéria orgânica ($10,56 \text{ g kg}^{-1}$) e maior teor de argila (37%) em relação aos demais solos avaliados.

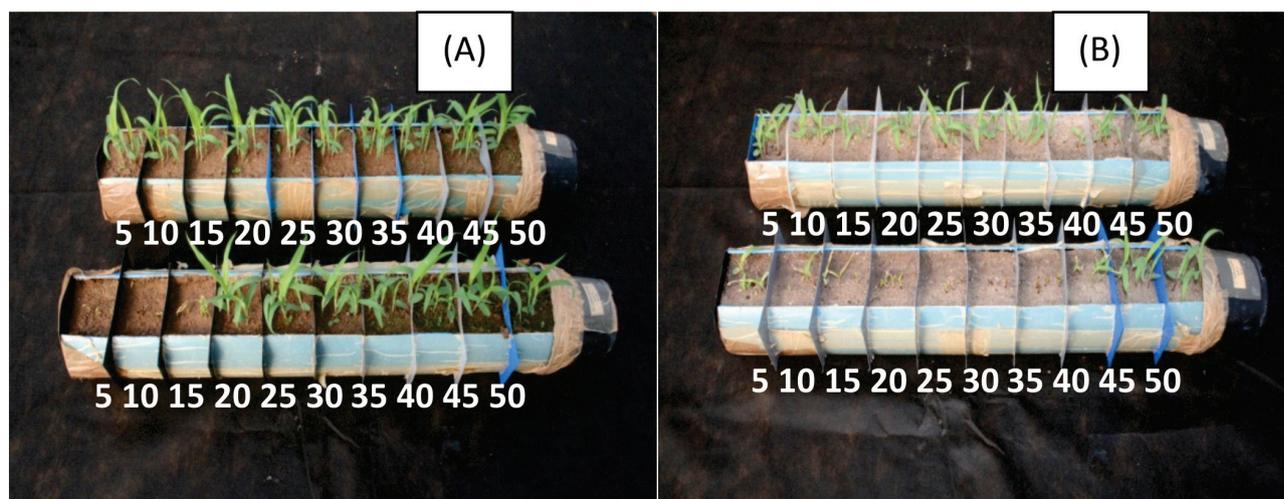


Figura 4. Sintomas visuais de intoxicação de sulfentrazone em plantas de *Sorghum bicolor*, aos 14 dias após a sementeira, nas diferentes profundidades da coluna, após a aplicação do sulfentrazone e simulação de 60 mm de chuva, em um Gleissolo do Município de Maceió, AL (A) e em Neossolo Quartzarênico da região litorânea do Rio Grande do Norte (B). (Dados não publicados).

Com os mesmos solos descritos anteriormente foi avaliada a relação de sorção (RS) do sulfentrazone, por meio de bioensaios, e apresentou a seguinte ordem decrescente de RS: Argissolo > Neossolo Quartzarênico > Cambissolo > Gleissolo > Latossolo (Tabela 1). A maior relação de sorção do Argissolo (1,52) pode ser explicada pela associação entre os teores de matéria orgânica $20,69 \text{ g kg}^{-1}$ e argila 25% mais elevados em relação aos demais solos. O Neossolo Quartzarênico apresentou a segunda maior RS (0,294). Este apresenta baixo teor de matéria orgânica ($5,70 \text{ g kg}^{-1}$) e argila (2 %). Neste solo pode ter ocorrido maior mobilidade do sulfentrazone na camada subsuperficial do solo em decorrência da irrigação, disponibilizando uma menor quantidade de herbicida para intoxicação das plantas (Porto, 2012).

A contaminação de águas por herbicidas é um problema frequentemente relatado na literatura. Na região Nordeste a presença destes compostos em águas foi constatada na sub-bacia do Rio Poxim, em pontos de amostragem próxima à captação de água para abastecimento em Aracaju, SE. Nesta região há intenso cultivo de cana-de-açúcar e foi detectada a presença de herbicidas que são utilizados nesta cultura. As concentrações de diuron e ametryn estavam acima dos padrões internacionais para água destinada ao consumo humano. Estes herbicidas apresentam efeito residual e meia-vida longa, principalmente o diuron, que foi detectado em todas as épocas de amostragens no período de 14 meses (Britto et al., 2012).

Tabela 1. Dose do sulfentrazone que inibe 50% de acúmulo de massa seca da planta indicadora (C_{50}) e relações de sorção (RS) dos substratos avaliados.

Substratos	C_{50} (g ha^{-1})	RS
Areia	8,16	
Neossolo Quartzarênico	10,46	0,294
Latossolo	8,37	0,026
Argissolo	20,56	1,520
Gleissolo	8,97	0,099
Cambissolo	9,47	0,161

A seletividade dos herbicidas para determinada cultura é influenciada pelas características dos solos, principalmente para os compostos aplicados diretamente no solo. Silva et al. (2012) avaliaram a tolerância da mamoneira ao pendimethalin e a capacidade de sorção deste herbicida em solos com diferentes atributos físico-químicos da região Nordeste, por meio da aplicação de diferentes doses do herbicida. O pendimethalin foi seletivo para a cultura nas doses normalmente utilizadas. Entretanto, a capacidade de sorção do herbicida variou entre os solos. Os autores observaram que a sorção do herbicida foi diretamente relacionada aos teores de matéria orgânica do solo uma vez que, mesmo apresentando menor porcentagem de argila em relação ao solo classificado como franco-argiloso – Barbalha, CE (20,9 g kg⁻¹ de M.O.), o solo franco-argilo-arenoso – Irecê, BA, com maior teor de matéria orgânica (23,9 g kg⁻¹ de M.O.) apresentou maior adsorção, necessitando de doses mais elevadas para ocasionar redução do crescimento das plantas de mamoneira.

Ao utilizar Latossolo Vermelho-Amarelo do Município de Viçosa, MG, com pH 4,7 e 3,0% de matéria orgânica, Felipe et al. (2010) não verificaram intoxicação de mamoeiro pelos herbicidas ametryn, diuron, flumioxazin, aplicados no solo antes do transplante das mudas. Entretanto, Nascimento (2011) avaliou a seletividade dos mesmos herbicidas para a cultura em Cambissolo do Município de Baraúna, RN, com pH 7,2 e 1,2% de matéria orgânica, constatando elevada fitotoxicidade dos produtos, que causaram morte plantas. Segundo o autor, a perda da seletividade se deve à menor sorção dos herbicidas no solo, aumentando sua disponibilidade na solução, em consequência do maior pH e do menor teor de matéria orgânica. Dessa forma, observa-se comportamento diferencial dos herbicidas no solo da região semiárida do Brasil.

O processo de distribuição e degradação de herbicidas no solo é dinâmico e único para cada relação solo e herbicida, e informações sobre os processos sortivos, dessortivos, mobilidade e persistência no solo ainda são pouco conhecidas nas condições de clima e solos da região semiárida do Nordeste brasileiro.

7 Referencias

- ALISTER, C.; KOGAN, M. Rainfall effect on dissipation and movement of diuron and simazine in a vineyard soil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 1059-1071, 2010. Número Especial.
- ANDRADE, S. R. B. SILVA, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R.; LIMA, C. F.; D'ANTONINO, L. Sorção e dessorção do ametryn em argissolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho-amarelo com diferentes valores de pH. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 177-184, jan./mar.2010.
- ARCHANGELO, E. R.; PRATES, H. T.; FERREIRA, F.A.; KARAM, D.; FERREIRA, L. R.; CARDOSO, A. A. Sorção, dessorção e potencial de lixiviação de atrazine em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p.14-27, jan./abr. 2005.
- ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R.; ANTUNES, P. M.; SANTOS, M. A. P. F.; CAMARGO, P. B.; ABAKERLI, R. B. Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do rio Corumbataí e principais afluentes. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n. 5, p.1119-1127, set./out.2007.
- BICALHO, S. T. T.; LANGENBACH, T.; RODRIGUES, R. R.; CORREIA, F. V.; HAGLER, A. N.; MATALLO, M. B.; LUCHINI, L. C. Herbicide distribution in soils of a riparian forest and neighboring sugar cane field. **Geoderma**, v.158, p. 392–397, 2010.
- BRITTO, F. B.; VASCO, A. N.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JR. A. V.; NOGUEIRAS, L. C. Herbicidas no alto Rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 390-398, abr./jun.2012.

CARACCILO, A. B.; GIULIANO, G.; GRENNI, P.; GUZZELLA, L.; POZZONI, F.; BOTTONI, P.; FAVA, L.; CROBE, A.; ORRU, M.; FUNARI, E. Degradation and leaching of the herbicides metolachlor and diuron: a case study in an area of Northern Italy. **Environmental Pollution**, n.134, p.525-534, 2005.

CASAGRANDE, J. C.; SOARES, M. R. Modelos químicos de adsorção. In: MELLO, V. F. M.; ALLEONI, L. R. F. (Org.). **Química e mineralogia do solo: aplicações**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 2, p. 131-160.

COBBUCI, T.; MACHADO, E. Seletividade, eficiência de controle de plantas daninhas e persistência no solo de imazamox aplicado na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v.17, n.3, p.419-432, jul./set.1999.

COHEN, S.; CREEGER, S.; CARSEL, R.; ENFIELD, C. Potential for pesticide contamination of ground water resulting from agricultural uses. In: KRUEGER, R. F.; SEIBER, J. N. (Eds.). Treatment and disposal of wastes. **American Chemical Symposium Series**, p.297-325, 1984.

DICK, D. P.; MARTINAZZO, R.; KNICKER, H.; ALMEIDA, P. S. G. Matéria orgânica em quatro tipos de solos brasileiros: composição química e sorção de atrazina. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, 14-19, 2010.

DORES, E. F. G. C.; SPADOTTO, C. A.; WEBER, O. L. S.; CARBO, L.; VECCIATO, A. B.; PINTO, A. A. Environmental behaviour of metolachlor and diuron in a tropical soil in the central region of Brazil. **Water Air Soil Pollut**, v. 197, p.175–183, 2009.

FARENHORST, A. Importance of soil organic matter fractions in soil-landscape and regional assessments of pesticide sorption and leaching in soil. **Soil Science Society American Journal**, v.70, p. 1005-1012, 2006.

FELIPE, R. S.; GONÇALVES, V. A.; NASCIMENTO, P. G. L. M.; FREITAS, F. C. L.; SILVA, A. F.; TIRONI, S.P. Efeito de herbicidas aplicados na pré-emergência da cultura do mamoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2010, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto, 2010.

FERRI, M. V. W.; GOMES, J.; DICK, D. P.; SOUZA, R. F.; VIDAL, R. A. Sorção do herbicida acetochlor em amostras de solo, ácidos húmicos e huminas de argissolo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.705-714, set./out. 2005.

FERRI, M.V.W.; VIDAL, R.A. Persistência do herbicida acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.399-404, mai./jun. 2003.

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.627-646, jul./set.2001.

FREITAS, F. C. L.; SILVA, A. A.; SILVA, L. O. C.; ROCHA; P. R. R.; GUIMARÃES, F. C. N.; FREITAS, M. A. M.; FELIPE, R. S. Mobilidade do ametryn em solos da região semiárida do Rio Grande do Norte. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 641-648, jul./set.2012.

GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F.; CAVALCANTE, A. M. L.; ALBERTINO, S. M. .F. Medida da sorção de herbicidas no solo com planta teste. In: SILVA, J. F.; MARTIS, D. **Manual de aulas práticas de plantas daninhas**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2013. p. 107-111.

GONZÁLEZ-PRADAS, E.; VILAFRANCA-SÁNCHEZ, M.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, M.; SOCIÁS-VICIANA, M.; UREÑA-AMATE, M. D. Sorption and leaching of diuron on natural and peat-amended calcareous soil from Spain. **Water Research**, v. 32, n. 9, p. 2814-2820, 1998.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.

JACOMINE, P. T. K. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 96-111.

JACOMINI, A. E., CAMARGO, P. B., AVELARA, E. P. e BONATO, P. S. Determination of Ametryn in River Water, River Sediment and Bivalve Mussels by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 1, p. 107-116, 2009.

LAPWORTH, D. J.; GOODDY, D. C.; Source and persistence of pesticides in a semi-confined chalk aquifer of southeast England. **Environmental Pollution**, v. 144, n. 3, p. 1031-1044, 2006.

LIU, Y.; XU, Z.; WU, X; GUI, W.; ZHU, G. Adsorption and desorption behavior of herbicide diuron on various Chinese cultivated soils. **Journal of Hazardous Materials**, v. 178, n. 1-3, p. 462-468, 2010.

MONQUERO, P. A. ; SILVA, P. V. DA ; SILVA HIRATA, A.C ; TABLAS, D ; ORZARI, I. Lixiviação e persistência dos herbicidas imazapic e sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 185-195, jan./abr. 2010.

NAKAGAWA, L.E.; ANDRÉA, M.M. Degradação e formação de resíduos não-extraíveis ou ligados do herbicida atrazina em solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1509-1515, ago.2000.

NASCIMENTO, P. G. M. L. **Seletividade e eficácia de herbicidas na cultura do mamão**. 2011. f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS S. P. Palha de cana-de-açúcar associada ao herbicida trifloxysulfuron sodium + ametryn no controle de *Rottboellia exaltata*. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n.1, p.187-194, jan./mar. 2009.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 315-362.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 263-304.

OLIVEIRA JÚNIOR., R. S; KOSKINEN, W. C; FERREIRA, F. A. Sorption and leaching potential of herbicides in Brazilian soils. **Weed Research**. v. 41, n. 2, p. 97-110, 2001.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; REGITANO, J. B. Dinâmica de pesticidas no solo. In: MELO, V. F; ALLEONI, L. R. F. (Org.). **Química e mineralogia do solo: aplicações**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 2, p. 187-248.

PAULA, R. T. de. **Mobilidade de atrazine e ametryn em Latossolo Vermelho-Amarelo**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

- PORTO, M. A. F. **Sorção do sulfentrazone em solos da região nordeste do Brasil**. 2012. 28f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- ROSSI, C. V. S., ALVES, P. L. C. A., MARQUES Jr, J. Mobilidade do sulfentrazone em nitossolo vermelho e neossolo quartzarênico, **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.21, n.1, p.111-120, jan./mar. 2003.
- ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone em Latossolo Vermelho e em Chernossolo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 701-710, out./dez. 2005.
- SANTOS, L. B. O. Determination of picloram in waters by sequential injection chromatography with UV detection. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 21, n.8, 2010.
- SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 367p.
- SILVA, K. C.; SILVA, V. N. B.; SOFIATTI, V.; ZONTA, J. H.; LIMA, R. L. S.; SILVA, H. Tolerância de mamoneira ao herbicida pendimethalin em solos com diferentes capacidades de adsorção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.12, p.1298–1304, dez.2012.
- SILVA, L. O. C. Sorção, dessorção e lixiviação do ametryn e fitorremediação de picloram em solos brasileiros. 2011. 54f. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.
- SINDAG. **Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola**. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/conexao/anteriores/conexao_n22.pdf>, acesso em 03 de maio de 2011.
- TANABE, A.; MITOBE, H.; KAWATA, K.; YASUHARA, A.; SHIBAMOTO, T. Seasonal and special studies on pesticides residues in surface waters of the Shinano river in Japan. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n.8, p. 3847-3852, 2001.
- VIVIAN, R., GUIMARÃES, A. A., QUEIROZ, M. E. L. R., SILVA, A. A., REIS, M. R., SANTOS, J. B. Adsorção e dessorção de trifloxysulfuron-sodium e ametryn em solos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 97-109, jan./mar.2007.
- WANG, X. et al. Biodegradaton of imazapyr in typical soils in Zhejiang Province, China. **J. Environ. Sci.**, v. 17, n. 4, p. 593-597, 2005.
- WAUCHOPE, R. D.; YEH, S.; LINDERS, J. B. H. J.; KLOSKOWSKI, R.; TANAKA, K.; RUBIN, B.; KATAYAMA, A.; KORDEL, W.; GERSTL, Z.; LANE, M.; UNSWORTH, J. B. Pesticide soil sorption parameters: theory, measurement, uses, limitations and reliability. **Pest Management Science**, v.58, n.5 p.419-445, 2002.
- WIDERSON, M. R.; KIM, K. D. **The pesticide contamination prevention act: setting specific numerical values**. Sacramento, California, Dep. Food and Agric., Environmental Monitoring and Pest Management, 1986. 287p.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA PRÉ-SEMEADURA DA SOJA

Jamil Constantin¹, Rubem Silvério de Oliveira Júnior¹ e Robinson Luiz Contiero¹

¹Engenheiro-agrônomo, Doutor, Professor da Área de Ciências das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, PR. E-mail: constantin@teracom.com.br; rsojunior@uem.br; rcontiero@gmail.com

Quando foi introduzido o sistema Plantio Direto (ou Semeadura Direta) no Brasil, o controle de plantas daninhas era citado como um dos principais problemas da nova tecnologia. Além de representar elevados índices nos custos de produção, os herbicidas nem sempre produziam os efeitos desejados. A esse fato, associava-se a pouca assistência técnica disponível.

Após mais de 30 anos, as plantas daninhas não deixaram de ser um problema para o sistema, mas podem ser adequadamente controladas, a um custo acessível, desde que bem manejadas. Surgiram no mercado novos compostos químicos, e a pesquisa e a assistência técnica evoluíram e acumularam novos conhecimentos.

A dinâmica das plantas daninhas no sistema plantio direto é diferente do sistema de cultivo convencional. Como não há o preparo do solo – método de controle de plantas daninhas, no sistema plantio direto assume grande importância o planejamento das atividades agrícolas e pecuárias. Isto facilita a identificação de possíveis falhas no manejo das plantas daninhas e sua correção. Para isso, torna-se importante a escolha das culturas para rotação, de plantas para cobertura do solo e de medidas de controle apropriadas para a situação.

Reconhecidamente, a dependência no uso de herbicidas é maior no sistema plantio direto do que no convencional. É sabido também que o agricultor dispõe de várias alternativas de controle. As recomendações atualmente existentes são feitas para disponibilizar informações de ordem genérica. Entretanto, parte-se do princípio de que não existe a receita pronta. É preciso elaborar programas de manejo integrado.

Manejar significa gerenciar. Para que isso ocorra, é necessário realizar a análise individual do problema de cada propriedade, para então fazer um planejamento de longo prazo, o qual se inicia com o mapeamento das infestantes na área. Informações sobre a bioecologia das espécies, a definição das melhores alternativas a serem utilizadas e o monitoramento da comunidade fazem parte da administração do “problema plantas daninhas”. O Manejo Integrado é uma filosofia de trabalho, que difere profundamente da simples adoção de práticas isoladas. É preciso conhecer a fundo cada alternativa disponível para melhor manejá-la no conjunto.

Basicamente existem duas grandes etapas no uso de herbicidas. A primeira envolve o manejo das plantas daninhas que antecedem a semeadura da cultura. É popularmente conhecida como dessecação. A outra etapa diz respeito aos produtos de pré e pós-emergência utilizados na cultura instalada.

O êxito do plantio direto dependerá da disponibilidade de herbicidas que sejam eficazes na operação de “manejo” ou “dessecação” e após a instalação da cultura. O “manejo” ou “dessecação” antecedendo o plantio direto é fundamental para um bom desenvolvimento das lavouras. A eliminação das plantas daninhas antes da semeadura permite que a cultura tenha um desenvolvimento inicial rápido e vigoroso.

Trabalhos têm demonstrado que aplicações sequenciais, onde são aplicados antecipadamente herbicidas sistêmicos - tais como glyphosate e 2,4-D, e após 15 a 20 dias, na véspera ou na data da semeadura são aplicados herbicidas de contato como paraquat, paraquat + diuron, diquat e flumioxazin -, proporcionam maior eficiência no controle das plantas daninhas e permitem a semeadura no limpo. A segunda aplicação serve fundamentalmente para corrigir problemas de rebrotes e de novos fluxos de plantas daninhas já emergidas por ocasião da semeadura (MAROCHI, 1996; PINTO et al., 1997). De acordo com Pereira et al. (2000), o primeiro fluxo que emerge no verão é normalmente o de maior densidade e o que tem maior potencial de prejudicar a produtividade das culturas, uma vez que emerge antes ou com a cultura. Dessa forma, o controle do primeiro fluxo de plantas daninhas que emerge é fundamental para reduzir a interferência das mesmas sobre a produtividade das culturas que se estabelecerão posteriormente.

Outro ponto importante a se observar é o intervalo de tempo entre a dessecação e a semeadura das culturas. Têm-se verificado que em áreas com grande cobertura vegetal (40% a 50% de cobertura de solo) as culturas que são semeadas em períodos muito curtos após a operação de dessecação apresentam clorose das folhas no período inicial, com redução no desenvolvimento vegetativo, podendo implicar em queda de produtividade.

Calegari et al. (1998) relatam que a semeadura do milho logo após a dessecação da aveia pode acarretar germinação desuniforme e desenvolvimento inicial inadequado (estiolamento) das plântulas de milho, e recomendam um intervalo de tempo de pelo menos duas a três semanas entre o manejo da aveia e a semeadura do milho. Os mesmos autores também observaram que determinadas coberturas podem ter efeitos alelopáticos sobre culturas subsequentes, sendo que uma forma de diminuir esses efeitos seria aguardar um tempo maior para implantação do cultivo sobre a cobertura manejada. Melhiorança et al. (1998) observaram que a semeadura de soja em áreas de pastagem, realizada em período inferior a 15 dias após a aplicação do dessecante, resultou em clorose acentuada na parte aérea, especialmente na fase inicial da cultura. Peixoto; Souza (2002) verificaram que a produtividade da soja dói diminuída em até 13,9% quando esta foi semeada imediatamente após a dessecação do sorgo. Melhiorança; Vieira (1999) verificaram que a época de dessecação de *Brachiaria decumbens* afetou a produtividade e o desenvolvimento vegetativo da soja, sendo que a dessecação realizada 18 dias antes da semeadura propiciou produtividades 17% e 32% superiores às dessecações realizadas aos 7 e 1 dia antes da semeadura, respectivamente.

Em experimentos realizados por Constantin et al. (2005a, 2005b) e Oliveira Júnior et al. (2005), observaram-se reduções de produtividade quando o sistema de manejo aplique-plante (AP) foi utilizado, ou seja, quando a semeadura foi realizada imediatamente ou até 7 dias após a operação de manejo.

Com relação às plantas daninhas, experimentos conduzidos pelo Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá durante a safra 2003/2004, em conjunto com a Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda. (Coamo) e Cooperativa Agroindustrial Consolata (Copacol) (dados não publicados), demonstraram que a tendência é a mesma, ou seja, quanto menor o período entre a dessecação das plantas daninhas e a semeadura, maiores as reduções de produtividade nas culturas de soja e de milho. Nestes experimentos, compararam-se dessecações sequenciais iniciadas 20 dias antes da semeadura com dessecações realizadas 7 dias antes da semeadura e dessecações realizadas no dia da semeadura (sistema aplique-plante). Em todos os casos, a cobertura do solo pelas infestantes no momento das aplicações situava-se entre 60% e 100%.

Para os trabalhos conduzidos dentro das estações experimentais das duas cooperativas, verificou-se que a dessecação 20 dias antes da semeadura resultou num aumento da produtividade

da soja de 6,8 e 7,8 sacos ha^{-1} , quando comparada respectivamente com as dessecações 7 dias antes da semeadura e na data da semeadura (aplique-plante). No milho, estas diferenças foram de 10,9 sacos ha^{-1} e 18,5 sacos ha^{-1} a mais a favor da dessecação realizada 20 dias antes da semeadura. Em experimentos conduzidos em seis áreas de cooperados da Coamo, na cultura da soja, as diferenças foram ainda maiores, resultando em queda média de 11,23 sacos ha^{-1} no sistema aplique-plante em comparação com a dessecação realizada 20 dias antes. Conclui-se, dessa forma, que a soja e o milho que emergiram e tiveram o seu desenvolvimento inicial em meio à cobertura vegetal (sistemas aplique-plante e 7 dias antes da semeadura) não totalmente dessecada tiveram sua produtividade reduzida.

Todos os sistemas testados acabam atingindo bons níveis de controle das infestantes com o decorrer do tempo. A diferença básica entre eles está principalmente na velocidade de dessecação da biomassa das plantas daninhas, o que, por sua vez, implica no grau de cobertura do solo no momento da emergência da cultura e no seu desenvolvimento inicial. Assim, para os sistemas de dessecação 7 dias antes e aplique-plante, as culturas emergiram e se desenvolveram inicialmente sob intenso sombreamento, e mesmo com estes sistemas atingindo uma boa dessecação aos 14 dias após a semeadura as plantas daninhas, ainda continuavam “em pé” e sombreando o milho e a soja. O primeiro resultado deste fato foi o aparecimento de clorose e estiolamento das culturas, retardando o desenvolvimento e culminando com menores produtividades. Para dessecação 20 dias antes, já no momento da semeadura o nível de controle era elevado e as plantas daninhas estavam tombadas rente ao solo, não interferindo no desenvolvimento da cultura. Ressalta-se que nos experimentos nas áreas de cooperados da Coamo, em duas propriedades, as perdas atingiram até 50% da produção de soja no sistema aplique-plante. Estas áreas passaram por um período de seca prolongado, sugerindo que a importância do manejo utilizado antes da semeadura é aumentada quando a lavoura passa por condições adversas durante o ciclo, possivelmente em virtude do estresse sofrido inicialmente, o que pode comprometer a resistência da cultura às condições adversas.

Deve-se considerar, é claro, que, além do sombreamento inicial das culturas, existem outros fatores como a demanda de nitrogênio pelos microrganismos decompositores, efeitos alelopáticos e outros aspectos que ainda deverão ser estudados e esclarecidos, para melhor explicar estas quedas de produtividade e, com isso, evitá-las. Mas, pode-se dizer que quanto maior a cobertura do solo, implicando em elevada massa verde, maior será o prejuízo se a semeadura for realizada pouco tempo após a dessecação. Já em áreas de baixa infestação, com pouca cobertura do solo, a semeadura poderá ser feita logo após a operação de dessecação, sem prejuízo da produtividade.

São evidentes os benefícios do manejo antecipado nas áreas de alta infestação e/ou elevada cobertura do solo por ocasião da operação de manejo. No entanto, em muitas ocasiões a efetivação desta operação pode implicar no atraso da data de semeadura da cultura, o que pode resultar em efeitos indesejáveis para a lavoura. A primeira aplicação de manejo depende do início das chuvas que antecedem a semeadura de verão. Este fato ocorre pela necessidade de haver disponibilidade de água no solo para que os herbicidas sistêmicos utilizados na primeira aplicação de manejo possam ser adequadamente absorvidos e translocados. Também é esperado que, entre a primeira e a segunda aplicação de manejo, haja a ocorrência de chuvas que estimulem a germinação do primeiro fluxo de plantas daninhas.

Haverá ocasiões nas quais não será possível realizar duas aplicações de manejo, seja por questões de logística da propriedade, seja pelo atraso do início das chuvas ou mesmo pela resistência do produtor em adotar o sistema de manejo antecipado. Partindo do pressuposto que a decisão tomada privilegiou uma única aplicação de manejo em áreas-problema, é necessário traçar novas estratégias eficazes para evitar a interferência negativa da biomassa sobre a emergência e o desenvolvimento inicial das culturas semeadas.

Como benefícios adicionais, em virtude da inibição do primeiro fluxo de emergência de plantas daninhas, pode-se conseguir uma postergação da época de aplicação do controle pós-emergente nas culturas, o que, no caso de culturas como a soja, por exemplo, implica no aumento da tolerância da cultura aos herbicidas utilizados. Em médio e longo prazo, tal manejo permite prever a redução da densidade dos bancos de sementes de plantas daninhas presentes no solo, o que permite supor a maior facilidade no controle das mesmas. Outro aspecto interessante é que, dentro do panorama de intensificação do uso do glyphosate, em virtude das culturas transgênicas, a utilização de outro herbicida com mecanismo de ação distinto pode prevenir ou retardar o aparecimento de biótipos resistentes de plantas daninhas.

Soja: controle na hora certa

As plantas daninhas causam interferência sobre as culturas, diminuindo a produtividade das mesmas. A intensidade da redução na produtividade varia em consequência de vários fatores e, dentre eles, se destaca o período de convivência entre planta daninha e a cultura.

As primeiras pesquisas no Brasil demonstravam que a soja poderia conviver com o mato por um período de 20-30 dias iniciais, sem que a produção fosse afetada. Ou seja, a partir da emergência da soja, poder-se-ia fazer o controle das plantas daninhas aos 20 ou 30 dias que a produtividade da cultura não diminuiria. Isto se baseia no fato de que as exigências da soja e do mato ainda seriam pequenas nesse período, dessa forma, o meio conseguiria suprir a necessidade de ambos. Após esse período (20-30 dias), os competidores aumentariam substancialmente suas necessidades, o meio não conseguiria suprir a ambos e, assim, se instalaria interferência com consequente queda na produção.

Dessa forma, é comum o produtor iniciar o controle do mato quando da utilização de herbicidas pós-emergentes, entre 20-30 dias da emergência da soja.

Entretanto, não podemos nos esquecer de que a densidade de infestação é um dos fatores determinantes na precocidade e intensidade da interferência. Consequentemente em áreas com maior número de plantas daninhas, a interferência se instalaria mais cedo e poderiam ocorrer prejuízos significativos, casos as medidas de controle fossem efetuadas entre 20-30 dias da emergência da soja.

Trabalhos mais recentes de mato-interferência têm verificado que, em áreas de soja com média a alta infestação de plantas daninhas, há necessidade de controles mais precoces para que a cultura expresse todo o seu potencial produtivo. É o que demonstra Apoloni et al. (2004), em um experimento onde havia 40 plantas de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophilla*) por metro quadrado infestando uma lavoura de soja. Os autores concluíram que para esta lavoura o máximo que se poderia esperar para se efetuar o controle seria de 12 dias após a emergência da soja. Quando se realizou o controle entre 20 e 30 dias, as perdas na produção foram significativas.

Melhorança et al. (2000) realizaram dois experimentos no Mato Grosso do Sul em áreas de soja com alta infestação de plantas daninhas. Em Ponta Porã, ocorreram reduções de produtividade de 0,91% para cada dia de convivência inicial da cultura com as plantas daninhas; já em Chapadão do Sul as reduções de produtividade foram de 0,32% para cada dia de convivência inicial. Ressalta-se que nestes experimentos, mesmo para o controle de mato aos 7 dias da emergência da soja, ocorreram perdas significativas de produtividade, denotando necessidade de um controle mais precoce ainda.

Por fim, recomenda-se que quanto maior a infestação de plantas daninhas, mais cedo se deve fazer o controle, chegando-se ao ponto de que em áreas com elevada infestação, onde as plantas daninhas emergem antes ou com a soja, controles em pré-emergência ou aplicações

em pós-emergência 10 dias após a saída da cultura seriam opções para se evitar a interferência precoce. Controles entre 20 e 30 dias da emergência da soja só seriam recomendados em áreas com baixa infestação de plantas daninhas, pois, em áreas de média a alta infestação implicariam em perdas de produção, mesmo o controle sendo eficiente. Ou seja, além do método de controle ser eficiente, ele deve ser realizado na hora certa para que não ocorram perdas de produção.

Referências

APOLONI, D.K.M.; OLIVEIRA JR., R.S.O.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de casos com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.239-246, abr./jun. 2004.

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, Sucessões e Rotações. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. (Org.) **Sistema plantio direto: o produtor pergunta a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p. 59-80..

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; PAGLIARI, P. H.; COSTA, J. M.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; ALONSO, D. G.; ROSO, A. C. Sistemas de manejo: efeitos sobre o desenvolvimento da soja e sobre o controle de plantas daninhas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005a. p. 527-528.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; PAGLIARI, P. H.; DALBOSCO, M.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; ALONSO, D. G. Influência de sistemas de manejo de plantas daninhas antecedendo o plantio sobre a cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005b. p. 529-530.

MAROCHI, A. I. Avaliação de métodos de controle químico para *Richardia brasiliensis* (poaia-branca), infestando áreas sob plantio direto da região sul do Brasil. In: **Zapp: desafio do novo**. São Paulo: Zeneca Agrícola, 1996. p.175-186.

MELHORANÇA, A. L.; CONSTANTIN, J.; PEREIRA, F. A. R.; GAZZIERO, D. L. P.; VALENTE, T. O.; ROMAN, E. S. Plantas daninhas e seu controle. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. (Org.) **Sistema plantio direto: o produtor pergunta a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p. 177-194.

MELHORANÇA, A. L.; VELINI, E. D.; MARTINS, D. Efeitos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas sobre a produtividade da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 39.

MELHORANÇA, A. L.; VIEIRA, C. P. Efeito da época de dessecação sobre o desenvolvimento e produção da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21., Dourados, 1999. **Resumos...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 224-225.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; ROSO, A. C.; SOARES, R.; HOMEM, L. M. Efeito de dois sistemas de manejo sobre o desenvolvimento e a produtividade da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 525-526.

PEREIRA, E. S.; VELINI, E. D.; CARVALHO, L. R.; MAIMONIRODELLA, R. C. S. Avaliações qualitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 207-216, abr./jun. 2000.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sob plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 252-258, abri. 2002.

PINTO, J. J. O.; BORGES, E. S.; AGOSTINETTO, D.; HENN, O. Manejo de herbicidas dessecantes no sistema de cultivo mínimo na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Viçosa, MG: SBCPD, 1997. p. 165.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MAMONEIRA

Augusto Guerreiro Fontoura Costa¹, Valdinei Sofiatti¹ e Cleber Daniel de Goes Maciel²

¹ Pesquisador da Embrapa Algodão; ² Professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro)

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de importância econômica, uma vez que de suas sementes se obtém o óleo de rícino, que possui excelentes propriedades e largo uso como insumo industrial. Além disso, a torta gerada no processo de industrialização de seu óleo é um subproduto de grande aplicabilidade como fertilizante (SANTOS et al., 2007). É uma das espécies com maior produtividade e teor de óleo (NASS et al., 2007) e possui relevância social, principalmente por ser cultivada com intensivo uso de mão de obra familiar, principalmente na região semiárida brasileira.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mamona (FAO, 2013), sendo a região Nordeste a de maior participação na produção. Entretanto, nas últimas cinco safras (2007/2008 a 2011/2012), em média, a produção nacional foi de 97 mil toneladas, com a área cultivada de 165 mil hectares e produtividade de 564 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). Considerando-se que a mamoneira pode produzir mais de 4.000 kg ha⁻¹ (SORATTO et al., 2011), a produtividade brasileira pode ser considerada baixa. Segundo Vaz et al. (2010), esse tem sido um dos principais motivos que tornam a cultura da mamoneira pouco rentável e competitiva, em relação a outras oleaginosas, como a soja.

A interferência causada pela presença de plantas daninhas pode afetar a produtividade e operacionalização dos sistemas de produção de culturas oleaginosas, como é o caso da mamoneira. Os efeitos negativos observados são resultantes de pressões ambientais diretas (competição principalmente por água, luz, nutrientes e espaço físico, alelopatia e interferência na colheita) ou indiretas (hospedando pragas, doenças, e nematoides) (PITELLI, 1985).

A mamoneira é considerada bastante sensível à competição com plantas daninhas (FERREIRA et al., 2009), sendo que o nível tecnológico empregado no seu cultivo e no manejo das infestantes tem sido bastante variável entre as diferentes regiões brasileiras (MACIEL, 2006), ocorrendo perda de rendimento por causa da falta de informações (AZEVEDO et al., 2007; MACIEL et al., 2008). Segundo Beltrão; Alves (2008); Silva et al. (2010a), os conhecimentos adquiridos sobre o controle de plantas daninhas na cultura da mamoneira ainda são limitados, havendo a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas. Sendo assim, o manejo de plantas infestantes na cultura da mamoneira é de fundamental importância para obtenção de sistemas que permitam a expansão da cultura no Brasil, além de incrementar a produtividade e retorno econômico.

Interferência de plantas daninhas

O grau de interferência de plantas daninhas sobre as plantas cultivadas é influenciado por fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão do período de convivência. Além disso, pode ser alterado pelas condições edáficas, climáticas e de tratamentos culturais (PITELLI, 1985).

A mamoneira é uma espécie de metabolismo fotossintético C_3 , caracterizada por apresentar baixa eficiência fotossintética, crescimento inicial lento e pouca competitividade (AZEVEDO et al., 2007; BELTRÃO et al., 2006a), sendo muito sensível à interferência de plantas daninhas. A redução na produtividade da mamoneira pode chegar a 86%, de acordo com resultados obtidos por Azevedo et al. (2006) no Semiárido brasileiro. Em 2012, em pesquisa realizada nesse mesmo bioma do Nordeste, essa diminuição atingiu 95% quando não houve controle algum das espécies infestantes (dados não publicados).

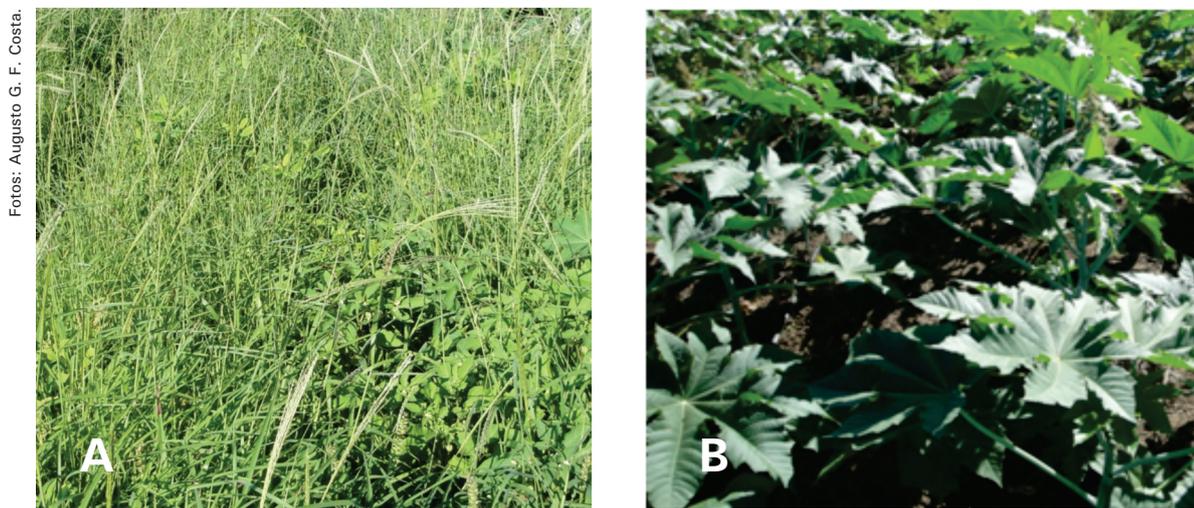


Figura 1. Cultivo de mamoneira sem (A) e com (B) controle de plantas daninhas no Semiárido do Município de Sousa, PB.

Outro fator que contribui para essa interferência são as densidades de semeadura normalmente utilizadas, representadas por espaçamentos largos (3,0 m x 1,0 m em cultivares de porte alto e 1,0 m x 1,0 m e 1,0 m x 0,5 m nas cultivares de porte baixo), resultando em baixa eficiência na interceptação da radiação solar incidente, especialmente na fase de estabelecimento da cultura e, em consequência, proporciona baixa supressão das plantas daninhas (SILVA et al., 2005).

Para determinar quando deve ser realizado o controle de plantas daninhas na cultura da mamoneira, trabalhos de determinação de períodos de interferência têm sido realizados nas condições brasileiras. Maciel et al. (2004) realizaram ensaio em Paraguaçu Paulista, SP, utilizando a cultivar AL Guarany 2002 (porte médio) e espaçamento 1,0 m x 1,0 m, e constataram que o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) ocorreu dos 9 aos 41 dias após a emergência da mamoneira (DAE). Na região Nordeste, Azevedo et al. (2006), a partir de trabalho desenvolvido com a cultivar de porte médio Sipeal 28, no espaçamento 2,0 m x 1,0 m, na região dos Cariris Velhos (PB), constataram que o período crítico de competição ocorreu entre a 2ª e 12ª semana após a emergência.

De acordo com Silva et al. (2005), reduções no espaçamento da mamona podem resultar em diminuição no período de interferência das plantas daninhas. Corroborando com essa afirmação, Maciel et al. (2006a), utilizando a cultivar Íris (porte baixo), na região do Médio Vale do Parapanema (SP), constataram que em espaçamentos de 0,5 m x 1,0 m e 0,5 m x 0,5 m os PCPI ocorreram do 9 ao 35 e 3 ao 25 DAE, respectivamente. Mais recentemente, Maciel et al. (2007a), utilizando a cultivar Savana (porte baixo) em sistema de plantio direto no Município de Garça, SP, com espaçamento de 0,5 m x 1,0 m, constataram com base no desenvolvimento vegetativo que o PCPI ocorreu do 6 ao 40 DAE. Resultados semelhantes foram obtidos em Cassilândia, MS, por Tropaldi et al. (2011) com a cultivar Lyra (porte baixo),

semeada com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 66.500 plantas ha⁻¹, obtendo PCPI dos 14 aos 42 DAE. Portanto, esses trabalhos de períodos de interferência em condições brasileiras permitem concluir que as maiores densidades de cultivo da mamoneira reduziram os períodos críticos onde se faz efetivamente necessário o controle das plantas daninhas, apesar do maior espaçamento ter sido utilizado na condição de cultivo do Semiárido do Nordeste brasileiro, e os demais, com espaçamentos menores, no Sudeste e Centro-Oeste.

Métodos de controle

Os métodos culturais, mecânicos e químicos têm sido considerados como alternativas de controle de plantas daninhas em mamoneira (AZEVEDO et al., 2007; BELTRÃO et al., 2006a; BELTRÃO et al., 2006b; DEUBER, 1997; SAVY FILHO, 2005). Entretanto, a associação de métodos normalmente é empregada considerando a possibilidade de integração de práticas agrícolas que proporcionem estratégias de controle adaptadas às condições locais de infraestrutura, à disponibilidade de mão de obra e de implementos e aos custos. Independente dos métodos de controle a serem utilizados, sempre que possível, devem ser combinadas medidas preventivas que evitem a entrada de sementes e outras estruturas de propagação de plantas daninhas nas áreas de cultivo. Nesse sentido, como exemplos, podem-se mencionar a limpeza de máquinas e equipamentos; o uso de insumos com ausência ou menor risco de presença de propágulos, como sementes certificadas e esterco curtido; o manejo da infestação nos arredores das áreas cultivadas e o controle da entrada de animais.

Controle cultural

Entre as principais formas de controle cultural de plantas daninhas na cultura da mamoneira, destacam-se o sistema de preparo do solo, a rotação de culturas, a consorciação e a população de plantas (AZEVEDO et al., 2007).

Nos sistemas de produção onde se utiliza o preparo do solo com arado, grade aradora e/ou niveladora, as sementes e demais propágulos de plantas daninhas podem ser incorporados a maiores profundidades e/ou destruídos, dificultando ou impedindo sua germinação, brotação e emergência. Entretanto, essa prática deve ser realizada com critério técnico, caso contrário pode levar à degradação física, química e biológica do solo.

Foto: Cleber D. de G. Maciel.



Figura 2. Solo preparado para semeadura da mamoneira. Nas laterais encontra-se ilustrado o controle das plantas daninhas onde se efetuaram as operações de aração, calagem e gradagem, ao contrário do centro, onde não foi efetuado gradagem final para incorporação do calcário, com as plantas daninhas remanescentes.

Severino et al. (2006a) consideram a escolha da população de plantas como prática cultural extremamente simples e de grande impacto no controle de plantas daninhas, assim como na produtividade, entre outros aspectos da cultura. Para Bizinoto et al. (2010), mamoneiras de porte baixo permitem redução de densidade de semeadura e, por isso, são vantajosas no controle de plantas daninhas, sendo importante o desenvolvimento de novas cultivares com essa característica, que proporciona o sombreamento mais rápido nas linhas e entrelinhas.

Como abordado anteriormente, Maciel et al. (2006a) constataram redução do PCPI quando foi reduzida a densidade de semeadura da cultivar de mamoneira Íris. Carvalho et al. (2010) mencionam que o adensamento da população de 12,5 mil plantas ha⁻¹ resultou em maior produtividade das cultivares BRS 188 Paraguaçu e BRS 149 Nordestina. Na Figura 3, é possível observar maior fechamento e sombreamento das entrelinhas em virtude da maior população de plantas obtida com a cultivar BRS Energia nas condições do Semiárido da Paraíba.



Figura 3. Efeito da população de plantas de mamoneira no fechamento da cultura.

De acordo com Maciel (2006), a adoção do sistema de semeadura direta para a cultura da mamona permitiria maior flexibilidade na época de semeadura, possibilitando que a mesma seja realizada logo após a dessecação ou em até vários dias após o manejo da cobertura vegetal antecessora. Segundo o autor, várias são as opções de culturas de sucessão, como, por exemplo, milho, milheto, sorgo, cana-de-açúcar, trigo, aveia-preta e capim-braquiária, as quais seus resíduos culturais apresentam relação C/N alta e características físico-químicas favoráveis como cobertura morta para as diferentes regiões do Brasil. Resultados de trabalhos desenvolvidos a campo por Ferrari Neto et al. (2011) com palhadas dessecadas das espécies guandu-anão (*Cajanus cajan*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), em cultivo solteiro e consorciado, evidenciaram comportamentos favoráveis, não havendo impedimento do desenvolvimento da mamoneira. Novo et al. (2007) constataram que adição de palha de cana-de-açúcar à superfície do solo não alterou a emergência das mamoneiras IAC Guarani, Íris e IAC-2028, assim como foi favorável ao desenvolvimento inicial das referidas cultivares.

Na região de Botucatu, SP, foi obtida redução de 87,6% na população e 60% na biomassa de plantas daninhas com um sistema de produção “safra-safrinha” de mamoneira cultivada após arroz, quando comparado ao cultivo “safra-pousio” (Castro et al., 2011), indicando que a oleaginosa integrada à sucessão e rotação de culturas pode contribuir no manejo da infestação.

A mamoneira consorciada com outras culturas para produção de alimentos é prática muito utilizada em pequenas propriedades. De acordo com Azevedo et al. (2007), o consórcio por si só representa potencial para aumentar a competitividade das plantas cultivadas em relação às plantas daninhas. Entretanto, a eficácia como método de controle depende das condições de cultivo e sua adoção deve estar atrelada às implicações operacionais e o que o produtor espera em termos de produtividade e retorno financeiro.

Controle mecânico

O controle mecânico, realizado por meio de capinas manuais com enxadas e/ou por cultivos mecânico com equipamentos de tração animal ou tratorizado, tem sido o método mais difundido na cultura da mamoneira, principalmente para pequenas propriedades (BELTRÃO et al., 2006a; BELTRÃO et al., 2006b; DEUBER, 1997; SAVY FILHO, 2005; WEISS, 1983). Em geral, as variedades de porte alto, por apresentam espaçamentos maiores, necessitam de até três capinas durante o ciclo para o controle da infestação. As capinas com enxadas e/ou cultivadores (Figura 4), nas linhas e entrelinhas, resultam em controle em área total, sendo normalmente realizadas a partir dos estádios iniciais do desenvolvimento da cultura, evitando-se solos úmidos e preferencialmente em dias quentes e secos (CONSTANTIN, 2011; SILVA et al., 2007). Nessas operações podem ocorrer danos às raízes superficiais da mamoneira, exigindo maior cuidado por parte do produtor, para que a profundidade de corte não ultrapasse 3,0 cm (AZEVEDO et al., 2007; MELHORANÇA; STAUT, 2005; YAROSLAVSKAYA, 1986). Outra possibilidade no controle mecânico é a utilização de roçadeiras manuais ou motorizadas, principalmente na entrelinha, substituindo o cultivador quando as raízes da cultura estão mais desenvolvidas e os riscos de danos às mesmas aumentam.

Fotos: Cleber D. de G. Maciel.



Figura 4. Controle mecânico com cultivadores tratorizados e possíveis danos físicos na cultura da mamona.

Paulo et al. (1997), utilizando a cultivar de porte alto IAC-80 em espaçamento 3,0 m x 1,0 m, constataram que faixas de capina sobre a linha da cultura devem ter largura mínima de 1,0 m para não ocorrer redução da produtividade. Segundo Savy Filho (2005), a adoção da capina em faixa de 1,0 m sobre a linha da cultura associada à manutenção de plantas daninhas na entrelinha por meio de roçada a 0,3 m de altura, além de promover economia de mão de obra e de tempo, também contribui para a conservação dos solos contra possíveis problemas de erosões laminares e/ou eólicas. De acordo com Araújo et al. (2007), o custo para realização do controle das plantas daninhas com cultivador e enxada no sistema tradicional da agricultura familiar no Nordeste brasileiro representa 28% do custo de produção. Além disso, a mão de obra no campo tem se tornada escassa, dificultando o procedimento do controle mecânico.

Estima-se que 15 homens/dia sejam necessários para capinar 1 hectare de mamona, estando as plantas daninhas em início de estágio de desenvolvimento. Para o cultivo das entrelinhas com tração animal, em média, são necessários 2 dias/homem/cultivador por hectare, ao contrário da tração tratorizada, a qual, em velocidade de 7 km/h e faixa de trabalho de 2,0 m de largura, gasta-se apenas 1 hora por hectare (AZEVEDO et al., 2007).

Controle químico

Apesar de o uso de herbicidas na cultura da mamona não ser o mais difundido entre os produtores, provavelmente, é o método de controle mais prático e econômico de manejo das plantas daninhas (MACIEL, 2006). A introdução de novas cultivares de porte baixo tem possibilitado a redução do espaçamento entre plantas, e, conseqüentemente, tornando o controle químico ferramenta importante para o manejo de plantas daninhas na cultura da mamona, uma vez que com o aumento da população de plantas o controle mecânico é dificultado.

O cultivo em larga escala da maioria das espécies agrícolas somente é possível com a disponibilidade de herbicidas seletivos, visto que as demais técnicas são extremamente onerosas por necessitarem de grande quantidade de mão de obra (SILVA et al., 2010a). Para Albuquerque et al. (2008), há um desconhecimento sobre a seletividade de herbicidas para mamoneira, que tem dificultado a expansão da cultura em áreas extensas. Vitorino et al. (2008) mencionaram que muitos herbicidas são utilizados para controle da mamona em outras culturas, implicando em dificuldades para encontrar produtos que controlem plantas daninhas eudicotiledôneas e que sejam seletivos à mamoneira. Dessa forma, as pesquisas sobre controle químico têm sido principalmente direcionadas para estudos de seletividade, no intuito de encontrar herbicidas que, além de apresentarem amplo espectro de controle de espécies infestantes, não interfiram no desenvolvimento da mamoneira.

Entre as opções de herbicidas estudados, a maioria são produtos utilizados em pré-emergência – PRÉ - (AZEVEDO et al., 2007; BELTRÃO et al., 2006b), os quais controlam predominantemente espécies monocotiledôneas e algumas eudicotiledôneas. Estudos com o herbicida alachlor verificaram que o mesmo ocasionou sintomas de fitointoxicação ou interferência na germinação, crescimento e/ou desenvolvimento inicial quando aplicado em PPI (DAMASCENO et al., 2008) e PRÉ (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2008; RAMOS et al., 2006; SANTOS et al., 2008). De forma contrária, Moraes et al. (2008a) não constataram redução na germinação da mamoneira quando aplicado em PRÉ. Esses resultados divergentes provavelmente ocorram por causa das diferenças entre as classes de solos dos experimentos, que podem influenciar diferentemente na adsorção do alachlor aos coloides minerais e orgânicos do solo, assim como também podem estar relacionados às condições climatológicas distintas, tais como a quantidade de precipitação pluviométrica, apesar da sua baixa solubilidade em água (242 ppm). Assim como o alachlor, o metolachlor é outro herbicida do grupo químico das cloroacetanilidas, que, segundo Manickam et al. (2009), a aplicação em PRÉ pode resultar em um bom controle inicial de plantas daninhas e incremento na produtividade da mamoneira. Adicionalmente, Mascarenhas et al. (2010) também constataram seletividade da mamoneira para o S-metolachlor aplicado em PRÉ.

A partir de estudo conduzido por duas safras consecutivas, nos quais foi avaliada a produtividade da mamoneira, Beltrão et al. (2004) não verificaram fitointoxicação de diuron e pendimethalin aplicados em PRÉ em solo de elevados teores de argila e matéria orgânica. Mais recentemente foram constatados efeitos prejudiciais de diuron na germinação e crescimento inicial da cultura (CARDOSO et al., 2006; MORAES et al., 2008a,b). Vale ressaltar que, em solos leves caracterizados por baixos teores de argila e matéria orgânica, a capacidade de adsorção do diuron é reduzida, prejudicando sua capacidade seletiva para a cultura da mamoneira.

Pendimethalin, avaliado nos estádios iniciais de crescimento e desenvolvimento da mamoneira em trabalhos de casa-de-vegetação, tem indicado seletividade quando aplicado em PRÉ (CARDOSO et al., 2006; SEVERINO et al., 2006c), assim como em alguns casos também sendo fitotóxico em pré-plantio incorporado – PPI - (SEVERINO et al., 2006c) ou PRÉ (RAMOS et al., 2006). Em condições de campo outros trabalhos indicaram que o produto foi seletivo para mamoneira em aplicações em PPI (MACIEL et al., 2007b) e PRÉ (MACIEL et al., 2012;

SOFIATTI et al., 2012). Outro herbicida pertencente ao grupo químico das dinitroanilinas que tem mostrado elevada seletividade é o trifluralin em aplicações de PRÉ (MASCARENHAS et al., 2010; SOFIATTI et al., 2012) e PPI (MACIEL et al., 2007b). Entretanto, Maciel et al. (2012) constataram que o trifluralin em PRÉ incrementou significativamente a produtividade da variedade AL Guarany 2002, em sementeiras a partir de 5,0 cm de profundidade, ao contrário dos híbridos Íris e Savana, onde na maioria das profundidades de semeadura estudadas ocorreram decréscimos de produtividade.

Pesquisas conduzidas com clomazone, nas quais foram realizadas avaliações de crescimento inicial da mamoneira, constataram fitotoxicidade nas aplicações em PPI ou PRÉ (MASCARENHAS et al., 2010; SEVERINO et al., 2006d). Em outros casos em PRÉ, não se observaram efeitos deletérios sobre a oleaginosa (CARDOSO et al., 2006; THEISEN et al., 2006). MACIEL et al. (2007b) constataram seletividade para clomazone aplicado isoladamente ou em mistura em tanque de clomazone + trifluralin em condições de campo com solo arenoso. Recentemente, Silva (2011) verificou que, em solos de textura franco-arenosa e arenosa, baixas dosagens de clomazone foram suficientes para ocasionar redução no crescimento do sistema radicular e crescimento da mamoneira. Nesse trabalho, verificou-se que o clomazone foi seletivo para mamoneira nas dosagens comumente recomendadas para o controle de plantas daninhas, desde que o solo apresente elevado teor de matéria orgânica e/ou textura mais argilosa.

Para o controle em pós-emergência (PÓS) de espécies monocotiledôneas, alguns herbicidas inibidores da enzima acetil coenzima-A carboxilase (ACCCase) apresentam seletividade à cultura da mamoneira e podem ser utilizados em caso de falhas da aplicação em pré-emergência. Mascarenhas et al. (2010) não constataram efeitos tóxicos no crescimento inicial com fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butil, sethoxydim e tepraloxym. Para este último composto, Maciel et al. (2011) verificaram toxicidade em ensaio a campo, entretanto, no mesmo estudo, além de fluazifop-p-butil e sethoxydim, haloxyfop-methyl, quizalofop-p-ethyl, clethodim, propaquizafop e butoxydim não causaram injúrias ou redução na produtividade para mamoneira AL Guarany 2002. De forma semelhante, Grichar et al. (2012) também constataram alta seletividade da mamoneira para clethodim e fluazifop-p-butil em dois anos agrícolas no Estado do Texas (USA).

Em relação ao controle de espécies eudicotiledôneas, Maciel et al. (2006b) constataram seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl (inibidores da enzima acetolactato sintase - ALS) aplicados em POS nos estádios de 4 a 5 e/ou 7 a 8 folhas dos cultivares de mamoneira Lira, Íris, Savana e AL Guarany 2002. Esses resultados corroborados com os descritos por Sofiatti et al. (2008) e Silva et al. (2010b) foram tratados até o momento como a única opção de latifolicida seletivo para aplicação em POS na cultura da mamona. No entanto, o chlorimuron-ethyl também pode ser absorvido pelo sistema radicular da mamoneira e ocasionar fitointoxicação, principalmente, em solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica (SILVA, 2010). Sofiatti et al. (2012) verificaram que o manejo de plantas daninhas em PRÉ com trifluralin, pendimethalin ou clomazone associados a aplicação em POS de chlorimuron-ethyl controlaram satisfatoriamente as plantas daninhas sem causar efeitos fitotóxicos à cultura. A aplicação em POS incrementou a produtividade de sementes de mamona em 21% ao complementar o controle das infestantes realizado em PRÉ.

Ainda para aplicação em POS, Silva et al. (2010c) constataram que o herbicida halosulfuron (inibidores de ALS) também demonstrou seletividade para cultura da mamoneira nos estádios iniciais de crescimento, sendo uma boa opção para o controle de *Cyperus rotundus*. Outras possibilidades seriam as misturas de herbicidas não seletivos, como paraquat + bentazon e

paraquat + diquat aplicados em jato dirigido apenas nas entrelinhas da cultura, também podendo ser utilizados como alternativa ao controle de plantas daninhas em PÓS da mamoneira (MACIEL et al., 2008). Vitorino et al. (2010) observaram controle eficiente de plantas daninhas por meio da aplicação em jato dirigido, utilizando-se o herbicida saflufenacil isolado ou em mistura em tanque com glyphosate. O saflufenacil é um inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX) e, atualmente, o único herbicida registrado para a cultura da mamoneira no Brasil. É indicado para uso no controle das plantas daninhas eudicotiledôneas por meio de aplicação em jato dirigido nas entrelinhas da cultura (BRASIL, 2013).

Com relação ao cultivo da mamoneira no sistema de semeadura direta, a qualidade do controle das plantas daninhas está diretamente relacionada aos cuidados no manejo antes da implantação da cultura, ou seja, durante a operação de dessecação, a qual terá importância fundamental na supressão da infestação por meio da cobertura morta formada sobre a superfície do solo (MACIEL, 2006). Nesse sentido, Maciel et al. (2006c) mencionaram a viabilidade de diferentes misturas em tanque de glyphosate com chlorimuron-ethyl, carfentrazone e 2,4-D, considerando a eficácia de controle na dessecação e/ou redução da sementeira para implantação da mamoneira. Entretanto, também constataram que as misturas glyphosate + flumioxazin e paraquat + diuron causam fitointoxicação à cultura, caracterizada por leve redução inicial do porte das plantas. Nesse trabalho, todos os tratamentos foram semeados 8 dias após dessecação e submetidos à aplicação de clethodim + fenoxaprop-p-ethyl e chlorimuron-ethyl, respectivamente, aos 25 e 30 dias após a emergência da mamoneira, visando ao controle de novos fluxos de emergência de plantas daninhas ("sementeira"). Em outro trabalho, Maciel et al. (2006d), avaliando a eficiência e o efeito residual de glyphosate isolado e glyphosate + 2,4-D sobre a sementeira de plantas daninhas, identificaram que o período ideal de semeadura da cultura da mamoneira encontra-se a partir do sexto dia após a dessecação, para as misturas em tanque com 2,4-D, indicando a possibilidade de cultivo da mamoneira em sistema bem próximo ao "aplique e plante", utilizado na cultura da soja.

Fotos: Cleber Daniel de Goes Maciel.

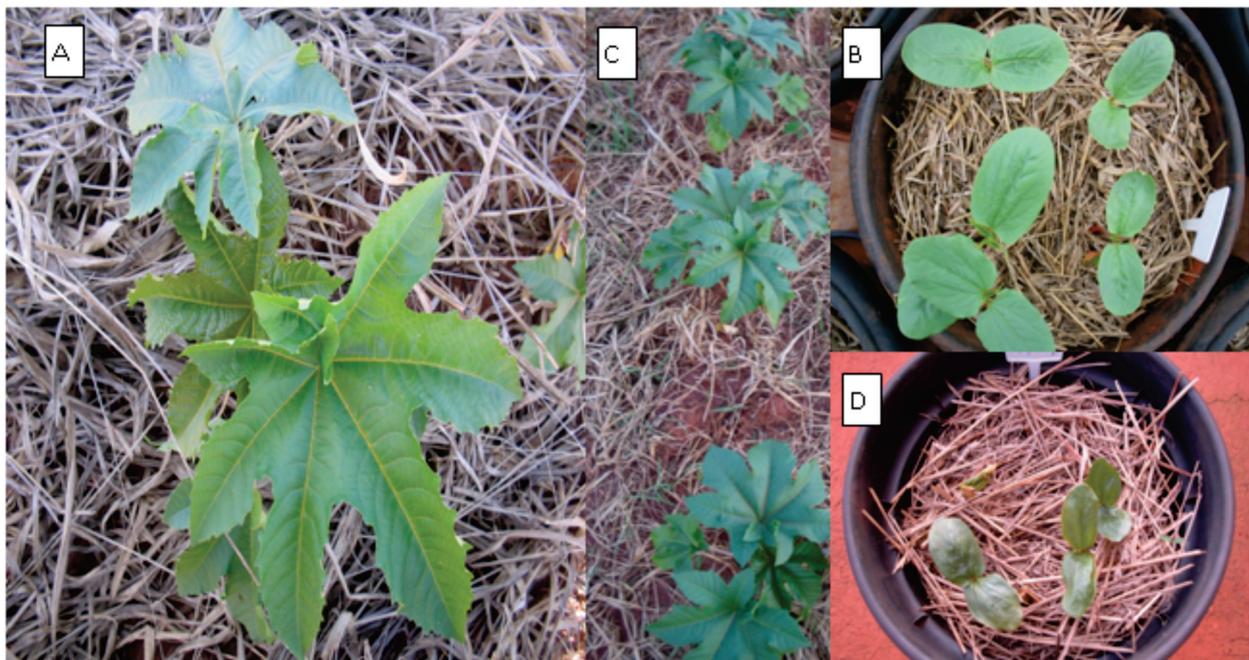


Figura 5. Sistema de semeadura direta da cultivar Íris em coberturas mortas, formadas por capim-braquiária (A e B) e infestação natural de plantas daninhas (C) e AL Guarany 2002 em palhada da cultura do trigo (D).

Manejo integrado de plantas daninhas

Em geral, para diversos cultivos agrícolas, o manejo integrado de plantas daninhas tem contribuído para o controle mais efetivo e sustentável das plantas infestantes (ACCIARESI et al., 2003; FERREIRA et al., 2010; GALON et al., 2007; MACHADO et al., 2006; PACHECO et al., 2009; RONCHI et al., 2008; THEISEN; BIANCHI, 2010). Essa integração visa à utilização conjunta de técnicas de controle para minimizar a interferência das plantas daninhas, mantendo suas populações em níveis abaixo de causarem danos econômicos, além de mitigar os efeitos negativos ao meio ambiente (RONCHI et al., 2010).

A utilização da consorciação de culturas como medida cultural tem se mostrado efetiva na supressão e redução da comunidade infestante em várias culturas (MACHADO et al., 2011; MARTINS, 1994; MOTA et al., 2010; MUELLER et al., 2001; SEVERINO et al., 2006b). A mamoneira tem sido consorciada predominantemente com feijoeiro comum, feijão-caupi ou milho (AZEVEDO et al., 2001), podendo auxiliar no manejo e redução da comunidade infestante e, conseqüentemente, do número de capinas na entrelinha (controle mecânico) da mamoneira. Manickam et al. (2009), em estudo realizado com mamoneira e amendoim consorciados, associando a aplicação do herbicida metolachlor em pré-emergência e o controle com enxada e cultivador aos 40 dias após a semeadura (DAS), constataram maior controle inicial de plantas daninhas quando comparado ao controle exclusivamente mecânico (aos 20 e 40 DAS), com maior produtividade em grãos para ambas as oleaginosas. Entretanto, quando é adotado o sistema de semeadura direta, os resíduos da cobertura vegetal presentes na superfície do solo podem atrasar e/ou reduzir a emergência de algumas espécies de plantas daninhas na cultura da mamoneira, ampliando o período disponível para o controle da infestação, com menor necessidade de herbicida (Maciel, 2006).

Além das práticas de controle culturais, anteriormente comentadas (época de semeadura, população de plantas, consórcio e cobertura morta), a rotação de culturas, principalmente nas áreas onde a amplitude do regime hídrico permite maior flexibilidade em relação à época de semeadura, pode também ser utilizada como estratégia a ser combinada com práticas mecânicas e/ou químicas. O mesmo pode ser dito caso ocorra o desenvolvimento do cultivo de mamoneira sob irrigação. O cultivo "safrinha" da mamoneira no Cerrado apresenta potencial para utilização e pode vir a favorecer tais práticas culturais. Adicionalmente, nos últimos anos a maioria dos esforços na cultura da mamoneira tem caminhado para o desenvolvimento de novos híbridos e cultivares de porte baixo mais adaptados aos sistemas de produção mecanizados e ao sistema de semeadura direta (FERRARI NETO et al., 2011), para os quais é necessário maior população de plantas.

Referências

- ACCIARESI, H. A.; BALBI, H. V.; CHIDICHIMO, H. O. Response of weed populations to tillage, reduced herbicide and fertilizer rates in wheat (*Triticum aestivum*) production. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 105-110, jan./mar. 2003.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; BRANT, R. S.; ROCHA, G. R.; JARDIM, R. R. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da mamoneira In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008. 1 CD ROM.
- ARAÚJO, J. M; CAVALCANTI, J. M.; CARTAXO, W. V.; VALE, D. G.; ALBUQUERQUE, F. A.; SOUZA, M. F.; ALVES, I. Coeficientes técnicos. In: MILANI, M.; SEVERINO, L. S. **Cultivo da mamona**. 2. ed. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/index.html>. Acesso em: 20 jun. 2007.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D. Controle de plantas daninhas. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. p. 333-359.

AZEVEDO, D. M. P.; SANTOS, J. W.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. B., PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas no consórcio mamoneira/milho. II. Eficiência agrônômica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 255-265, jan./abr. 2001.

AZEVEDO, D. M. P.; SANTOS, J. W.; SANTOS, T. S.; LEÃO, A. B. Período crítico de competição entre mamoneira e plantas daninhas. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 10, n. 1/2, p. 1017-1024, jan./ago. 2006.

BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, G. Potencial de utilização e manejo de plantas daninhas na cultura da mamona, girassol e pinhão manso. In: KARAM, D.; MASCARENHAS, M.H.T.; SILVA, J. B. A ciência das plantas daninhas na sustentabilidade dos sistemas agrícolas: In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, 16., Sete Lagoas, 2008. Palestras... Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; SBCPD, 2008. p. 235-240.

BELTRÃO, N. E. M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. **O cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006a. 62 p. (Embrapa Algodão. Cartilha, 1).

BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; AZEVEDO, D. M. P.; SILVA, O. R. R. Plantas daninhas. In: SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. M. **Mamona: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006b. p. 79-98 (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

BELTRÃO, N. E. M.; VASCONCELOS, O. L.; SEVERINO, L. S.; QUEIROZ, U. C.; QUEIROZ, W. N.; CARDOSO, G. D.; COSTA, F. X.; GUIMARÃES, M. M. B. Herbicidas diuron e pendimethalin na cultura da mamona, cultivo solteiro, no sudoeste da Bahia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD ROM.

BIZINOTO, T. K. M. C.; OLIVEIRA, E. G.; MARTINS, S. B.; SOUZA, S. A.; GOTARDO, M. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 367-370, abr./jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 06 ago. 2013.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. A.; ALMEIDA, F. A.; VALE, L. S. Estudo preliminar de seletividade de herbicidas à cultura da mamona. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD ROM.

CARVALHO, E. V.; SÁ, C. H. A. C.; COSTA, J. L.; AFFÉRI, F. S.; SIEBENEICHLER, S. C. Densidade de plantio em duas cultivares de mamona no Sul do Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 387-392, jul./set. 2010.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Sistemas de produção de grãos e incidência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, p. 1001-1010, 2011. Edição especial.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Mamona série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 6 ago. 2013.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia de manejo de plantas daninhas**. [s.l.]:Omnipax, 2011. p. 67-77.

DAMASCENO, J. C. A.; PEIXOTO, M. F. S. P.; SANTOS, A. C. Efeito do herbicida alachlor na velocidade e percentagem de emergência de plântulas de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008. 1 CD ROM.

DEUBER, R. **Ciências das plantas infestantes: manejo**. Campinas, 1997. v.2. p. 134-136.

FAO. Food and Agriculture Organization (FAO). **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P., COSTA, C. H. M. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 978-985, out./dez. 2011.

FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; GALON, L.; FRANCA, A. C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A. F.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 915-925, out./dez. 2010.

FERREIRA, U. C. Q.; QUEIROZ, W. N.; BELTRÃO, N. E. M. Fitotoxicidade e seletividade do herbicida trifloxysulfuron sodium na mamona cultivar BRS Nordestina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 916-21, 2009b.

GALON, L.; AGOSTINETTO, D.; MORAES, P. V. D.; DAL MAGRO, T.; PANOZZO, L. E.; BRANDOLT, R. R.; SANTOS, L. S. Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em arroz irrigado (*Oriza sativa*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.4, p. 709-718, out./dez.2007.

GRICHAR, W. J.; DOTRAY, P. A.; TROSTLE, C. L. Castor (*Ricinus communis* L.) tolerance to postemergence herbicides and weed control efficacy. **International Journal of Agronomy**. v. 12, p.1-5, 2012.

JÚNIOR, A. C. B. A.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, P. S.; BORGES, V. P.; PEIXOTO, M. C. P.; PEIXOTO, F. S. P. Herbicida alachlor na análise de crescimento de plantas de mamona em condições de casa-de-vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008. 1 CD ROM.

MACHADO, A. F. L.; CAMARGO, A. P. M.; FERREIRA, L. R.; SEDIYAMA, T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.. Mistura de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 107-114, jan./mar. 2006.

MACHADO, V. D.; TUFFI SANTOS, L. D. SANTOS JR., A.; MOTA, V. A.; PADILHA, S. V.; SANTOS, M. V. Fitossociologia de plantas daninhas em sistemas de integração de sorgo com braquiária sob diferentes formas de implantação da pastagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 85-95, jan./mar.2011.

MACIEL, C. D. G. Manejo na cultura da mamona em sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo , v. 95, p. 38-40, set./out. 2006.

MACIEL, C. D. G.; GAVA, F.; VELINI, E. D.; POLETINE, J. P.; AMARAL, J. G. C.; MARTINS, F. M. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mamona - Cultivar AL Guarany 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2004. 1 CD-ROM.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; AMARAL, J. G. C.; ZANI, L. P.; SANTOS, R. F.; RODRIGUES, M.; RAIMONDI, M. A.; RIBEIRO, R. B. Possibilidade de aplicação de misturas de herbicidas de ação total com jato dirigido em mamoneira de porte anão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 457-464, abr./jun. 2008.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C.; BERNARDO, R. S.; JARDIM, C. E.; ALVES, L. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mamona cultivar íris em diferentes espaçamentos de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006a. 1 CD ROM.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C.; RIBEIRO, R. B.; RODRIGUES, M.; RAIMONDI, M. A. Sistemas de manejo de plantas daninhas para semeadura direta da cultura da mamona. **Boletim Informativo SBCPD**, Jaboticabal, v. 12, n. 3, p. 51-54, jul./set. 2006c.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C.; SANTOS, H. R.; ARTIOLI, J. C.; SILVA, T. R. M.; FERREIRA, R. V.; LOLLI, J.; RAIMONDI, M. A. Períodos de interferência de plantas daninhas sobre as características do desenvolvimento vegetativo da mamoneira Savana. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n.1, p. 23-29, jan./abr.2007a.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C.; SANTOS, H. R.; ARTIOLI, J. C.; SILVA, T. R. M.; FERREIRA, R. V.; LOLLI, J.; RAIMONDI, M. A. Seletividade de herbicidas em cultivares de mamona. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 47-54, jan./abr. 2007b.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; ROSA, E. L.; RIBEIRO, R. B.; RODRIGUES, M.; RAIMONDI, M. A. Caracterização do intervalo de dessecação com glyphosate + 2,4-D e do uso de herbicidas em pós-emergência para mamona em sistema de semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006d. 1 CD ROM.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; ZANOTTO, M. D.; VELINI, E. D.; FLORENTINO, R. S.; ZANI, L. P. CRUZ, M.C. Desenvolvimento de cultivares de mamoneiras em relação à profundidade de semeadura e seletividade de herbicidas dinitroanilinas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 27-38, jan./mar.2012.

MACIEL, C. D. G.; RIBEIRO, R. B.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; ROSA, E. L.; RODRIGUES, M.; RAIMONDI, M. A. Seletividade do herbicida chlorimuron-ethyl (Chlorimuron Master Nortox®) para cultivares de mamoneira em diferentes estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD/ UNB /Embrapa Cerrados, 2006b. p. 191.

MACIEL, C. D. G.; SILVA, T. R. B.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; MARTINS, F. M.; GAVA, F. Seletividade e eficácia de herbicidas inibidores da enzima ACCase na cultura da mamona. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 609-616, jul./set. 2011.

MANICKAM, S.; KALAISELVAN, P.; SUBRAMANIYAN, K.; VENKATACHALAM, S. R. Role of herbicide in castor based intercropping system. **Journal of Phytological Research**, v. 22, n. 2, p. 291-294, 2009.

MARTINS, D. Comunidade infestante no consórcio de milho com leguminosas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 100-105, abr./jun.1994.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; KARAM, D.; ARAÚJO, S. G. A.; FERREIRA, P. C.; FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. V.; PEDROSA, M. W. Tolerância inicial de plantas de mamoneira a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. 1 CD-ROM.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, L. A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de Produção, 8).

MORAES, J. C. C.; PEIXOTO, M. F. S. P.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, A. C.; SILVA, M. R.; PRIMO, D. C. Herbicida alachlor e diuron na atividade microbiana do solo e germinação de sementes de mamona cultivada em baixa altitude. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008a. 1 CD ROM.

MORAES, J. C. C.; PRIMO, D. C.; SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; PEIXOTO, M. F. S. P. Efeito de diuron na germinação de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008b. 1 CD ROM.

MOTA, V. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS JUNIOR, A.; MACHADO, V. D.; SAMPAIO, R.A.; OLIVEIRA, F. L. R. Dinâmica de plantas daninhas em consórcio de sorgo e três forrageiras em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 759-768, out./dez. 2010.

MUELLER, S.; DURIGAN, J. C.; KREUZ, C. L.; BANZATTO, D. A. Épocas de consórcio de alho com cenoura em três sistemas de manejo de plantas daninhas em Jaboticabal-SP. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 39-50, jan./mar.2001.

NASS, L. L.; PEREIRA, P. A. A.; ELLISC, D. Biofuels in Brazil: an overview. **Crop Science**, v. 47, p. 2228-2237, 2007.

NOVO, M. C. S. S.; RAMOS, N. R.; LAGO, A. A. Efeito da adição de palha de cana-de-açúcar e da aplicação de vinhaça ao solo no desenvolvimento inicial de três cultivares de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n1, p.125-130, jan./abr. 2007.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 455-463, jul./set.2009.

PAULO, E. M.; KASAI, F. S.; SAVY FILHO, A. Efeito da largura da faixa de capina na cultura da mamona. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 145-153, jan./jun. 1997.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, set.1985.

RAMOS, N. P.; DEUBER, R.; NOVO, M. C. S. S.; KIKUTI, H.; SAVY FILHO, A. Seletividade de herbicidas em cultivares de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA, A. A.; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 215-228, out./dez. 2010.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; SANTANA, E. N.; FERREGUETTI, G. A. Manejo de plantas daninhas na cultura do mamoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 937-947, out./dez.2008.

SANTOS, A. C.; A. JÚNIOR, A. C. B.; BORGES, V. P.; OLIVEIRA, P. S.; PEIXOTO, M. F. S. P. Avaliação do impacto de diferentes doses do herbicida alachlor na qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de plantas de mamoneira (*Ricinus communis* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/ Embrapa Algodão, 2008. 1 CD ROM.

SANTOS, R. F.; KOURI, J; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. T.; REQUIÃO, L. E. G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: Azevedo, D. M. P.; Beltrão, N. E. M. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 21-41.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferência mútua entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 53-60, jan./mar.2006b.

SEVERINO, L. S. MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n. 1, p.50-54, jan./abr. 2006a.

SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; CARDOSO, G. D.; LUCENA, A. M. A.; MORAES, C. R. A.; BELTRÃO, N. E. M. Avaliação do herbicida clomazone aplicado a mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006d, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD ROM.

SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; CARDOSO, G. D.; LUCENA, A. M. A.; MORAES, C. R. A.; BELTRÃO, N. E. M. Sintomas do herbicida pendimentalina sobre a mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006c. 1 CD ROM.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R; SANTOS, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. 367p.

SILVA, D. M. A.; SOFIATTI, V.; SILVA, F. M. O.; SILVA, V. N. B. S.; SILVA, K. C.; OLIVEIRA, F. Q.; SOUSA, A. M. A.; JUNIOR, D. V. S. Tolerância da cultura da mamoneira ao herbicida chlorimuron ethyl em dois tipos de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010b. 1 CD-ROM.

SILVA, F. M. O.; SOFIATTI, V.; SILVA, V. N. B. S.; BRITO, G. G.; SILVA, K. C.; BEZERRA, J. R. C.; MEDEIROS, J. C. Controle químico de plantas daninhas na cultura da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010a. 1 CD-ROM.

SILVA, F. M. O. **Tolerância da mamoneira ao herbicida chlorimuron-ethyl em solos com diferentes capacidades de adsorção.** 2010. 26 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2010.

SILVA, S. D. A.; ANDRES, A.; UENO, B.; FLORES, C. A.; GOMES, C. B.; PILLON, C. N.; ANTHONISEN, D.; MACHADO, E. B.; THEISEN, G.; MAGANANI, M.; WREGE, M. S.; AIRES, R. F. **A cultura da mamona na região de clima temperado: informações preliminares.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 33 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 149).

SILVA, V. N. B.; SILVA, F. M. O.; SOFIATTI, V.; SILVA, K. C.; SILVA, D. M. Tolerância da cultura da mamoneira ao herbicida halosulfuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010c. 1 CD-ROM.

SILVA, V. N. B. **Tolerância de *Ricinus communis* L. ao herbicida clomazone em solos com diferentes capacidades de adsorção.** 2011. 31 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2011.

SOFIATTI, V.; SEVERINO, L. S.; SILVA, F. M. O.; SILVA, V. N. B.; BRITO, G. G. Pre and postemergence herbicides for weed control in castor crop. **Industrial Crops and Products**, v.37, n.1, p.235-237, 2012.

SOFIATTI, V.; SILVA, D. M. A.; SEVERINO, L. S.; SILVA, F. M. O.; CARDOSO, G. D.; FREIRE, M. A. O.; SAMPAIO, L. R. Seletividade de herbicidas pós-emergentes à cultura da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI/Embrapa Algodão, 2008. 1 CD ROM.

SORATTO, R. S.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; GIACOMO, B. M. S.; ZANOTTO, M. D.; FERNANDES, A. M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 245-253, mar.2011.

THEISEN, G.; ANDRES, A.; SILVA, S. D. A.; CONCENÇO, G.; RIEFFEL NETO, J.; VILELLA, J. C. V. Seletividade de herbicidas à cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 396.

THEISEN, G.; BIANCHI, M. Semeadura com pouco revolvimento de solo como auxílio no manejo de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 93-102, jan./mar.2010.

TROPALDI, L.; SMARSI, R. C.; MENDONÇA, C. G.; MENDONÇA, C. G.; BARDIVIESSO, D. M.; SORATTO, R. P.; OLIVEIRA, H. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mamona (cultivar Lyra) na safra de verão em Cassilândia-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** Disponível em: < http://oleo.ufla.br/anais_04/>. Acesso em: 20 jun. 2011.

VAZ, P. H. P. M.; SAMPAIO, Y. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Análise da competitividade da mamona e da soja para produção de biodiesel no Brasil. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 35-48, jan./jun.2010.

VITORINO, H. S.; MARTINS, D.; ALMEIDA, S. I. C.; SASSO, G.; FERRAZ, C.; MARQUES, R. P. Seletividade do herbicida saflufenacil na cultura da mamona em jato dirigido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. 1 CD-ROM.

YAROSLAVSKAYA, P. N. Methods of growing castor. In: MOSHKIN, V. A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.203-254.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660 p.

MANEJO DE RESISTÊNCIA EM SISTEMAS DE CULTIVO SOJA/MILHO

Leandro Vargas¹, Dionísio Luiz Pisa Gazziero², Dirceu Agostinetto³, Décio Karam⁴ e Fernando Stornilo Adegas²

¹Pesquisador da Embrapa Trigo; ²Pesquisador da Embrapa Soja; ³Professor da UFPel; ⁴Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

A tecnologia da soja transgênica, que permite o uso do glifosato em pós-emergência da soja sem afetar a cultura, significou para os produtores a oportunidade de controlar as plantas daninhas de forma fácil, eficiente e com relativo baixo custo. Existem alguns casos em que o custo com herbicida foi reduzido em mais de 80%, viabilizando o cultivo da soja em alguns anos, como em 2005. Para a comunidade científica, essa tecnologia apresentou-se como uma importante alternativa para incrementar o manejo das plantas daninhas, principalmente de espécies resistentes aos inibidores da ALS, como o leiteiro e o picão-preto resistentes ao imazaquin (Scepter), já que o glifosato possui mecanismo de ação diferente daqueles que vinham sendo utilizados para controlar as plantas daninhas seletivamente na cultura da soja. Dessa forma, a tecnologia da soja transgênica foi aceita e recomendada pela comunidade científica e adotada rapidamente pelos produtores. Entretanto, tanto os produtores como os técnicos foram surpreendidos com a rápida seleção de espécies daninhas em resposta ao uso repetido do glifosato.

Uma visão global indica que, apesar dos argumentos e da classificação do glifosato como um produto de baixo risco para seleção de espécies daninhas resistentes, hoje já existem mais de 20 espécies resistentes a esse herbicida no mundo, com nove delas identificadas nos últimos quatro anos. Segundo Heap (2013), o primeiro caso ocorreu com azevém (*Lolium rigidum*) na Austrália, em 1996, e depois surgiram diversos outros casos de biótipos resistentes, como capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), caruru (*Amaranthus palmeri*; *Amaranthus rudis*), losna (*Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida*), buva (*Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis*), azevém (*Lolium multiflorum*), sorgo-de-alepo (*Sorghum alepense*), tanchagem (*Plantago lanceolata*) e Capim-amargoso (*Digitaria insularis*). Dentre as espécies que manifestaram resistência ao glifosato, a buva (*Conyza canadensis*) apresenta grande importância em algumas regiões do mundo, como nos Estados Unidos, onde o biótipo resistente ocorre em grande parte do chamado "cinturão do milho", e também no Brasil, onde a resistência ao glifosato já foi confirmada tanto em populações de *Conyza bonariensis* como de *Conyza canadensis* (HEAP, 2013). Sabe-se que a buva aparece com grande frequência na maioria das regiões de soja e milho em nosso país, o que aumenta ainda mais a preocupação em relação a este problema.

O número de plantas daninhas resistentes ao glifosato está aumentando rapidamente em áreas cultivadas com soja transgênica em países como os Estados Unidos (HOLT; LEBARON, 1990). No Brasil, foram identificadas três espécies resistentes (buva, azevém e capim-amargoso) e quatro tolerantes (leiteiro, corriola, trapoeraba e poaia), e a identificação de outras espécies dependerá do modo que o glifosato será utilizado nos próximos anos (BIANCHI et al., 2008).

Histórico da seleção de plantas resistentes e tolerantes a herbicidas no Brasil

A seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes iniciou no Brasil na década de 1970 com o uso repetido do herbicida metribuzin. Esse herbicida foi introduzido para controlar o picão-preto (*Bidens pilosa* e *Bidens subalternans*), entretanto, apresentava baixa eficiência sobre o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), que foi selecionado, e tornou-se a planta daninha predominante nas lavouras no início da década de 1980. Nessa época o controle manual (capina e arranquio) e o controle mecânico, com uso de capinadeira tracionadas, eram práticas comuns.

O problema com o leiteiro foi resolvido em meados da década de 1980, com a introdução do herbicida imazaquin (um inibidor da enzima Aceto Lactato Sintase - ALS). Essa molécula passou a ser utilizada amplamente pelos produtores, sendo durante mais de 10 anos o principal herbicida aplicado nas áreas cultivadas com soja. A associação de imazaquin + trifluralin foi o tratamento herbicida mais usado em lavouras de soja naquela época. O uso continuado do imazaquin resultou, em meados da década de 1990, na seleção de plantas de leiteiro e picão-preto, resistentes ao imazaquin e aos demais inibidores da enzima ALS (CARLSON et al., 2012). Além dessas espécies resistentes, o imazaquin também selecionou plantas tolerantes, como o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*). Ou seja, como já havia acontecido anteriormente com o metribuzin, o uso repetido de imazaquin selecionou o leiteiro resistente, e essa espécie tornou-se a planta daninha mais comum nas lavouras de soja. A diferença estava no fato de que o metribuzin selecionou leiteiro tolerante e o imazaquin selecionou leiteiro e picão-preto com resistência aos inibidores da ALS.

A solução para controle das espécies resistentes aos inibidores da ALS (leiteiro e picão-preto) e tolerantes (balãozinho) surgiu com a introdução no mercado da soja resistente ao herbicida glyphosate (soja RR). A aceitação da nova tecnologia foi rápida pelos produtores, pois a oportunidade de uso do glyphosate como herbicida seletivo para soja representava facilidade de aplicação, eficiência de controle de plantas daninhas em diferentes estádios vegetativos, com custo relativo aos demais herbicidas significativamente menor. O glyphosate significou para o produtor a simplificação do controle de plantas daninhas e economia em mais de 50%, de forma geral, nos gastos com herbicidas.

As vantagens identificadas pelos produtores no uso do glyphosate para controle das plantas daninhas tornou a soja RR uma unanimidade, e as lavouras de soja do Rio Grande do Sul foram rapidamente cultivadas quase que exclusivamente com soja RR.

Contudo, a história se repetiu novamente, como já havia acontecido com o metribuzin e o imazaquin, o glyphosate passou a ser, praticamente, o único herbicida utilizado na cultura da soja, impondo grande pressão de seleção sobre as espécies daninhas e selecionando as tolerantes e/ou resistentes. O uso repetido e contínuo do glyphosate resultou na seleção das plantas daninhas tolerantes, como a corriola (*Ipomoea* sp.), o leiteiro, a poaia (*Richardia brasiliensis*) e a trapoeraba (*Commelina* sp.), e seleção de espécies resistentes, como o azevém (*Lolium multiflorum*), a buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis*, e *C. sumatrensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*) (BIANCHI et al., 2008).

A resistência de azevém ao glyphosate, identificada no ano de 2003, tornou os herbicidas inibidores da ALS e da Acetyl-CoA carboxylase (ACCase) como a principal opção de controle para essa espécie. Assim, essas moléculas passaram a ser usadas amplamente, e, mais uma vez, o uso repetido da mesma molécula herbicida resultou na seleção de plantas resistentes. O azevém resistente aos inibidores da ALS foi identificado em 2010 e aos inibidores da ACCase em 2011. Esses biótipos de azevém apresentam resistência múltipla, ou seja, são resistentes ao glyphosate e aos herbicidas inibidores da ALS ou ao glyphosate e aos inibidores da ACCase. Até o momento não existem relatos de resistência aos três mecanismos (glyphosate, ALS e ACCase) na mesma planta de azevém, contudo, acredita-se que isso não deve demorar a acontecer.

A resistência de buva ao glyphosate, identificada em 2005 (BIANCHI et al., 2008), fez com que os herbicidas inibidores da ALS fossem empregados amplamente para controle dessa espécie em soja. Como resultado da alta pressão de seleção exercida pelos inibidores da ALS, em 2011, foram identificados biótipos de buva com resistência múltipla (ao glyphosate e aos inibidores da ALS).

Portanto, é fácil perceber que o uso repetido e continuado do mesmo herbicida, ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, seleciona em poucos anos plantas daninhas resistentes. Para evitar a seleção de plantas daninhas resistentes, o uso alternado de herbicidas com mecanismos de ação diferentes é altamente eficiente. Contudo, o custo do tratamento ainda é o principal critério de escolha do tratamento herbicida a ser empregado nas lavouras, e as práticas de prevenção e manejo não são aplicadas. Esse tipo de atitude significa economia no primeiro momento, contudo, em longo prazo, com o surgimento de espécies resistentes, resulta em controle ineficiente e aumento de custo de produção.

Controle de azevém

O controle dos biótipos de azevém resistentes ao glyphosate, de forma geral, é obtido com uso dos herbicidas gramínicos "fops" e "dims" (Tabela 1). É importante o planejamento do controle antes da semeadura (20 a 30 dias antes da semeadura da soja), de forma a permitir o controle do azevém em tempo suficiente para evitar os efeitos negativos da competição e da alelopatia sobre a cultura. Além disso, em caso de uso de gramínicos, deve-se levar em consideração que alguns deles possuem efeito residual e podem afetar culturas como o milho, o trigo e a cevada. Para evitar problemas, devem-se respeitar os períodos de carência recomendados.

O cultivo da área com trigo, centeio ou aveia diminui o número de plantas de buva quando comparado com áreas não cultivadas, deixadas em pousio. A implantação de culturas que permitam a colheita de grãos, como trigo ou espécies que possam ser utilizadas somente para cobertura do solo, como aveia, ervilhaca ou nabo forrageiro, entre outras, são boas alternativas. A *Brachiaria ruziziensis* também é uma boa opção para regiões mais quentes, como Paraná, e o seu uso pode ser feito no sistema lavoura-pecuária com o milho safrinha ou mesmo apenas para ocupação de área e formação de cobertura morta.

Tabela 1. Herbicidas gramínicos e não seletivos que controlam azevém resistente e sensível ao glifosato.

Mecanismo de Ação	Grupo químico	Ingrediente Ativo	Nome Comum
-----HERBICIDAS GRAMINICIDAS -----			
Inibidores da ACCase	Ariloxifenoxi-propionatos (fop's)	Fluazifop-p	Fusilade
		Haloxifop-r	Verdict R, Gallant
		Propaquizafop	Shogun
		Fenoxaprop	Furore, Podium
		Diclofop	Iloxan
	Ciclohexanodionas (dim's)	Clethodim	Select
		Sethoxydim	Poast
ALS	Sulfonilureia	Iodosulfuron	Hussar
		Nicosulfuron	Nicosulfuron nortox Sanson
-----HERBICIDAS NÃO SELETIVOS -----			
Inibidores do FS I	Bipiridílios	Paraquate	Gramoxone
		Paraquate + diurom	Gramocil
Inibidores da GS	Ácido fosfínico	Amônio-glufosinato	Finale

ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FS I: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase.

A associação do efeito supressor das culturas com uso de herbicidas proporciona controle satisfatório de buva, na maioria dos casos. Os herbicidas usados na cultura do trigo, como iodosulfurom, metsulfurom e o 2,4-D (Tabela 2), controlam buva, mas seu uso deve atender às recomendações de uso para a cultura e para a planta daninha com relação ao estágio, época de aplicação e dose. Metsulfurom deve ser utilizado, no mínimo, 60 dias antes da semeadura da soja ou do milho, pois a decomposição deste produto no solo pode ser reduzida pela falta de umidade ou por temperaturas muito baixas por longos períodos, exigindo, assim, um intervalo maior entre a sua aplicação e a semeadura da soja.

Áreas utilizadas para alimentação de animais devem ser manejadas com cuidado para evitar intoxicação dos animais; além disso, o pastejo mantém a forrageira a baixa altura e, com isso, haverá espaço para a buva se estabelecer. Os animais também podem danificar plantas de buva, quebrando caules e galhos, dificultando a ação dos herbicidas.

O manejo antes da semeadura da soja (dessecação) tem sido realizado de forma eficiente com 2,4-D ou clorimurum, associados ao glifosato (Tabela 2). As aplicações sequenciais têm apresentado excelentes resultados. Nesse caso, o glifosato associado ao 2,4-D ou ao clorimurum é aplicado 10 a 15 dias antes da segunda aplicação, a qual deve ser feita um a dois dias antes da semeadura, usando-se dicloreto de paraquate ou dicloreto de paraquate + diurom ou, ainda, amônio-glufosinato (Tabela 2). Aplicações sequenciais usando somente produtos de contato, como amônio-glufosinato, dicloreto de paraquate ou paraquate + diurom, apresentam alta eficiência, desde que usados em plantas pequenas. Nesses casos, pode ser usado o mesmo produto na primeira e na segunda aplicação ou alternar produtos. Vale destacar que misturas de tanque não são recomendadas, assim as associações devem ser realizadas aplicando-se os produtos isoladamente.

O uso de herbicidas pré-emergentes, como o flumioxazin, o diclosulam e o sulfentrazone (Tabela 2), apresenta controle satisfatório de buva proveniente do banco de sementes do solo. Esses herbicidas, quando utilizados na pré-emergência da soja (semear/aplicar ou aplicar/semear), proporcionam controle residual de 20 dias ou mais, dependendo das condições de solo e clima.

Recentemente foram relatados dois novos casos de resistência de azevém aos herbicidas inibidores da ALS e inibidores da ACCase. Esses biótipos, além de serem resistentes ao glifosato, adquiriram a capacidade de sobreviver a produtos como Hussar, Nicosulfuron e graminicidas em geral. Esse fato representa grande impacto agrícola, pois o Hussar é o principal herbicida usado em trigo, o nicosulfuron em milho e os graminicidas na dessecação pré-semeadura da soja/milho ou na cultura da soja para controle do azevém. As alternativas de controle desses biótipos restringem-se aos produtos de contato ou aos “velhos” produtos pré-emergentes, como a trifluralina.

Estão sendo avaliados biótipos de buva com suspeita de resistência aos inibidores da ALS (clorimuron, metsulfuron e nicosulfuron), biótipos de pé-de-galinha e caruru suspeitos de resistência ao glifosato.

De forma geral, o manejo dos biótipos resistentes, como azevém e buva, deve ser feito com mecanismos alternativos, não repetindo uso em um mesmo ano de mecanismos de ação, evitando uso dos produtos para os quais os biótipos possuem resistência. Já o manejo de espécies tolerantes, como o leiteiro, corriola, trapoeraba e poaia-branca, deve ser feito em estádios iniciais de desenvolvimento dessas espécies e com uso da dose correta, indicada na bula dos produtos.

Tabela 2. Herbicidas que controlam buva resistente e sensível ao glifosato.

Mecanismo de ação	Grupo químico	Ingrediente ativo	Nome comercial
-----CONTROLE NO INVERNO-----			
Inibidor da ALS	Sulfoniluréia	iodosulfurom - metílico	Hussar
		metsulfuron - metílico	Ally
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanóico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480
----- NA DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA -----			
Inibido do FS I	Bipiridílios	paraquate	Gramoxone
		dicloreto de paraquate + diurom	Gramocil
Inibidor da GS	Homoalanina substituída	amônio-glifosinato	Finale
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanoico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480, U46 D-Fluid 2,4-D
----- NA PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOJA -----			
Inibidor da ALS	Triazolopirimidina	diclosulam	Spider 840 WG
Inibidor de PROTOX	Triazolona	sulfentrazona	Boral 500 SC
	Ftalimidas	flumioxazin	Flumizyn 500
----- NA PÓS-EMERGÊNCIA DA SOJA -----			
Inibidor da ALS	Triazolopirimidina	diclosulam	Spider 840 WG
		cloransulam	Pacto
	Sulfoniluréia	clorimuron	Classic

EPSPs: enolpyruvylshikimate-3-phosphate sintase; ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FSI: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase, PROTOX: protoporfirinogem oxidase

Custo da resistência

Os principais custos da resistência relacionam-se à necessidade do uso de herbicidas alternativos e às perdas de rendimento da cultura, por causa da competição de plantas daninhas resistentes remanescentes na lavoura.

O custo com herbicidas alternativos é variável com a opção adotada pelo produtor, uma vez que há, na maioria das vezes, mais do que uma possibilidade de produto para manejo das populações resistentes. Na Tabela 1 são apresentadas diferentes situações de populações resistentes a herbicidas que ocorrem nas lavouras e os custos de alguns tratamentos herbicidas possíveis de serem usados nas operações de dessecação e pós-emergência. O custo dos tratamentos com herbicida pode variar conforme a o custo dos produtos em cada região.

A primeira situação (Situação 1: ausência de resistência) apresentada na Tabela 3 refere-se ao custo de controle sem a presença de plantas resistentes. Nesta situação considera-se que uma aplicação de glyphosate na dessecação e uma aplicação na pós-emergência sejam suficientes para obter-se controle satisfatório das plantas daninhas. O custo total com herbicida nesta situação relaciona-se ao glyphosate e será considerado como custo mínimo R\$ 60,00 de controle (duas aplicações de glyphosate, dessecação e pós-emergência) para fins de comparação e cálculo do custo da resistência. Já a situação 2 considera a presença de azevém resistente ao glyphosate e, com isso, a necessidade de uso de um herbicida graminicida alternativo, associado ao glyphosate para controle do azevém (Tabela 2). O custo do tratamento para dessecação aumenta, neste caso, de R\$ 30,00 para R\$ 70,00 (R\$ 30,00 custo do glyphosate e

R\$ 40,00 custo do graminicida), ou seja, aumento de custo de R\$ 40,00. Em algumas situações (falhas de controle por causa do efeito guarda-chuva ou reinfestações), existe a necessidade de complementar o controle com uso do paraquat, e, neste caso, o custo com herbicida na dessecação aumenta para R\$ 91,00 (Tabela 3). Na pós-emergência, na opção 1, considera-se a não ocorrência de azevém resistente ao glyphosate dentro da cultura, e, dessa forma, o glyphosate poderá ser usado isolado e o controle terá custo de R\$ 30,00. Contudo, se ocorrer a presença de azevém resistente ao glyphosate, haverá a necessidade de acrescentar um graminicida (Tabela 1) ao tratamento herbicida, aumentando o custo com herbicida para R\$ 70,00. Dessa forma, a presença do azevém resistente exige o uso de um herbicida graminicida com mecanismo de ação diferente do glyphosate, com aumento no custo com herbicida entre R\$ 40,00 e R\$ 61,00 (Tabela 3), dependendo do produto/tratamento escolhido.

Na situação 3, considera-se a presença de buva resistente ao glyphosate, e, com isso, a necessidade de uso de um herbicida adicional (Tabela 2) para controle dessa espécie. O custo do tratamento para dessecação, neste caso, varia entre R\$ 34,00 e R\$ 52,00. Considerando a pós-emergência, se não ocorrer a presença de buva resistente, o produtor poderá adotar a opção 1, ou seja, usar o glyphosate isolado e, neste caso, o controle terá custo de R\$ 30,00. Contudo, se ocorrer a presença de buva, existirá a necessidade de acrescentar um herbicida com mecanismo de ação diferente (Tabela 2), aumentando o custo com o tratamento herbicida na pós-emergência, igualmente ao que ocorreu na dessecação. Dessa forma, a presença de buva resistente resulta em aumento no custo total de controle variável entre R\$ 4,00 e R\$ 59,00 (Tabela 3).

Na situação 4, considera-se a presença de buva e azevém resistente ao glyphosate, e, com isso, a necessidade de uso de dois herbicidas adicionais (Tabelas 1 e 2), associados ao glyphosate, para controle dessas espécies. O custo do tratamento para dessecação aumenta, neste caso, de R\$ 30,00 para R\$ 90,00 (Tabela 3). A presença do azevém pode exercer efeito guarda-chuva ou proporcionar reinfestações, necessitando-se complementar o controle com uso do paraquat, que gera um custo adicional na dessecação, resultando em um custo de até R\$ 111,00 (Tabela 3). Considerando a pós-emergência, se não ocorrer a presença de azevém e buva resistente, a opção 1 é mais econômica e o glyphosate poderá ser usado isolado, e, neste caso, o controle terá custo de R\$ 30,00. Por sua vez, se ocorrer a presença de reinfestação de azevém e buva resistente, existirá a necessidade de acrescentar herbicidas alternativos ao glyphosate (Tabelas 1 e 2). Dessa forma, a presença de azevém e buva resistentes na pós-emergência podem resultar em aumento no custo total de controle variável entre R\$ 60,00 e R\$ 153,00 (Tabela 3).

As situações 5, 6 e 7 consideram resistência múltipla, ou seja, a situação 5 considera a presença da buva resistente ao glyphosate e aos inibidores da enzima ALS, na situação 6 do azevém resistente ao glyphosate e inibidores da ACCase, e a situação 7 considera a presença de buva resistente ao glyphosate + ALS e de azevém resistente ao glyphosate + ACCase na mesma área, (Tabela 3), sendo necessário o uso de mecanismos herbicidas distintos para controle desses biótipos de acordo com cada resistência (Tabela 4).

Vale destacar que a resistência múltipla de azevém ao glyphosate e graminicidas restringe a possibilidade de controle dessa planta daninha aos herbicidas de contato (Tabelas 1 e 4), como o paraquat e o glufosinato, que apresentam eficiência limitada sobre o azevém. Já a buva resistente ao glyphosate e inibidores da ALS restringe seu controle aos herbicidas hormonais e de contato, como o paraquat e glufosinato (Tabelas 2 e 4). Assim, os prejuízos relacionados à resistência múltipla vão além do aumento do custo de controle, pois haverá perdas por competição das plantas daninhas com as culturas por causa do baixo nível de controle proporcionado pelos herbicidas alternativos disponíveis.

Tabela 3. Diferentes situações de presença de plantas daninhas resistentes em lavouras, opções e custos de controle.

Situação 1: ausência de resistência					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
*glyphosate 3 L/ha	30,00	glyphosate 3 L/ha		30,00	60,00
Situação 2: presença de azevém resistente ao glyphosate					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
glyphosate 3 L/ha clethodim 450 mL/ha (paraquat 1,5 L/ha)	30,00 40,00 (21,00)	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	100,00 (121,00)
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha clethodim 450 mL/ha	30,00 40,00	140,00 (161,00)
Situação 3: presença de buva resistente ao glyphosate					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
glyphosate 3 L/ha 2,4-D 1,5 L/ha	30,00 20,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	80,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Clorimurum 60 g/ha	30,00 3,00	83,00
glyphosate 3 L/ha Clorimurum 80 g/ha	30,00 4,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	64,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Pacto 35 g/ha	30,00 32,00	96,00
glyphosate 3 L/ha Pacto 35 g/ha	30,00 32,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	92,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Clorimurum 60 g/ha	30,00 3,00	95,00
glyphosate 3 L/ha Spider 30 g/ha	30,00 27,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	87,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Pacto 35 g/ha	30,00 32,00	119,00
glyphosate 3 L/ha Finale 1,5 L/ha	30,00 32,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	92,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Clorimurum 60 g/ha	30,00 3,00	95,00
Situação 4: presença de buva e azevém resistente ao glyphosate					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
glyphosate 3 L/ha 2,4-D 1,5 L/ha clethodim 450 mL/ha (paraquat 1,5 L/ha)	30,00 20,00 40,00 (21,00)	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	120,00 (141,00)
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Clorimurum 60 g/ha	30,00 3,00	123,00 (144,00)
		Opção 3	glyphosate 3 L/ha Pacto 35 g/ha	30,00 32,00	152,00 (173,00)
		Opção 4	glyphosate 3 L/ha Clorimurum 60 g/ha clethodim 450 mL/ha	30,00 3,00 40,00	163,00 (184,00)
		Opção 5	glyphosate 3 L/ha Pacto 35 g/ha clethodim 450 mL/ha	30,00 32,00 40,00	192,00 (213,00)
Situação 5: presença de buva resistente ao glyphosate e inibidores da ALS					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
*glyphosate 3 L/ha 2,4-D 1,5 L/ha	30,00 20,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	80,00
		Opção 2 Opção 3	glyphosate 3 L/ha Flumyzim 150 g/ha (planta aplica)	30,00 45,00	125,00
			glyphosate 3 L/ha Boral 0,6 L/ha (planta aplica)	30,00 50,00	130,00
glyphosate 3 L/ha Finale 1,5 L/ha	30,00 32,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	92,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Flumyzim 150 g/ha (planta aplica)	30,00 45,00	137,00
		Opção 3	glyphosate 3 L/ha Boral 0,6 L/ha (planta aplica)	30,00 50,00	142,00

*glyphosate formulação 360 g e.a. L⁻¹.

Continua...

Tabela 3. Continua...

Situação 6: presença de azevém resistente ao glyphosate e inibidores da ACCase					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
glyphosate 3 L/ha paraquat 1,5 + 1,5 L/ha	30,00 42,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	102,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Trifluralina 2 L/ha (planta e aplica)	30,00 20,00	122,00
		Opção 3 (milho)	glyphosate 3 L/ha Nicosulfuron 0,8 L/ha	30,00 50,00	152,00
		Opção 4 (milho)	glyphosate 3 L/ha Nicosulfuron 0,8 L/ha Atrazina 2 Kg/ha	30,00 50,00 40,00	192,00
Situação 7: buva resistente glyphosate e ALS e azevém ao glyphosate e ACCase					
Dessecação	Custo (R\$/ha)	Pós-emergência		Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
glyphosate 3 L/ha 2,4-D 1,5 L/ha paraquat 1,5 + 1,5 L/ha	30,00 20,00 42,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	122,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Flumizym 150 g/ha (planta aplica)	30,00 40,00	162,00
		Opção 3	glyphosate 3 L/ha Boral 0,6 L/ha (planta aplica) Trifluralina 2 L/ha	30,00 50,00 20,00	192,00
glyphosate 3 L/ha Finale 1,5 L/ha paraquat 1,5 + 1,5 L/ha	30,00 32,00 42,00	Opção 1	glyphosate 3 L/ha	30,00	134,00
		Opção 2	glyphosate 3 L/ha Flumizym 150 g/ha	30,00 40,00	174,00
		Opção 3	glyphosate 3 L/ha Boral 0,6 L/ha (planta aplica) Trifluralina 2 L/ha	30,00 50,00 20,00	204,00
Tratamentos "limpeza" pré-semeadura/herbicidas de contato					
diquat 3 L/ha	R\$ 63,00				
paraquat 1,5 L/ha	R\$ 21,00				
Óleo 0,5%	R\$ 5,00				

*glyphosate formulação 360 g e.a. L⁻¹.

Na situação 5, considera-se a presença de buva resistente ao glyphosate e aos inibidores da ALS e, com isso, excluem-se os herbicidas inibidores da ALS listados na situação 3 e adicionam-se outras moléculas herbicidas com ação sobre a buva (Tabelas 3 e 4). Observa-se que as opções são, para dessecação, o herbicida 2,4-D e o glufosinato e, para aplicação seletiva, os herbicidas pré-emergentes flumizim e boral. O custo total do controle, nesta situação, varia entre R\$ 50,00 e R\$ 142,00 (Tabela 3). Observa-se que os valores do custo total são menores do que aqueles observados na situação 3. Isso se deve as opções disponíveis serem restritas, destacando-se que estas opções apresentam menor eficiência de controle.

Na situação 6, considera-se a presença de azevém resistente ao glyphosate e aos inibidores da ACCase, e, assim, ocorre a exclusão dos herbicidas inibidores da ACCase listados na situação 2 e adicionam-se outras moléculas herbicidas com ação sobre o azevém (Tabelas 1, 2 e 4). Observa-se que as opções restringem-se, para dessecação, apenas ao herbicida paraquat e, para aplicação seletiva, os herbicidas pré-emergentes trifluralina, atrazina e nicosulfuron (caso o azevém não seja resistente aos inibidores da ALS). O custo total do controle, nesta situação, variou entre R\$ 102,00 e R\$ 192,00 (Tabela 3). Observa-se que os valores do custo total são maiores do que aqueles da situação 2. Isso se deve às opções disponíveis, que são restritas, destacando-se que estas opções apresentam menor eficiência de controle.

Na situação 7, considera-se a presença de buva e azevém com resistência múltipla. Observa-se que as opções restringem-se, para dessecação, apenas ao herbicida 2,4-D para buva e paraquat, bem como para o azevém (Tabelas 2, 3 e 4). Já para aplicação pós-emergente

seletiva, os herbicidas pré-emergentes flumizyn, trifluralina e atrazina são as opções. O custo total do controle, nesta situação, variou entre R\$ 122,00 e R\$ 204,00 (Tabela 3). Os valores são considerados elevados, e vale destacar que os tratamentos mencionados não apresentam alta eficiência de controle.

A seleção de azevém resistente ao glyphosate, aos inibidores da ALS e ACCase representa grande impacto econômico e técnico para a agricultura brasileira. O glyphosate apresenta custo baixo para o produtor e alta eficiência de controle. Já as moléculas iodosulfuron e nicosulfuron, inibidores da ALS, são os principais herbicidas usados na cultura do trigo e do milho, respectivamente, e, por causa da resistência, perderam a eficiência. Da mesma forma, os inibidores da ACCase (clethodim, sethoxydim, entre outros) consistiam nas principais alternativas para controle de azevém na dessecação pré-semeadura e em culturas como soja e trigo. A resistência de buva ao glyphosate tornou os herbicidas inibidores da ALS como a principal alternativa para controle. A preferência pelos inibidores da ALS se deve a eficiência de média a boa e, principalmente, por causa do custo relativamente baixo desses produtos (Tabela 3). O uso repetido dos herbicidas alternativos, tanto para azevém quanto para buva, sem a observação do princípio básico de prevenção e manejo da resistência, resultou em biótipos resistentes a esses herbicidas (CARLSON et al., 2012).

Dessa forma, a seleção de espécies tolerantes e resistentes no Brasil representa um forte impacto no custo de produção, já que o produtor terá que utilizar herbicidas alternativos na área, normalmente com custo superior ao do glyphosate e com menor eficiência. Nas situações de resistência simples, os produtos alternativos são eficientes e, se aplicados de forma adequada, impedem que ocorram perdas de rendimento das culturas por competição com as daninhas em virtude de falhas de controle. Já nas situações de resistência múltipla, os herbicidas alternativos apresentam eficiência menor e a probabilidade de ocorrer perdas por competição em virtude de falhas de controle é maior. Assim, nas situações de resistência simples e múltipla, o aumento do custo se deve à necessidade de uso de herbicidas com mecanismos alternativos, e na resistência múltipla somam-se as possíveis perdas de rendimento.

As perdas causadas pela competição são variáveis de acordo com o número de plantas por área, com o estágio vegetativo das culturas e das plantas daninhas, com a fertilidade do solo, com a disponibilidade de água entre outros fatores passíveis de competição entre as culturas e as plantas daninhas. Contudo, de forma geral, baseado em avaliações em lavouras comerciais e em relatos de produtores, a buva pode reduzir até 65% do rendimento da soja e o capim-amargoso em até 50%. Já o azevém pode reduzir a produção de trigo em 70% e a nabiça em 30%.

Tabela 4. Mecanismos de ação de herbicidas com azevém resistente e mecanismos alternativos de acordo com o tipo de resistência.

TIPO RESISTÊNCIA/MECANISMO	MECANISMO ALTERNATIVO
EPSPs (glifosato)	ALS, ACCase, FSI, GS
ALS	EPSPs, ACCase, FSI, GS
ACCase	EPSPs, ALS, FSI, GS
EPSPs + ALS	ACCase, FSI, GS
EPSPs + ACCase	ALS, FSI, GS
EPSPs + ALS + ACCase	FSI, GS

EPSPs: enolpyruvylshikimate-3-phosphate sintase; ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FSI: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase

Visão de futuro: novas moléculas e tecnologias para controle de plantas daninhas

Os casos de resistência no Brasil foram resolvidos historicamente com a introdução de novas moléculas ou de uma nova tecnologia que permitiu o uso de uma nova molécula. Contudo, para os novos casos de resistência múltipla (buva resistente ao glyphosate e inibidores da ALS e azevém resistente ao glyphosate e inibidores da ALS e ACCase), não existem perspectivas de lançamento de novas moléculas ou tecnologia com potencial de controle eficiente dessas plantas daninhas resistentes. Em pesquisa no site da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), constata-se que as novas tecnologias, em termos de plantas cultivadas resistentes a herbicidas, relacionam-se com os herbicidas glyphosate, amônio-glufosinato, 2,4-D, dicamba e herbicidas inibidores de pigmentos (HPPD) e da enzima ALS (Tabela 5). Em uma análise geral dessas tecnologias, fica evidente que estas são eficientes e oferecem alternativas novas para controle seletivo de buva (2,4-D, dicamba e amônio-glufosinato), entretanto, isso não é observado para as espécies gramíneas, como o azevém e o capim-amargoso. Portanto, considerando-se que não existem novos mecanismos de ação herbicida, sendo introduzidos no mercado, e que as novas tecnologias, envolvendo culturas modificadas para resistência a herbicidas, não oferecem solução para controle de azevém e capim-amargoso, pode-se especular que essas espécies serão os principais problemas a serem manejados no futuro.

Tabela 5. Culturas modificadas para resistência a herbicidas em avaliação na CTNBio.

EVENTO	MECANISMO DE AÇÃO
glyphosate + 2,4-D + Glufosinato	EPSPs + Auxinas + Glutamina
glyphosate + Dicamba	EPSPs + Auxinas
glyphosate + Sulfonilureias	EPSPs + ALS
glyphosate + Glufosinato + HPPD	EPSPs + Glutamina + Carotenóides
glyphosate + Auxinas + Glufosinato + ALS	EPSPs + Auxinas + Glutamina + ALS
Cultivance (resistência ALS)	ALS
HPPD (resistência aos inibidores de pigmentos)	Carotenóides

Prevenção e manejo da resistência: o que fazer?

A maior motivação para adoção de práticas de prevenção e manejo da resistência por parte do produtor resulta da resposta da seguinte pergunta: na impossibilidade de uso do glyphosate ou de outros herbicidas, como será realizado o controle de plantas daninhas? Seja qual for a resposta, certamente será com uso de métodos e produtos menos eficientes do que os que vinham sendo utilizados, com maior custo e, provavelmente, com maior impacto ambiental.

A decisão está “nas mãos” do produtor. Porém, cabe a assistência técnica apresentar alternativas de manejo para que o produtor decida levando em consideração as suas preferências. Contudo, é importante salientar que, para evitar o agravamento da seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes e prolongar o tempo de utilização eficiente da tecnologia das culturas resistentes ao glyphosate e outros herbicidas, o produtor deve adotar medidas de manejo para prevenir a seleção de espécies resistentes e/ou tolerantes. Dentre várias práticas de manejo, as principais indicadas são:

a) Não usar consecutivamente herbicidas com o mesmo mecanismo de ação na mesma safra ou área. Não repetir o uso de herbicidas com mesmo mecanismo em uma cultura. Além disso, se usar na dessecação um mecanismo herbicida, não utilizar este mecanismo novamente na pré ou pós-emergência da cultura. Em casos onde a seleção de espécies resistentes e/ou

tolerantes ocorrer, deve ser implantado um sistema de rotação de mecanismos de ação herbicida, eficazes sobre as espécies-problema.

b) Monitorar e destruir plantas suspeitas de resistência. Após a aplicação do herbicida, as plantas que sobreviverem devem ser arrancadas, capinadas, roçadas, ou seja, controladas de alguma forma, evitando que essas plantas produzam flores ou sementes e se disseminem na área.

c) Fazer rotação de culturas. A rotação de culturas oportuniza a utilização de um número maior de mecanismos de ação herbicidas.

O cultivo permanente da área, com culturas de valor comercial ou para cobertura do solo - como trigo, centeio, canola, aveia, soja, milho -, diminui o número de plantas daninhas quando comparado com áreas não cultivadas (mantidas em pousio). O uso de estratégias como sobre-semeadura de aveia ou azevém em lavouras de soja e cultivo de culturas concomitantes, como exemplo de *Brachiaria ruziziensis* cultivada juntamente com o milho, apresenta-se como uma boa opção para regiões mais quentes, como Paraná. Contudo, é importante que, ao decidir o cultivo de uma espécie, levem-se em consideração as opções e momento do controle dessa espécie antes do cultivo de cultura sucessiva.

Considerações finais

Em uma análise geral, o controle em situações de azevém resistente ao glifosato e inibidores da ACCase e de buva resistente ao glifosato, situação comum nas lavouras do Rio Grande do Sul, terá aumento no custo entre R\$ 44,00 (R\$ 40,00 custo do graminicida para azevém + R\$ 4,00 custo do clorimurrom para buva) e R\$ 153,00 (Tabela 3). Considerando-se a área de cultivo de soja do Rio Grande do Sul como sendo de 4 milhões de hectares e que, segundo levantamento junto as cooperativas e produtores, 85% (3.4 milhões de hectares) e 80% (3.2 milhões de hectares) da área possui buva e azevém resistente ao glyphosate, respectivamente, os prejuízos advindos da resistência, com a necessidade de uso de herbicidas adicionais, estão entre R\$ 140.8 milhões e R\$ 489.6 milhões por ano, no ciclo da soja, além do impacto ambiental causado pelo maior uso de herbicidas. Adicionando-se a esses valores as perdas de rendimento, por causa da competição das plantas daninhas com as culturas, os custos da resistência tornam-se ainda mais significativos. As novas moléculas e tecnologias (culturas modificadas para resistência) aparecem como alternativa para controle de buva, contudo, para azevém e capim-amargoso não se apresentam como alternativas eficientes. Assim, o azevém e o capim-amargoso provavelmente serão as espécies de maior dificuldade de manejo no futuro.

Referências

BIANCHI, M.A.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M.A. Manejo e controle de plantas daninhas resistentes ao glyphosate no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, Ouro Preto. **Palestras...** Ouro Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2008. p.223-231.

CARLSON, D. R.; LOUZANO, L.; LUZZI, B.; ULBRICH.; CONTRI, D.; ISMAEL, M.; MARISCAL, F.; SANDHU, R.; SCOTT, M.; STEVENSON-PAULIK, J.; RECH, E.; ARAGÃO, F.J. Cultivance soybean production system - a new tool for soybean weed control in South America. In: ANNUAL MEETING OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 52., 2012, Hawaii. **Abstracts...** Hawaii: WSSA, 2012. p.252.

HEAP, I. **Internacional survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: < www.weedscience.org >. Acesso em: 16 set. 2013.

HOLT, J.S.; LEBARON, H.M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technology**, v.4, p.141-149, 1990.

ASPECTOS DA BIOLOGIA E MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO

Fernando Storniolo Adegas¹, Elemar Voll¹ e Dionísio Luiz Pisa Gazziero¹

¹Pesquisador da Área de Plantas Daninhas da Embrapa Soja, Londrina (PR)

Um dos pontos fundamentais para a expansão e o desenvolvimento da agricultura brasileira no século passado foi a intensificação da mecanização, em especial a motorizada, ocorrida principalmente a partir da década de 1960. Essa mecanização da agricultura teve como objetivo inicial o de facilitar o preparo do solo para a realização da semeadura das culturas em geral, por meio das operações primárias de aração, associadas a operações secundárias de gradagem.

As operações primárias realizam o revolvimento vertical do solo, fazendo a inversão das camadas superficiais com as camadas subsuperficiais, cuja profundidade de trabalho é variável de acordo com o equipamento utilizado e as características do solo. As operações secundárias visam complementar as operações primárias e regularizar o terreno para facilitar a operação de plantio. A esse conjunto de práticas deu-se o nome de preparo convencional do solo, que geralmente resulta em eficiente controle das plantas daninhas.

No entanto, o preparo convencional não tem se mostrado um sistema de cultivo econômico e ambientalmente adequado para as condições tropicais, como é o caso do Brasil, pois aumenta os riscos de ocorrência de erosão, diminui os índices de matéria orgânica do solo, consome mais combustível, entre outras características indesejáveis para uma produção sustentável. Por essa razão, nas últimas décadas houve o desenvolvimento de diversas iniciativas para que a exploração agropecuária fosse realizada sem a movimentação do solo, o que culminou com a adoção do sistema de plantio direto.

No plantio direto existe uma mudança radical nos elementos de produção, ocorrendo a não movimentação do solo, a rotação de culturas e a presença do solo coberto por resíduos vegetais. Cada um desses novos elementos provoca transformações na dinâmica de plantas daninhas, mostrada esquematicamente na Figura 1.

O processo de revolvimento do solo por um determinado período de tempo, por meio da aração e gradagem, resulta numa distribuição uniforme dos propágulos reprodutivos das plantas daninhas, especialmente as sementes, aproximadamente nos primeiros 30 cm no perfil de solo trabalhado. Existe também um eficiente controle da flora infestante presente anteriormente ao plantio, em especial as plantas daninhas perenes e as de reprodução por propágulos vegetativos, principalmente os subterrâneos, pela sua exposição aos raios solares e consequente desidratação.

A concentração das sementes de plantas daninhas em plantio direto diminui de forma logarítmica com o aumento da profundidade do solo (YENISH et al., 1992), o que é desejável, pois grande quantidade dessas sementes será mantida numa profundidade suficiente para que não ocorra a germinação, assim como a emergência das plântulas. As sementes introduzidas após a implantação do sistema ficarão abrigadas na camada superficial do solo, estando mais susceptível à ação de predadores, como pássaros e roedores, com a predisposição de diminuição rápida do banco de sementes do solo (CARMONA, 1992).

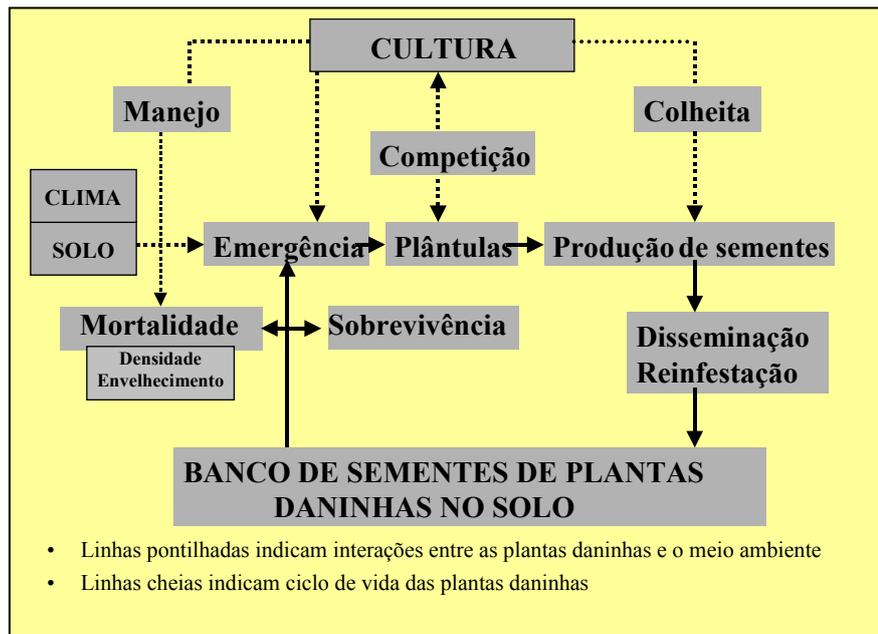


Figura 1. Fatores componentes da dinâmica de plantas daninhas.

Fonte: Voll et al. (2005).

Algumas espécies necessitam que suas sementes permaneçam armazenadas por certo período de tempo para atingir a maturidade fisiológica ou romper os mecanismos de dormência, o que seria possível com a proteção oferecida pelo enterrio (PITELLI, 1995). Também a maior concentração de sementes na superfície do solo facilita a homogeneidade de emergência das plântulas, proporcionando maior efetividade nas medidas de controle, especialmente a atividade dos herbicidas (PITELLI; DURIGAN, 2003).

A alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais - em sequência temporal numa determinada área, que é o preceito da rotação de culturas -, dificulta sobremaneira a instalação de uma comunidade padrão de infestantes e o risco que isso representa. Acontece pelas próprias características das culturas em rotação, como rapidez de crescimento, eficiência na ocupação do espaço no solo, sombreamento proporcionado, liberação de substâncias tóxicas para as plantas daninhas e também pelos diferentes métodos de controle, assim como os herbicidas, utilizados em cada uma destas culturas.

Outra vantagem da rotação de culturas é a oportunidade de se realizar a rotação de herbicidas em uma mesma área de cultivo, dificultando a perpetuação de espécies e o aparecimento de biótipos resistentes. Contudo, se houver falhas na condução das culturas e principalmente no controle das plantas daninhas, o resultado da infestação no esquema de rotação pode ser pior do que na sucessão. Ruedel (1995) observou na lavoura de soja, em área de cinco anos onde havia a rotação da soja com o milho no verão, que a infestação de gramíneas foi de 170 plantas/m² contra apenas 12 plantas/m² na área sem rotação. Isto ocorreu por falhas no controle químico das gramíneas na cultura do milho. No mesmo trabalho, a infestação na lavoura de trigo, quando o controle foi bem realizado, resultou em 47 plantas daninhas/m² na rotação, contra 143 plantas/m² sem rotação. Adegas (1998) relatou que nas regiões do Paraná onde é realizada a rotação de culturas de verão entre a soja e o milho a infestação de gramíneas é maior do que nas áreas de sucessão de soja, pela deficiência do controle químico realizado no milho, o que permite a disseminação e aumento do banco de sementes das espécies não controladas.

Ao realizar-se a incorporação dos resíduos vegetais com o preparo do solo no sistema convencional, favorece-se o arejamento, que por sua vez acelera a atividade microbiana e

consequentemente a rápida decomposição desses resíduos. No plantio direto, onde o solo tende a estar mais bem estruturado, com os resíduos deixados na superfície, reduz-se o contato com os microrganismos, resultando numa taxa de decomposição menor (ALMEIDA, 1985). Por isso, o teor de matéria orgânica nas áreas de plantio direto normalmente é superior às áreas de preparo convencional. Maior teor de matéria orgânica está ligado à maior atividade microbiológica. Muitos microrganismos, para sobreviverem e reproduzirem, utilizam-se de sementes e plântulas de plantas daninhas, deteriorando-as e, por conseguinte, diminuindo o potencial de infestação nas áreas de plantio direto.

A cobertura morta deixada na superfície funciona como um elemento isolante, reduzindo a amplitude térmica e hídrica no solo e filtrando os feixes de luz de ondas longas. A cobertura de palha favorece a redução no início do crescimento ativo do embrião das sementes fotoblásticas positivas e de sementes que necessitam de alternância de temperatura para germinar (PAES; REZENDE, 2001). Essa adaptação é considerada um mecanismo natural de defesa das espécies pelo fato de as sementes não germinarem em maiores profundidades no solo, onde a temperatura é sempre mais constante (CARVALHO, 1998). A germinação das infestantes está intimamente ligada a esses fatores, por isso reduz-se substancialmente a emergência das plantas daninhas no plantio direto com grande quantidade de cobertura morta.

Outro efeito físico da cobertura morta é reduzir o potencial de sobrevivência de espécies de sementes de tamanho pequeno, que normalmente possuem menor quantidade de substâncias de reserva, que podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência de plântulas até ter acesso à luz e iniciar o processo fotossintético (PITELLI, 1998). Mesmo para espécies com sementes consideradas grandes, a cobertura morta pode funcionar como barreira física pura, impedindo a incidência de luz e a realização de fotossíntese por aquelas plântulas que conseguiram emergir do solo (AZANIA et al., 2002).

O processo de decomposição da cobertura morta na superfície libera gradativamente uma série de compostos orgânicos, denominados aleloquímicos, muitos deles interferindo diretamente na germinação e emergência das plantas daninhas. A quantidade e a composição dos resíduos são os responsáveis pelo nível de interferência, e, portanto, controle de plantas daninhas obtido, predominantemente superior no plantio direto do que no convencional.

A comparação dos sistemas de plantio direto e convencional, a partir desses três fatores de produção, leva à conclusão que a infestação de plantas daninhas no plantio direto tende a ser menor que a do sistema convencional. É exatamente isto que concluí vários trabalhos de pesquisa científica, como os de Almeida (1991) e Ruedell (1995). A realidade no campo, no entanto, mostra que um grande número de produtores que entraram no sistema de plantio direto está tendo muita dificuldade em conseguir um bom controle de plantas daninhas, ou, por vezes, tendo um custo maior em fazê-lo. Por que isto acontece?

Na maioria dos casos a resposta é encontrada num conjunto de fatores. Normalmente o primeiro deles é que a área não estava devidamente apropriada para iniciar o plantio direto. Em relação às plantas daninhas, algumas precauções devem ser tomadas para a entrada no plantio direto, como diminuir a densidade da infestação, eliminar plantas daninhas perenes, desinfestar terraços e cordões de contorno, limpar estradas e carregadores, avaliar as culturas iniciais a ser explorado, observar as condições locais, especialmente as edafoclimáticas, e organizar máquinas e equipamentos.

Após a implantação do sistema de plantio direto, os produtores têm baseado o controle das plantas daninhas quase que exclusivamente na utilização de herbicidas, seja na operação de manejo, realizada para substituir a aração e gradagem na preparação para o plantio, seja na instalação das lavouras. Raramente é utilizado algum outro método de controle das invasoras.

O sistema de exploração das propriedades tem seguido o esquema de uma cultura de verão e outra de inverno; normalmente as mesmas culturas são utilizadas todo ano, caracterizando uma única sucessão, gerando épocas de entressafra em que o solo fica sem cultivo, em pousio. Também não se tem tomado os devidos cuidados para prevenir a entrada de invasoras nas propriedades. Isto pode ser comprovado pelas margens de estradas e carreadores que não têm sido mantidas com as plantas daninhas controladas. Isso também ocorre em terraços e cordões de contorno ainda presentes em algumas áreas de plantio direto. Além disso, existem muitas semeadoras e colheitadeiras que também realizam serviços em áreas fora das propriedades, em condições de infestação de plantas daninhas bem diferenciadas. As sementes utilizadas para a formação das lavouras, principalmente as de adubo verde, também têm sido foco de disseminação de invasoras, pois misturadas a elas estão, muitas vezes, as sementes de diversas plantas daninhas.

Nas regiões de clima mais quente, a implantação recente do plantio direto tem encontrado alguns problemas específicos, como a dificuldade de formação da palhada; as falhas de plantio, principalmente de milho, gerando espaços sem ocupação pelas culturas dentro da área cultivada; a falta de rotação de culturas e os problemas generalizados com a tecnologia de aplicação de herbicidas, como a inadequação dos horários de aplicação, os tipos de equipamentos e a sua forma de utilização.

É interessante ressaltar que todos os fatores citados, que geram os problemas das plantas daninhas no plantio direto, não têm sido exclusivos de um único grupo de produtores. Isto pode ser explicado pela generalização da maneira de se controlar as infestantes, pois, independente das características de cada propriedade e produtor, a maioria utiliza o mesmo sistema de controle.

Na agricultura realmente moderna, da qual o plantio direto tem se mostrado o sistema de produção mais adequado, o complexo das plantas daninhas deve ser tratado dentro de um contexto mais amplo, buscando realmente comprovar os trabalhos técnico-científicos que, como já foi citado anteriormente, demonstram que a infestação de plantas daninhas é menor no plantio direto em relação ao plantio convencional. O contexto proposto é o de manejo, ou melhor, ainda, o manejo integrado de plantas daninhas, caracterizado pela sigla MIPD.

Definimos didaticamente o MIPD como a seleção e integração de métodos de controle, dentro de um conjunto de critérios para a sua utilização, com resultados favoráveis nas áreas agrônômica, econômica, ecológica e social (ADEGAS, 1997). A passagem do controle usual de plantas daninhas para o manejo integrado pressupõe diminuir o empirismo e aumentar o conhecimento científico. Para tanto, existem duas ações fundamentais, o monitoramento e a intervenção real de controle.

O monitoramento é a base do MIPD, pois por meio dele é que obtemos o diagnóstico real de determinada área, talhão ou propriedade, dando subsídios suficientes para qualquer tomada de decisão para intervenção. Um monitoramento com qualidade pressupõe conhecimentos de biologia e ecologia das plantas daninhas, relações de interferência entre as plantas daninhas e culturas, amostragem e parâmetros de controle. O monitoramento deve ser uma ação permanente, com vistorias periódicas nos talhões cultivados, tanto para identificar a presença de invasoras em seus diferentes estádios e nível de infestação, como para avaliar o resultado das intervenções realizadas.

A intervenção propriamente dita, baseada nos resultados do monitoramento, deve-se pautar em utilizar e realmente integrar os diferentes métodos de controle, balanceando a importância de cada um dentro do planejamento de manejo na propriedade, sempre levando em consideração os aspectos agrônômico, econômico, ecológico e social. Os principais métodos de controle de plantas daninhas passíveis de serem utilizados, com algumas de suas táticas de manejo, podem ser agrupados em:

- Preventivo: controle de infestantes em beiras de estrada, carreadores e terraços; cuidados na aquisição de sementes, principalmente as de adubação verde; limpeza de semeadoras e colheitadeiras e utilização de esterco curtido e corretivos sem sementes de plantas daninhas.

- Cultural: selecionar culturas com maior produção de massa e de rápido crescimento inicial; em regiões de rápida decomposição da palhada, selecionar culturas com relação C/N alta; na escolha das culturas em rotação, considerar os efeitos alelopáticos positivos e evitar as épocas de pousio.

- Mecânico: sempre que se justifique, realizar capina total, de repasse ou arranquio manual, e quando viável, substituir a operação de manejo químico por mecânico.

- Químico: priorizar aplicação de herbicidas pós-emergentes; analisar a conjugação e rotação de herbicidas, quando possível, para melhorar o espectro de ação e aprimorar a tecnologia de aplicação.

O MIPD, portanto, é um processo dentro do sistema de produção agrícola que atende a qualquer tipo de propriedade ou produtor rural, pois a aplicação dos seus princípios básicos independe do tamanho da propriedade, das condições edafoclimáticas, do nível de mecanização, da quantidade de mão de obra e de outros fatores.

Referências

ADEGAS, F. S. Manejo integrado de plantas daninhas. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Pato Branco. **Resumo...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997.p.17-26.

ADEGAS, F. S. Manejo integrado de plantas daninhas em plantio direto no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Passo Fundo, **Resumo...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1998. p. 17-26.

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. Cap.6, p.103-146.

ALMEIDA, F. S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. p. 34.

AZANIA, A. A. P. M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, abr./jun. 2002.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1/2, p. 5-16, 1992.

CARVALHO, F. T. Dormência de sementes de plantas daninhas. In: RESULTADOS DE PESQUISAS, 11., 1998, Ilha Solteira. **Palestras...** Ilha Solteira: UNESP, 1998. p. 76-92.

PAES, J. M. V.; REZENDE, A. M. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.

PITELLI, R. A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis. **Palestras...** Londrina: SBHED, 1995. p. 5-12.

PITELLI, R. Plantas daninhas no sistema plantio direto de culturas anuais. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 4, p. 13-18, out. 1998.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Plantas daninhas no sistema de plantio direto de culturas anuais. In: ENCONTRO SUL-MINEIRO SOBRE PLANTIO DIRETO, 1., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. CD-ROM.

RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta: Convênio FUNDACEP/BASF, 1995. p. 134.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUNDÊNCIO, C. A. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 85p. (Embrapa Soja. Documentos, 260).

YENISH, J. P.; DOLL, J. D.; BUHLER, D. D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 429-433, jul. 1992.

PRÁTICAS CULTURAIS EM PEQUENAS PROPRIEDADES VOLTADAS AO MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

Christiane Augusta Diniz Melo¹, Lino Roberto Ferreira² e Francisco Cláudio Lopes de Freitas³

¹Engenheira-agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa; ²Engenheiro-agrônomo, D.S., Professor da Universidade Federal de Viçosa;

³Engenheiro-agrônomo, D.S., Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

1 Introdução

Dentre os estabelecimentos rurais do Brasil, 84,4% pertencem a grupos familiares, o que corresponde a aproximadamente 77% da população ocupada na agricultura (IBGE, 2006). A maioria dos alimentos consumidos pela população brasileira é proveniente das pequenas propriedades rurais, contribuindo a agricultura familiar com 60% da produção dos alimentos básicos da dieta dos brasileiros (PORTUGAL, 2004). Cerca de 70% do feijão consumido no País, 34% do arroz, 87% da mandioca, 46% do milho, 38% do café, 58% da produção de leite, 30% da produção de bovinos, 59% de suínos e 50% de aves advêm das pequenas propriedades (IBGE, 2006), destacando-se também a produção de hortaliças. A pluriatividade é característica da maioria desses estabelecimentos rurais como forma de diluir os custos e diversificar a renda, aproveitando melhor os recursos disponíveis, a disponibilidade de mão de obra e o uso da terra.

Diante da importância das pequenas propriedades rurais no agronegócio brasileiro, esforços têm sido destinados ao desenvolvimento e adaptação de tecnologias e equipamentos a serem empregados nesses sistemas de produção. Dentre os principais componentes do custo de produção da maioria dos produtos agrícolas, destaca-se o manejo das plantas daninhas, as quais interferem quantitativa e qualitativamente na produtividade, dificultam e encarecem a realização das práticas culturais, além de serem hospedeiras de pragas e doenças. Contudo, essas plantas apresentam diversos benefícios ecológicos, como cobertura e proteção do solo contra erosão, ciclagem de nutrientes e abrigo de inimigos naturais.

O manejo preventivo e o controle cultural das plantas daninhas são pontos básicos para minimizar os efeitos da interferência. Evitar a entrada, o estabelecimento e a disseminação de sementes e outros propágulos de plantas daninhas ainda não existentes na área por meio da utilização de sementes de elevada pureza, limpeza dos equipamentos e instrumentos utilizados em diferentes propriedades e/ou canteiros, inspeção dos substratos e mudas com torrões, por exemplo, é fundamental. Da mesma forma, assegurar à cultura todas as condições favoráveis para seu rápido estabelecimento e favorecimento por meio da utilização de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região, espaçamento adequado, adubação balanceada, irrigação direcionada, entre outras, proporciona à cultura expressar todo o seu potencial competitivo, sobressaindo frente às plantas daninhas. A escassez de mão de obra e a necessidade de se reduzir os custos de produção fazem com que o manejo químico das plantas daninhas em pequenas propriedades também seja utilizado aliado aos outros métodos de controle.

A escolha das medidas de manejo mais apropriadas a cada cultura e situação depende não só das ferramentas disponíveis em cada propriedade como também das espécies de plantas

daninhas presentes, da eficiência do método e da relação custo/benefício. Diante da riqueza e dinâmica do banco de sementes do solo e dos gastos que oneram consideravelmente o custo de produção da cultura, o manejo das plantas daninhas requer planejamento, sendo a integração dos métodos de controle essencial. Este capítulo visa apresentar as principais práticas culturais utilizadas em pequenas propriedades no manejo integrado das plantas daninhas em diferentes culturas.

2 Práticas culturais

O principal componente do manejo de plantas daninhas é a própria cultura. A ocupação do solo pelas culturas previamente ao aparecimento das plantas daninhas confere vantagem competitiva a elas, inviabilizando o crescimento e desenvolvimento de grande número de espécies pelo sombreamento imposto. Assim, as práticas culturais podem auxiliar na eliminação das plantas daninhas e favorecer a cultura para que ela vença a competição. Práticas culturais, como a consorciação de espécies, a rotação de culturas, a utilização de filme plástico ou cobertura morta sobre o solo, o uso de lâmina d'água, entre outras, proporcionam a quebra do ciclo das plantas daninhas, reduzindo o banco de sementes do solo. Algumas práticas culturais serão abordadas a seguir.

Conсорciação de culturas

A consorciação de culturas, seja em cultivos mistos ou intercalares, é uma prática comum em pequenas propriedades uma vez que proporciona melhor ocupação das áreas e aproveitamento dos insumos e da mão de obra. Essa prática favorece a cobertura do solo mais rapidamente, restringindo o espaço e outros fatores essenciais ao crescimento das plantas daninhas, principalmente a luminosidade (MUELLER et al., 2004). A consorciação vem sendo adotada tanto em sistemas convencionais de produção de grãos quanto na produção de hortaliças, onde há maior exposição do solo e intenso manejo, reduzindo-se consideravelmente a infestação por plantas daninhas e o número de intervenções. Alguns exemplos de consórcios estabelecidos com sucesso em diferentes regiões do País são: milho-feijão, milho-braquiária, feijão-braquiária, cenoura-alface, cenoura-rabanete, cenoura-alho, alho-beterraba, repolho-rabanete, inhame-milho-doce, mandioca-feijão, mandioca-milho, mamão-café e mamão-caupi.

No sistema de integração lavoura-pecuária a forrageira cultivada em consórcio com a cultura principal reduz a interferência de muitas espécies de plantas daninhas, tornando o sistema menos dependente do controle químico (JAKELAITIS et al., 2004). A utilização do cultivo consorciado do milho com *Brachiaria brizantha* simultaneamente na linha e na entrelinha proporcionou índice de controle das plantas daninhas de 95%, independentemente do espaçamento utilizado (BORGHI et al., 2008).

Na presença do consórcio cenoura-rabanete a produtividade da cenoura foi semelhante nas parcelas com duas ou três capinas, demonstrando que o consórcio constitui importante estratégia para reduzir as perdas causadas pelas plantas daninhas, especialmente para pequenos produtores que não dispõem de recursos para fazer o manejo adequado (FONTES et al., 2012). O consórcio de mamão com caupi (*Vigna unguiculata*) reduziu a biomassa das plantas daninhas em mais de 90%, não sombreou o mamoeiro e aumentou o rendimento da cultura. No entanto, algumas combinações dessa fruteira com milho e/ou feijão-de-vagem causaram sombreamento e reduziram a produtividade da cultura (NISHIMOTO, 1997).

Rotação de culturas

A rotação de culturas resulta na quebra do ciclo de vida das plantas daninhas e na modificação da população dominante na área, com alteração da intensidade de competição entre espécies e dos efeitos alelopáticos sobre as plantas daninhas (CONSTANTIN, 2011). Nos cultivos agrícolas geralmente ocorre predominância de plantas daninhas que apresentam exigências semelhantes às das culturas, assim, a escolha da espécie a ser estabelecida em rotação deve preconizar, se possível, características culturais e hábitos de crescimento diferentes. Além disso, a rotação de culturas, nos casos em que o manejo químico é utilizado, permite a diversificação de produtos com mecanismos de ação distintos, reduzindo a pressão de seleção ao aparecimento de biótipos resistentes.

A rotação de culturas com espécies não solanáceas durante 3 a 5 anos, pelo menos, é uma medida de controle fitossanitário eficiente na cultura do tomateiro, proporcionando redução das fontes de inóculo de fitopatógenos, insetos-praga vetores de viroses, nematoides e plantas daninhas. Como alternativas pode-se plantar tomate em rotação longa com gramíneas, especialmente com forrageiras utilizadas em pastagens, ou rotacionar com cana-de-açúcar durante 5 anos e posteriormente com cereais (milho, sorgo, trigo, aveia, centeio ou cevada) (SILVA et al., 2006).

De acordo com Gomes Junior; Christoffoleti (2008), no manejo integrado de plantas daninhas em plantio direto, a rotação de culturas é fator preponderante e indispensável. Pereira; Velini (2003), ao avaliarem os efeitos dos sistemas de plantio convencional, cultivo mínimo e plantio direto utilizando diferentes programas de rotação de culturas durante 4 anos sobre a dinâmica de populações de plantas daninhas no Cerrado, constataram maior eficiência de controle cultural da comunidade infestante obtida com o sistema de plantio direto, por meio dos programas de rotação: sorgo/soja – crotalária/milho – milheto/soja – milho safrinha/soja; milho safrinha/soja – girassol/milho – sorgo/soja – girassol/milho e guandu/soja – milheto/soja – milho safrinha/milho – girassol/soja. Esses autores verificaram que a rotação de culturas associada ao controle químico foi eficiente no controle de capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), e ainda que as espécies de beldroega (*Portulaca oleraceae*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*) e caruru (*Amaranthus viridis*) que ocorreram no primeiro ano de plantio direto tiveram suas infestações diminuídas significativamente após 4 anos nesse sistema.

Cobertura verde e cobertura morta

O uso de cobertura vegetal sobre o solo, seja verde ou morta (palhada), promove ocupação do solo, inviabilizando o estabelecimento de espécies exigentes em luz pelo sombreamento, atua como barreira mecânica para a emergência de algumas plantas daninhas, bem como exerce efeito alelopático. Além disso, a cobertura provoca redução da amplitude diária das variações térmica e hídrica na superfície do solo, reduzindo a germinação das sementes de plantas daninhas que precisam de grande amplitude de variação térmica para iniciar o processo germinativo. O principal efeito observado é a redução do banco de sementes aliado à melhoria das condições físico-químicas do solo (SILVA et al., 2007). Comumente utilizam-se espécies competitivas, como cobertura verde, por exemplo, mucuna-preta, crotalárias, tremoço, ervilhaca, feijão-de-porco, nabo forrageiro, aveia, em áreas de pousio ou intercalada a outras culturas com o objetivo de manter o solo coberto e fornecer biomassa para obter a cobertura morta. Após a dessecação

ou corte da massa vegetal por meio de roçada ou uso de rolo-faca, obtém-se um solo coberto para posterior realização da semeadura direta. A utilização de cobertura é um método bastante usado no manejo de plantas daninhas em cultivos orgânicos.

Em regiões brasileiras produtoras de mamão, a manutenção da cobertura vegetal na entrelinha tem apresentado resultados positivos (CARVALHO et al., 2004; SANTANA et al., 2005). O cultivo de espécies como *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea* e *Vigna unguiculata*, além de propiciar a cobertura e proteção do solo, promove a ciclagem de nutrientes, a redução da massa seca de plantas daninhas na lavoura e a diminuição significativa no banco de sementes via grande aporte de massa seca à superfície.

Vidal; Trezzi (2004), avaliando os efeitos de plantas vivas de genótipos de sorgo com capacidade distinta de produção de extratos radiculares hidrofóbicos sobre a supressão de plantas daninhas em campo, observaram reduções de 41% na densidade total de plantas e de 74% de massa seca total de plantas daninhas comparando as áreas de plantio direto cobertas com palhada, em relação à testemunha descoberta.

A produtividade de palha e a capacidade de supressão de plantas daninhas por *Crotalaria juncea*, *Stizolobium aterrimum*, *Pennisetum glaucum* no cultivo do tomateiro rasteiro em plantio direto foram avaliadas por Silva et al. (2009), que concluíram que *P. glaucum* e *C. juncea* isoladas e consorciadas entre si ou com *S. aterrimum* produziram elevada matéria seca, e a palha resultante da dessecação reduziu a emergência e acúmulo de matéria seca de plantas daninhas. A manutenção de cobertura morta em pomares de bananeiras com restos vegetais da própria cultura proporcionou benefícios quanto à manutenção da umidade no solo e redução da incidência de plantas daninhas (OLIVEIRA; SOUZA, 2003).

Na olericultura diversos materiais orgânicos podem ser utilizados como cobertura morta em canteiros de alho e alface, como acículas de pinus, palha e casca de arroz, palha de carnaúba, tornando muitas vezes desnecessária a utilização de herbicidas. Moura Filho (2009), avaliando diferentes coberturas de solo no cultivo de alface, verificou que a palha de carnaúba (Figura 1A), material bastante abundante na região Nordeste do Brasil, reduziu a interferência de plantas daninhas e criou condições favoráveis ao crescimento da cultura em relação ao solo sem cobertura. O uso de cobertura morta no cultivo de alho apresenta resultados satisfatórios no controle de plantas daninhas (Figura 1B), com exceção da tiririca e do trevo. Essas plantas daninhas conseguem transpor a barreira imposta pela cobertura morta uma vez que apresentam estruturas de reserva que garantem sua sobrevivência até iniciar o processo fotossintético. Neste caso, recomenda-se a prevenção, não adicionando ao solo qualquer material que contenha sementes, bulbos ou tubérculos e cuidados para que não ocorra disseminação por meio da fragmentação de seus propágulos com o uso de aração, gradagem e enxada rotativa. O sistema de manejo dessas plantas daninhas problemas deve incluir o plantio direto, que, embora mais utilizado em áreas com cultivos de grãos, vem sendo avaliado também em menor escala no cultivo de hortaliças, como na cultura do pimentão (Figura 1C) e de plantas ornamentais (Figura 1D).

De acordo com Silva et al. (2006), o uso de casca de arroz, em camada de dois centímetros, como cobertura morta na produção comercial de tomate dispensa a necessidade de capinas mecânicas ou de herbicidas. No entanto, dependendo do local e da intensidade de infestação de plantas daninhas, outras medidas de controle durante o cultivo podem ser necessárias para obter produção e qualidade dos frutos satisfatórias.

O efeito de coberturas mortas sobre a reinfestação por plantas daninhas em cultivo orgânico de cenoura foi estudado por Santos et al. (2011), que constataram que o solo descoberto alcançou níveis de densidade populacional de plantas daninhas, por unidade de área



Figura 1 Cobertura morta em canteiros de alface com palha de carnaúba (A) e de alho com acículas de pinus (B); Cobertura morta com palhada de braquiária no cultivo do pimentão no sistema de plantio direto (C) e com palhada de milho no cultivo de plantas ornamentais (D).

cultivada, 300% superiores à do solo que recebeu palhada. Esses autores verificaram ainda a contribuição dos resíduos de leguminosas utilizados como cobertura no aumento dos teores de macronutrientes nas raízes de cenoura.

A eficiência do manejo de plantas daninhas e a redução da infestação estão relacionadas com as características do material vegetal, a capacidade de liberar aleloquímicos e a ação de cobrir todo o solo. Na Figura 2 é possível verificar o efeito exercido pela presença e ausência de cobertura morta sobre o solo e pela constituição e cobertura da palhada sobre o controle das plantas daninhas na cultura do feijão em sucessão ao cultivo de milho no sistema de plantio convencional (Figura 2A), plantio direto com palhada de milho (Figura 2B) e plantio direto com palhada de milho e braquiária (Figura 2C).



Figura 2 Controle de plantas daninhas em feijão cultivado em solo sem palhada (A), solo coberto com palhada de milho (B) e solo coberto com palhada do consórcio milho-braquiária (C).

Em trabalho conduzido em Mossoró, RN, Nascimento et al. (2011) também verificaram efeito da cobertura do solo sobre a população de plantas infestantes na cultura do milho, com menor incidência de plantas daninhas na área de plantio direto com palhada de grama-seda (*Cynodon dactylon*) em relação à área com cobertura de plantas dicotiledôneas, com predominância da jitirana/corda-de-viola (*Merremia aegyptia*), que se decompôs rapidamente, reduzindo a cobertura do solo.

Filme de polietileno

A cobertura do solo com filme de polietileno ou mulching (Figuras 3A e 3B) é muito utilizada nas culturas do morango, melão, melancia, tomate, alface, mamão, abacaxi e pimentão, exercendo controle sobre as plantas daninhas pela imposição de barreira física à germinação das sementes e emergência das plântulas. O mulching de plástico preto é amplamente usado, mas atualmente há uma tendência para a utilização do mulching dupla face nas cores preta e prata ou preta e branca, as quais são mais apropriadas ao cultivo de plantas sensíveis ao calor, reduzindo o aquecimento do solo e diminuindo a amplitude térmica entre o dia e a noite. Essa prática cultural é empregada em pequenas áreas e culturas de maior valor agregado em decorrência do custo elevado do filme plástico e da mão de obra para sua instalação, entretanto, pode não exercer controle eficiente em áreas infestadas com espécies como trevo e tiririca que perfuram o filme por ocasião da emergência, conforme ilustração na figura 3B.



Figura 3 Uso de filme de polietileno no controle de plantas daninhas no cultivo de mamão (A) e melão com planta de tiririca ultrapassando a barreira do filme plástico (B).

O controle de plantas daninhas em hortaliças, como melão e melancia, vem sendo realizado com a cobertura do solo com filme de polietileno por causa da escassez de herbicidas registrados e da dificuldade de realizar o controle mecânico. Teófilo et al. (2012) verificaram que a cobertura do solo com filme de polietileno reduziu a infestação de plantas daninhas e o consumo de água em virtude da menor evaporação. De acordo com Silva et al. (2013a), o sistema de plantio direto, independente da estratégia de manejo, e o uso do filme de polietileno no plantio convencional permitem a realização do cultivo da melancia em sucessão ao meloeiro, reduzindo sobremaneira a interferência de plantas daninhas e proporcionando produtividade satisfatória.

Sistemas de preparo do solo: plantio direto e plantio convencional

O preparo do solo antes do plantio por meio de aração e gradagem exerce efetivo controle das plantas daninhas uma vez que promove o enterrio das plantas, expõe sementes viáveis à superfície, quebra a relação entre as raízes e o solo, danifica o sistema radicular, reduzindo assim o banco de sementes do solo. No entanto, pode também servir de multiplicador e disseminador de propágulos, além de causar desestruturação do solo e aumentar os riscos de erosão, devendo então ser criteriosamente avaliado.

O não revolvimento do solo proporcionou um avanço no controle das plantas daninhas que se propagam por estruturas vegetativas, reduzindo consideravelmente a densidade de plantas com o tempo. Aliado a uma boa dessecação e a outras práticas culturais, como a manutenção de palhada sobre o solo e a rotação de culturas, tem contribuído muito para redução da germinação de sementes de plantas daninhas e redução do número de aplicações de herbicidas. Assim, o controle adequado das plantas daninhas em sistemas de plantio direto exige conhecimento da dinâmica populacional do banco de sementes do solo, sendo importante a utilização integrada dos métodos de controle (GOMES JUNIOR; CHRISTOFFOLETI, 2008).

O plantio direto apresentou maior eficiência no controle cultural das plantas daninhas que os sistemas de cultivo mínimo e preparo convencional em culturas de verão ou outono em rotação com culturas de inverno, reduzindo o número total de indivíduos e a diversidade da comunidade infestante (PEREIRA; VELINI, 2003). O cultivo de melão nos sistemas de plantio direto e convencional com diferentes estratégias de manejo de plantas daninhas foi avaliado por Teófilo et al. (2012), que verificaram que o sistema de plantio direto na palha reduziu a densidade populacional e a massa seca acumulada pelas plantas daninhas em 86,7% e 61%, respectivamente, em relação ao plantio convencional, sendo que a interferência destas durante todo o ciclo da cultura reduziu a produtividade comercial em 100% no plantio convencional e 36,5% no plantio direto. A redução da densidade e acúmulo de massa seca pelas plantas daninhas também foi verificada por Coelho et al. (2013) no cultivo de pimentão em sistema de plantio direto, em relação ao cultivo convencional. Na cultura da melancia, o sistema de plantio direto apresentou, comparativamente ao plantio convencional, menor densidade e massa seca de plantas daninhas, seja na ausência de capina ou com a realização de uma, duas ou três capinas durante o ciclo, proporcionando a redução do número de capinas para uma única entre 28 e 42 dias após o transplantio (SILVA et al., 2013a).

Fotos: Lino Roberto Ferreira

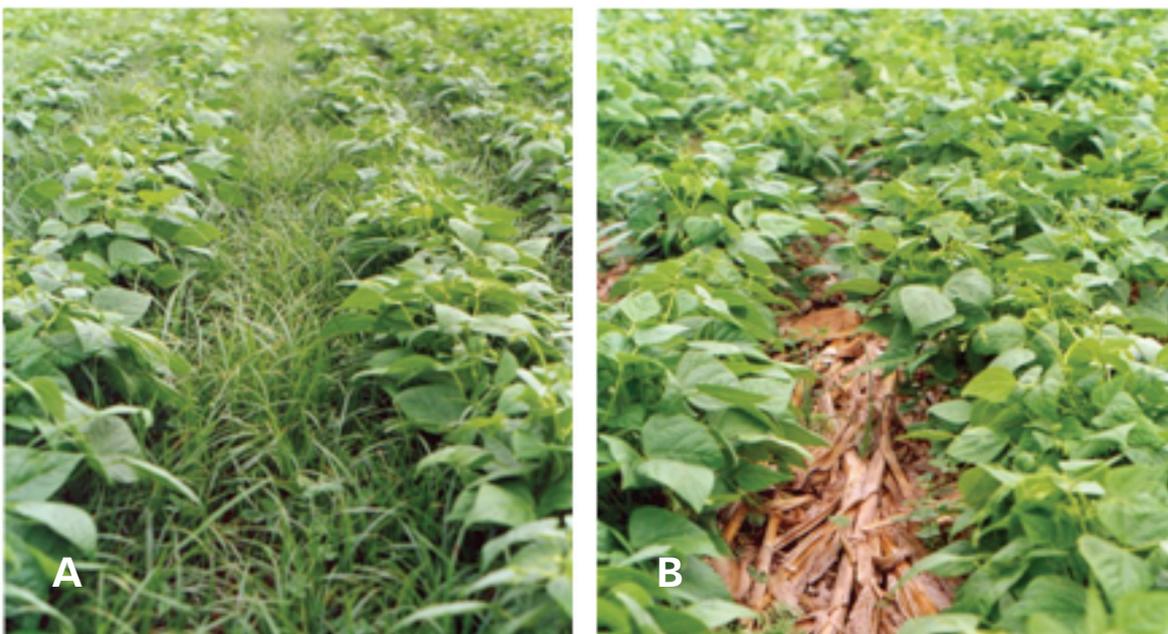


Figura 4 Infestação de tiririca após 2 anos de cultivo de feijão em rotação com o milho no sistema de plantio convencional usando aração e gradagem (A) e no plantio direto na palha (B).

O plantio direto, apesar de pouco utilizado no cultivo de hortaliças, tem grande potencial de uso especialmente para espécies hortícolas que apresentam sementes grandes, como feijão-vagem, milho-doce, quiabo, entre outras, além de rápida germinação e crescimento inicial, de maneira que cubram o solo rapidamente (SILVA et al., 2006). Na Figura 4, observa-se grande infestação de tiririca quando o feijão foi plantado no sistema convencional (aração, gradagem e enxada rotativa) e baixíssima infestação na área no plantio direto na palha.

Irrigação localizada

A irrigação, quando aplicada de forma localizada na linha de plantio bem próximo à planta - a exemplo do sistema por gotejamento comum em fruteiras e hortaliças -, propicia não só condições favoráveis para o crescimento e estabelecimento das culturas como também a ausência de infestação de plantas daninhas nas entrelinhas, conforme Figuras 5A e 5B, com as culturas do melão e do milho para produção de espigas verdes, respectivamente, com infestação de plantas daninhas apenas nas linhas. Dessa forma, o controle das plantas daninhas na linha de plantio pode ser realizado por meio de capinas mecânicas ou químicas quando necessário.



Figura 5. Cultivos de melão (A) e milho para produção de espigas verdes (B) irrigados por gotejamento com infestação de plantas daninhas apenas na linha de plantio.

Alguns trabalhos de pesquisa evidenciaram que o sistema de irrigação localizada por gotejamento, pelo fornecimento de água apenas junto à planta sem molhar a cobertura morta, contribui para uma baixa taxa de decomposição da palhada durante o cultivo do meloeiro na região semiárida do Nordeste brasileiro, viabilizando o cultivo da melancia, assim como de outras culturas, em sucessão no sistema de plantio direto (SILVA et al., 2013a). Comportamento semelhante foi verificado por Silva et al. (2009), trabalhando com tomateiro em plantio direto no Estado de São Paulo, onde a lenta decomposição da palhada - por causa da baixa pluviosidade e da utilização de irrigação por gotejamento - auxiliou na persistência da mesma sobre a superfície do solo. Assim, a permanência da palhada por maior tempo vai exercer o controle das plantas daninhas e colaborar com a redução dos custos com o manejo integrado.

Em sistemas de produção de melão, melancia e pimentão irrigados por gotejamento em plantio direto, tem-se verificado melhor eficiência no uso da água pelas culturas em relação aos cultivos em sistema de plantio convencional (COELHO et al., 2013; SILVA et al., 2013a; TEÓFILO et al., 2012) em decorrência da redução da infestação e conseqüentemente da menor concorrência com as plantas daninhas e menores perdas por evaporação.

Espaçamento e densidade de plantio

O espaçamento e a densidade de plantio são fatores fundamentais na determinação da capacidade competitiva da cultura. A redução do espaçamento entre linhas e o aumento da densidade de plantas, até certos limites, proporcionam vantagem competitiva à maioria das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento. A maior interceptação da radiação solar pelo dossel das plantas cultivadas altera a quantidade e a qualidade da radiação incidente nas porções inferiores do dossel, favorecendo o fechamento mais rápido das entrelinhas e o estabelecimento das culturas em detrimento das plantas daninhas. Tais efeitos ocorrem com maior ou menor intensidade dependendo da cultura implantada, da arquitetura das folhas, das características morfofisiológicas, bem como das espécies infestantes e das condições ambientais (SILVA et al., 2007).

A redução do espaçamento entre linhas de milho de 1,00 m - 0,80 m, convencionalmente usados, para 0,50 m - 0,45 m em áreas de cultivo vem sendo adotada por alguns agricultores e contribui muito para a redução da interferência de plantas daninhas. Nunes et al. (2010), trabalhando com híbridos de milho e diferentes espaçamentos entre fileiras, constataram que nas parcelas sem controle de plantas daninhas, nas duas épocas avaliadas, as densidades de *Brachiaria plantaginea* foram aproximadamente 42% menores no espaçamento reduzido (0,45 m), em relação ao convencional (0,90 m). Esses autores verificaram ainda que a utilização de espaçamentos reduzidos entre linhas, com a finalidade de se obter maior supressão de plantas daninhas, não é igualmente apropriada para os híbridos estudados.

Por sua vez, em outras culturas como o feijão-caupi, em pequenas áreas de cultivo no Ceará, a redução do espaçamento entre fileiras de 0,70 m para 0,50 m, apesar de resultar em menor área livre para a emergência de plantas daninhas, exigiu maior cuidado na capina com uso de enxada para evitar o arranquio de plantas de feijão, e, ainda, considerando o maior número de fileiras obtidas por hectare, aumentaram a demanda de tempo para a referida operação, especialmente na primeira capina, elevando os custos de produção (SILVA et al., 2013b).

Inundação

A inundação é um método efetivo de controle de extensa gama de plantas daninhas, sendo muito comum a sua utilização em tabuleiros de arroz. Entretanto, essa prática não exerce efeito sobre algumas espécies de plantas daninhas importantes para a cultura do arroz como o capim-arroz, algumas ciperáceas e sagitárias aquáticas, uma vez que essas plantas apresentam, assim como o arroz, um tecido denominado aerênquima, que supre a demanda de oxigênio dos órgãos submersos. A restrição do uso da lâmina de água no controle das plantas daninhas se deve ao elevado custo de preparação da área, requerendo solos planos e nivelados, além do grande volume de água necessário para sua implantação. Ademais, a utilização prolongada da técnica pode gerar pressão de seleção de plantas daninhas que conseguem se adaptar anatomicamente ao ambiente com deficiência de oxigênio.

Observa-se a grande utilização do manejo da lâmina d'água associado ao uso de herbicidas no arroz inundado, contudo, no cultivo de arroz orgânico, a capina manual ou mecânica seguida do arranquio manual de plantas são bastante adotados. O controle mecânico limita-se a pequenas propriedades, em especial, às lavouras com baixa infestação de plantas daninhas, pois, por ser efetuado no curto período entre a semeadura e a entrada de água na lavoura, sua execução em grandes áreas torna-se inviável (THIESEN et al., 2011).

Transplântio

O transplântio de mudas é um sistema de semeadura indireta onde as plantas crescem inicialmente em um viveiro de mudas e posteriormente são plantadas em local definitivo. Essa prática cultural comumente utilizada na olericultura, em fruteiras como o mamão e em arroz, propicia melhores condições às culturas de competir com as plantas daninhas, sendo menos suscetíveis à interferência.

Para algumas hortaliças, considerando uma mesma espécie ou cultivar, o sistema de transplante torna a cultura menos dependente do controle químico das plantas daninhas que o sistema de semeadura direta. O desenvolvimento mais lento na fase inicial de crescimento da cebola, por exemplo, semeada diretamente, faz com que esta seja suprimida rapidamente por plantas daninhas, caso o controle manual ou químico não seja feito no momento oportuno. Neste estágio de desenvolvimento as plantas de cebola também são mais tolerantes aos herbicidas seletivos. A utilização do transplante de mudas facilita o controle manual das plantas daninhas, uma vez que a produção de mudas é feita em sementeiras e por ocasião do transplante a muda já possui sistema radicular e área foliar mais desenvolvidos (SILVA et al., 2006).

3 Considerações finais

As práticas culturais discutidas acima consistem em importante ferramenta para o controle de plantas daninhas em pequenas propriedades. Contudo, diante da diversidade de plantas daninhas e dos prejuízos causados por estas no rendimento das culturas, resultados satisfatórios que minimizem a interferência, reduzam a infestação e o potencial reprodutivo das mesmas só poderão ser alcançados com a integração das técnicas de manejo. Assim, medidas preventivas associadas ao uso de práticas culturais e à adoção dos métodos mecânico e químico devem ser consideradas no planejamento do programa de manejo das plantas daninhas em cada situação.

4 Referências

- BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 559-568, jul./set. 2008.
- CARVALHO, J. E. B.; LOPES, L. C.; ARAÚJO, A. M. de A.; SOUZA, L. da C.; CALDAS, R. C.; JUNIOR, C. A. D.; CARVALHO, L. L.; OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS, R. C. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 335-338, jun. 2004.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. G. O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 741-749, out./dez. 2013.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, K. S.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, J. B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 369-378, abr./jun. 2013.

- CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348p.
- FONTES, L. de O.; RODRIGUES, A. P. M. dos S; NASCIMENTO, P. G. M. L.; PAULA, V. F. S.; RAMOS, R. F. Manejo de plantas daninhas na cultura da cenoura em Monocultura e consorciada com rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 162-169, 2012.
- GOMES JUNIOR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, out./dez. 2008.
- IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**: agricultura familiar, primeiros resultados Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, 2006.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 553-560, out./dez. 2004.
- MOURA FILHO, E. R. **Cobertura do solo e épocas de capina nas culturas de alface e beterraba**. 2009, 67f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Mossoró, 2009.
- MUELLER, S.; DURIGAN, J. C.; KREUZ, C. L.; BANZATTO, D. A. Épocas de consórcio de alho com cenoura em três sistemas de manejo de plantas daninhas, em Caçador-SC. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 507-516, out./dez. 2004.
- NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, M. G. O.; FONTES, L. de O.; RODRIGUES, A. P. M. dos S.; MEDEIROS, M. A.; FREITAS, F. C. L. Levantamento fitossociológico das comunidades infestantes em diferentes sistemas de plantio de milho. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 1-9, set. 2011.
- NISHIMOTO, R. K. Herbicide options for weed control in papaya. **Integrated Pest Management Reviews**, Londres, v. 2, p. 109-111, 1997.
- NUNES, A. L.; TREZZI, M. M.; DEBASTIANI, C. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 299-304, jun. 2010.
- OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, jun. 2003.
- PEREIRA, F. A. R.; VELINI, E. D. Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 355-363, jul./set. 2003.
- PORTUGAL, A. D. O. Desafio da agricultura familiar. Brasília: Embrapa, 2004. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2590963189/> Acesso em: 31/08/13.
- SANTOS, C. A. B.; ZANDONÁ, S. R.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 103-107. jan./mar. 2011.
- SANTANA, I. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; CARVALHO, J. E. B.; SAMPAIO, L. S. V.; LEDO, C. A. S.; PEIXOTO, C. P. Emergência e matéria seca de plantas daninhas na cultura do mamoeiro (*Carica papaya*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 583-588, out./dez. 2005.

SILVA A. A.; FERRERIA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. dos. Métodos de Controle de Plantas Daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 41-57.

SILVA, A. C.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R. Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 3, n. 2, jul./dez. 2006.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, F. A. Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. In: FREITAS, F. C. L.; KARAM, D.; OLIVEIRA, O. F.; PROCÓPIO, S. O. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO SEMI-ÁRIDO, 1., Mossoró, 2007. **Anais...**Mossoró, 2007.p. 199-211.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 22-28, jan./mar. 2009.

SILVA, M. G. O.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z. ; MESQUITA, H. C.; SANTANA, F. A. O.; LIMA, M. F. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 461-466, jul./set. 2013a.

SILVA, W. C.; TELES, V. O.; BRITO, L. L. M.; MÁXIMO, P. J. de M.; CAMARA, F. T. Avaliação dos custos de implantação e colheita do feijão caupi verde sob diferentes espaçamentos entre linhas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 3., Recife, 2013. **Anais...** Recife, PE. 2013b.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, D. F.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 547-556, jul./set. 2012.

THIESEN G.; MARTINS, J. F. da S.; FRANCO, D. F.; ANDRES, A.; MATTOS, M. L. T. Cultivo de arroz irrigado orgânico no Rio Grande do Sul. Embrapa de Clima Temperado, 2011. Disponível em:http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema17_novo/cap6_manejo_de_plantas_daninhas.htm. Acesso em: 25/08/2013.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I – Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 217-223, abr./jun. 2004.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS: TOMATE INDUSTRIAL E MELANCIA

Sidnei Douglas Cavalieri¹ e Cleber Daniel de Goes Maciel²

¹Pesquisador A - Embrapa Algodão (Núcleo do Cerrado/Mato Grosso), Sistemas de Produção Sustentáveis - Manejo Integrado de Plantas Daninhas, Rodovia dos Pioneiros (MT 222), Km 2,5, C. Postal 343, 78.550-970 Sinop, MT, sidnei.cavalieri@embrapa.br; ²Professor Adjunto A - Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro) Ciência das Plantas Daninhas DEAGRO/CEDETED, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Caixa Postal 301085.040-080 Guarapuava, PR, cmaciel@unicentro.br

A interferência exercida pelas plantas daninhas constitui um dos principais fatores limitantes no cultivo de hortaliças, por reduzirem severamente a produtividade e a qualidade do produto colhido, como resposta à competição direta pelos recursos de crescimento disponíveis no ambiente (CO₂, água, luz, nutrientes e espaço) ou pela liberação de aleloquímicos; e/ou indireta, por hospedarem insetos-praga, doenças e nematoides, além de dificultar os tratos culturais e procedimentos operacionais de colheita. Vários fatores relacionados à cultura e às plantas daninhas têm influência nessa interferência: época de convívio, condições edafoclimáticas e tratos culturais (VELINI, 1992). Segundo Pitelli (1985) o grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura agrícola é função de diferentes fatores: (1) cultura (espécie cultivada, cultivar ou variedade comercial, espaçamento e densidade de plantas); (2) comunidade de plantas daninhas infestantes (composição específica, densidade e distribuição); (3) ambiente (clima, solo e manejo da cultura) e (4) período em que elas convivem. Assim, o estudo dos efeitos diretos e indiretos da convivência das plantas daninhas e das práticas que visem o seu manejo, reduzindo ou evitando a interferência, é de extrema importância dentro do sistema de produção.

O manejo de plantas daninhas em hortaliças possui algumas diferenças se comparado ao de grandes culturas. As hortaliças, de forma geral, são cultivadas em pequena escala, mas há casos em que o cultivo ocorre em escala com o emprego de irrigação (pivô central e/ou gotejamento), como é o caso do tomate para processamento industrial e da melancia. Nesse caso, há grande aporte de capital e, conseqüentemente, emprego de tecnologia. Nas pequenas propriedades de produção de hortaliças, o manejo de plantas daninhas é basicamente realizado por meio de trabalho braçal (capinas e arranque manual) e/ou mecanizado (cultivadores), pois carecem de recursos financeiros, e a mão de obra é basicamente familiar. Muitas vezes a não aplicação de herbicidas se dá pela falta de conhecimento sobre a sua utilização, falta de assistência técnica e ausência de moléculas registradas para a cultura em questão e espécies de plantas daninhas predominantes na propriedade. Assim, dependendo da densidade de infestação, vários procedimentos de controle são requeridos, o que onera muito o custo de produção. Situação semelhante é enfrentada por produtores de hortaliças que adotam o sistema orgânico de produção, onde medidas químicas de controle não são permitidas. Dessa forma, o manejo de plantas daninhas é mais difícil ainda, devendo o produtor explorar medidas que proporcionem vantagem competitiva à cultura em detrimento das plantas daninhas, para que ocorram rápido estabelecimento e fechamento das entrelinhas de cultivo pela cultura (controle cultural). Outra ferramenta importante é a rotação do cultivo das hortaliças com plantas de cobertura ou adubos verdes para produção de palhada, pois a cobertura morta tende a reduzir ou inibir a emergência de plantas daninhas pelo efeito físico e/ou alelopático.

Para as hortaliças cultivadas em escala, o manejo de plantas daninhas também não é tarefa fácil, apesar da maior adoção de tecnologia. Nesse caso, a utilização do controle químico torna-se fundamental para a sustentabilidade do sistema, pois medidas manuais e mecânicas seriam insuficientes para garantir a máxima produtividade das culturas e qualidade do produto colhido. Ademais, a aquisição de mão de obra tem sido um dos principais entraves da agricultura nos últimos anos, a qual está cada dia mais escassa e onerosa. Diante disso, a aplicação de herbicidas para o controle de plantas daninhas é mais usual, pois é mais eficaz, ágil e econômica.

No presente capítulo, serão abordados aspectos sobre o manejo de plantas daninhas nas culturas do tomate destinado ao processamento industrial e melancia.

Tomate industrial

A arquitetura da parte aérea e o espaçamento de cultivo do tomateiro industrial, associado ao seu desenvolvimento lento nas primeiras semanas após o transplântio (ou semeadura), favorecem a ocorrência de plantas daninhas durante o seu ciclo (NASCENTE et al., 2004). Essa interferência pode alterar significativamente o crescimento e o desenvolvimento da cultura, com redução do tamanho, massa, acumulação de sólidos e número de frutos. A interferência imposta pelas plantas daninhas pode também causar atraso na maturação dos frutos e aumento na quantidade de frutos podres com a extensão do período de convivência com o tomateiro (HERNANDEZ et al., 2007). Adicionalmente, o intenso revolvimento no solo em virtude do uso de implementos agrícolas, em cultivos sucessivos na mesma área, aliado ao uso de níveis elevados de adubações químicas e orgânicas e irrigações frequentes podem agravar o problema, exercendo interferência negativa (PEREIRA, 2000).

A magnitude da redução na produtividade do tomateiro industrial por causa da interferência proporcionada pelas plantas daninhas depende, entre outros fatores, das espécies infestantes presentes na área e do período de convivência, e se o sistema de cultivo é feito via semeadura ou transplântio. Um importante fator a ser considerado é que quanto maior a semelhança fisiológica e/ou genética entre duas espécies vegetais mais intensa é a sua competição pelos fatores que se encontram em quantidades limitadas no ecossistema comum (BUCKLEW et al., 2006; HERNANDEZ et al., 2002, 2007). A maria-pretinha (*Solanum americanum*), por exemplo, é considerada uma das espécies mais agressivas quando em competição com o tomateiro, correspondendo à competição de quase cinco plantas de tomate (HERNANDEZ et al., 2002, 2007).

Segundo Pereira (2000), o espaçamento e a densidade de plantio também são fatores importantes no balanço competitivo, pois influenciam na precocidade e na intensidade do sombreamento promovido pela cultura. Plantios mais densos dificultam o desenvolvimento de plantas daninhas por terem que competir mais intensamente com a cultura na utilização dos fatores do meio. Weaver et al. (1987) verificaram que em plantios menos adensados a redução na produtividade causada por *Solanum* spp. (5 a 10 plantas m⁻²) foi aproximadamente 23% superior a dos plantios mais densos, para tomate em semeadura, evidenciando que a redução do espaçamento entre fileiras ou o aumento da densidade de plantio na fileira pode alterar o balanço da competição em favor da cultura. Por sua vez, é importante citar que o espaçamento de plantio deve ser adequado para propiciar a realização de tratamentos culturais no tomateiro, havendo também um limite para o aumento da densidade de plantio na fileira, de modo que não haja competição intraespecífica entre as plantas de tomate. Outra forma das plantas daninhas interferirem diretamente na cultura é por meio da liberação de substâncias aleloquímicas, as quais podem comprometer a germinação das sementes, o crescimento e a produtividade da cultura, como observado por Castro et al. (1983). Apesar de provocar redução na produtividade

e no tamanho dos frutos, a interferência das plantas daninhas parece não afetar a qualidade do suco dos frutos de tomate, avaliada pela cor, consistência, sabor, etc. (FRIESEN, 1979).

Além dos prejuízos decorrentes da interferência, as plantas daninhas podem ainda atuar indiretamente como hospedeiras de pragas e de patógenos do tomateiro, podendo até inviabilizar a cultura em determinadas situações (PEREIRA, 2000; SILVA; SILVA, 2007). Por exemplo, o joá-de-capote (*Nicandra physaloides*) e o trevo (*Oxalis latifolia*) são hospedeiros naturais de begomovírus. Já a beldroega (*Portulaca oleracea*) e diversas solanáceas são hospedeiras naturais de tospovírus. A murcha-bacteriana do tomateiro, causada por *Ralstonia solanacearum*, infecta espécies de plantas pertencentes a mais de 50 famílias, provocando maiores perdas nas solanáceas. Assim, as plantas daninhas pertencentes a essa família podem manter altas populações da bactéria no solo, o que dificulta o controle da doença no campo (BAPTISTA et al., 2006). Além disso, as espécies maria-pretinha (*S. americanum*), joá-bravo (*Solanum sisymbriifolium*) e *N. physaloides* são hospedeiras de nematoides do gênero *Meloidogyne*.

No que se refere ao sucesso do controle químico de plantas daninhas, diversos fatores devem ser considerados. Os principais fatores ligados às plantas daninhas são: (1) correta identificação das principais espécies presentes na área; (2) grau de infestação e (3) estágio de desenvolvimento da planta daninha no momento da aplicação. Entre os fatores ligados ao herbicida destacam-se: (1) eficácia de controle; (2) seletividade para a cultura e (3) atividade residual para as culturas subsequentes. Em relação à própria cultura, podemos citar: (1) estágio de desenvolvimento e (2) sensibilidade da cultivar. Em relação ao solo é necessário determinar a porcentagem de argila e matéria orgânica para adequação de doses, sendo que quanto maior forem essas porcentagens mais altas deverão ser as doses. Em relação à tecnologia de aplicação, deve-se atentar para as condições ambientais (temperatura máxima de 27 °C, umidade relativa do ar mínima de 60% e velocidade do vento de no máximo de 10 km h⁻¹) e calibração correta de equipamentos.

Por causa da baixa tolerância que o tomateiro apresenta aos herbicidas pós-emergentes, o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (folhas largas) é de difícil execução quando comparado ao controle de gramíneas (folhas estreitas) (ORMEÑO et al., 2003). Exceto para o metribuzin, flazasulfuron, metam-sodium e trifluralin, os demais herbicidas registrados para a cultura são utilizados exclusivamente no controle de gramíneas. Portanto, é possível inferir maior facilidade no controle de gramíneas pelo método químico, enquanto para as dicotiledôneas esse controle nem sempre é possível, sendo muitas vezes necessária a integração do método químico ao mecânico para se manter a cultura livre da interferência das plantas daninhas. Os herbicidas registrados para a cultura do tomateiro, com suas respectivas modalidades de aplicação e doses recomendadas, encontram-se na Tabela 1.

Dentre os herbicidas registrados para a tomaticultura no Brasil, o metribuzin é o mais utilizado, sendo recomendado para aplicação tanto em pré-emergência em semeadura quanto em pós-transplante, após as mudas terem recuperado a turgescência (cerca de 10 dias após o transplante) (SILVA; SILVA, 2007). Esse herbicida atua como inibidor do fotossistema II e é muito dependente das condições edafoclimáticas para seu bom funcionamento, sendo muito adsorvido em solos com alto teor de matéria orgânica e/ou argila. Quando o herbicida é aplicado na superfície do solo seco em que persisti essa condição por 7 dias, é desativado por fotodegradação, por isso, para uma ação efetiva, recomenda-se a aplicação de uma lâmina de irrigação 24 horas após a aplicação. O metribuzin é também facilmente lixiviado no solo, não sendo recomendado seu uso em solo arenoso e/ou com baixo teor de matéria orgânica (SILVA, 1989).

Tabela 1. Herbicidas registrados para a cultura do tomate no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa.

Ação	Herbicida		Dose (kg ou l ha ⁻¹)		Modalidade de aplicação
	Nome comum	Nome comercial	Ingrediente ativo	Formulação	
Folhas largas	Metribuzin	Sencor 480	0,48	1,0	PÓS
		Soccer SC	0,48	1,0	PÓS
	Metam-sodium	Bunema 330 CS	247,5	750	PRÉ
	Flazasulfuron	Katana	0,05 - 0,1	0,2 - 0,4	PRÉ & PÓS
Folhas estreitas	Clethodin	Select 240 CE	0,084 - 0,108	0,35 - 0,45	PÓS
	Fluazifop-p-butyl	Fusilade 250 EW	0,125 - 1875	0,5 - 0,75	PÓS
	Quizalofop-p-ethyl	Targa 50 EC	0,075 - 0,1	1,5 - 2,0	PÓS
	Napropamide	Devrinol 500 PM	2,0 - 3,0	4,0 - 6,0	PRÉ & PÓS
	Trifluralin	Premerlin 600 EC	0,54 - 2,4	0,9 - 4,0	PRÉ & PÓS
Trifluralina Nortox		0,534 - 1,068	1,2 - 2,4	PRÉ	

^{1/}Alguns dos produtos têm boa ação em ambos os grupos de plantas; ^{2/} Ler e seguir as instruções dos rótulos. A inclusão ou exclusão de um produto depende da validade de registro dele junto ao Mapa; ^{3/} PPI: pré-plantio incorporado entre 5 cm e 10 cm; PRÉ: pré-emergência; PÓS: pós-emergência. Fonte: Rodrigues; Almeida (2011); Agrofitt (2011).

Godoy et al. (2007) constataram que o metribuzin promoveu controle eficaz em pós e em pré-emergência das plantas daninhas, mesmo sem ocorrência de chuvas após a aplicação. Entretanto, a duração do período de controle após a aplicação variou de acordo com o número de dias sem ocorrência de chuvas e a espécie invasora. Apesar de proporcionar excelente controle de plantas daninhas, o metribuzin pode ser fitotóxico sob determinadas condições ambientais. Por exemplo, o tomateiro tende a tolerar menos o herbicida numa situação em que as plantas estão menos expostas à luz solar (dias nublados) e quando há maior disponibilidade de água para as plantas. Nesse caso, acredita-se que a maior retenção de água no solo provoca aumento no período de permanência do herbicida junto às raízes do tomateiro, potencializando sua absorção pela planta (BACHEGA et al., 2005). Também foram observadas algumas diferenças quanto à tolerância entre genótipos de tomate ao metribuzin, em que genótipos de ciclo precoce parecem ser mais sensíveis que os de ciclo tardio.

O herbicida metribuzin controla diversas espécies de dicotiledôneas e algumas gramíneas, porém não controla satisfatoriamente o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e a maria-pretinha (*S. americanum*), por exemplo, que têm sido selecionados nos campos de produção por causa da aplicação repetida desse herbicida. Diante dessa situação, muitos produtores têm utilizado herbicidas não registrados para a cultura, que têm se mostrado eficazes no controle dessas espécies. Na região Centro-Oeste, por exemplo, tradicional na produção de tomate industrial, a mistura de tanque entre metribuzin, s-metolachlor e sulfentrazone, em pré-emergência, tem se revelado como alternativa, principalmente para o controle de maria-pretinha (*S. americanum*). Além disso, permite prevenir o aparecimento de plantas daninhas resistentes, em virtude do emprego de herbicidas com mecanismo de ação diferente do metribuzin (inibidor do fotossistema II). Entretanto, não há informações quanto ao resíduo desses herbicidas não registrados nos frutos, fato esse que pode estar colocando em risco a saúde dos consumidores.

Os herbicidas clethodim, fluazifop-p-butyl e quizalofop-p-ethyl, comumente chamados de graminicidas, possuem ação exclusiva em gramíneas, sendo altamente seletivos para dicotiledôneas por inibirem a acetil Coa carboxilase (ACCCase), enzima presente apenas em plantas dessa família. Esses herbicidas devem ser aplicados em pós-emergência, no início do desenvolvimento das plantas daninhas (quatro folhas ou até quatro perfilhos, quando provenientes

de sementes). Para se obter maior eficiência na aplicação desses herbicidas, deve-se aplicá-los quando houver alto vigor vegetativo das plantas daninhas.

O trifluralin, inibidor do arranjo de microtúbulos, é um herbicida que apresenta excelente ação sobre gramíneas anuais e perenes oriundas de sementes, devendo ser aplicado imediatamente ou até seis semanas antes do transplântio (ou semeadura). Para tanto, o terreno deve estar livre de torrões, restos culturais, plantas daninhas já estabelecidas e com umidade. Por ser um produto volátil, sensível à luz e de solubilidade em água extremamente baixa, recomenda-se sua incorporação ao solo à profundidade de 5 cm - 10 cm, por meio de grade de arrasto ou capinadeira de dentes, dentro de no máximo 8 horas após a aplicação. Uma lâmina de irrigação deve ser aplicada em até 7 dias após a aplicação para que o herbicida não seja inativado. Por causa do seu mecanismo de ação, é importante ressaltar que o trifluralin não controla plantas daninhas suscetíveis após a sua germinação, sendo, portanto, indicado exclusivamente em pré-emergência.

O herbicida flazasulfuron, inibidor da enzima acetolactato sintase, pertence ao grupo das sulfonilureias, apresenta seletividade ao tomateiro e controle eficiente de algumas plantas daninhas gramíneas e dicotiledôneas anuais e bianuais quando aplicado em pré-emergência (KOGAN; FIGUEROA, 2002). O herbicida napropamide é recomendado para o controle de gramíneas em pré-emergência, com aplicação em pré-plantio incorporado ao solo. Já o metam-sodium é recomendado para o controle pós-emergente de gramíneas e algumas dicotiledôneas. Apesar de possuírem registro para aplicação, esses herbicidas são pouco utilizados em culturas de tomate industrial se comparados aos demais citados anteriormente, seja pela dificuldade de obtenção, pela menor flexibilidade de aplicação, menor espectro de controle, ou pelo custo.

Melancia

De forma semelhante ao tomate industrial, a cultura da melancia também apresenta baixa competitividade em relação às plantas daninhas, em razão do desenvolvimento inicial lento e dos largos espaçamentos entrelinhas adotados no momento da implantação da lavoura. Apesar da escassez de estudos fitossociológicos realizados em áreas produtoras de melancia do Brasil, é provável encontrar grande diversidade de espécies de plantas daninhas em decorrência de a cultura ser amplamente difundida em todo o País. Assim, o conhecimento prévio da composição florística das plantas daninhas na cultura, assim como do comportamento em diferentes condições, permite antecipar o planejamento de estratégias de controle de menor impacto, principalmente no caso de o manejo ser realizado por meio de herbicidas.

Na cultura da melancia, a utilização de herbicidas apresenta várias vantagens em relação a outros métodos de controle: atinge alvos que a enxada ou o cultivador não alcançam; reduz ou elimina os riscos de danos às raízes e parte aérea; não modifica a estrutura do solo e, portanto, reduz os riscos de erosão; pode ser utilizado em períodos chuvosos, quando o controle mecânico é ineficiente; controla mais eficientemente as plantas daninhas perenes; reduz a necessidade de mão de obra; e apresenta maior capacidade operacional, apresentando menor custo por área tratada.

Atualmente, apenas o herbicida clethodim (84 g ha⁻¹ a 108 g ha⁻¹), do grupo químico das ciclohexanodionas, encontra-se registrado no Brasil para o controle químico de plantas daninhas na cultura da melancia (BRASIL, 2012; LORENZI, 2006; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Esse herbicida caracteriza-se por ser um pós-emergente de ação sistêmica, altamente seletivo para a cultura, que apesar de ser efetivo para a maioria das gramíneas anuais e perenes (tolerância varia entre as espécies), apresenta pouca ou nenhuma atividade sobre espécies de plantas daninhas dicotiledôneas (folhas largas) e ciperáceas.

O clethodim possui considerável flexibilidade quanto à época de aplicação, no qual o estágio mais sensível das gramíneas é de 3 a 5 folhas, mas plantas maiores podem ser controladas, sendo necessário, nesse caso, a aplicação de doses mais elevadas dentro da faixa recomendada quando as plantas ultrapassarem o estágio de um perfilho (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Para maior eficácia de controle, principalmente quando as espécies infestantes estiverem em estágio avançado de desenvolvimento, é aconselhável a sua aplicação em associação com adjuvantes para melhor absorção pelas plantas.

Quanto ao mecanismo de ação, o clethodim inibe a atividade da enzima acetil-coenzima A carboxilase (ACCase), responsável pela biossíntese dos ácidos graxos ligados à produção de fosfolípidios usados na construção de novas membranas necessárias para o crescimento celular. Dessa forma, o crescimento das plantas sensíveis cessa logo após a aplicação e os primeiros sintomas do efeito do herbicida são notados inicialmente na região meristemática, onde a síntese de lípidios para a formação das membranas é muito intensa. Assim, os meristemas (próximos aos entrenós) sofrem descoloração, ficam marrons e desintegram-se. As folhas recém-formadas ficam cloróticas e morrem entre uma e três semanas após o tratamento (OLIVEIRA JUNIOR, 2011). Folhas mais desenvolvidas podem adquirir coloração arroxeadada ou avermelhada, lembrando sintomas de deficiência de fósforo (VIDAL, 1997).

Medeiros et al. (2000); Maciel et al. (2002) relataram elevada seletividade do herbicida clethodim à cultura da melancia em campo, assim como dos também inibidores da enzima ACCase, fenoxaprop-p-ethyl e sethoxydim. Em laboratório, Vidal et al. (2000) relataram alta tolerância da cultura da melancia cultivar Charleston Gray ao herbicida fluazifop-p-butil, pertencente ao mesmo mecanismo de ação. De forma semelhante, Reis et al. (2010) também constataram alta tolerância da melancia cultivar Crimson Sweet ao fluazifop-p-butil, não sendo verificados sintomas de fitointoxicação, assim como redução da massa seca da parte aérea e raízes, do número de folhas e comprimento de ramas.

Os herbicidas inibidores da ACCase são estrategicamente importantes para a melancia, pois essa cultura é comumente plantada em áreas de renovação de pastagem. Nessas condições, é de se esperar que a infestação das áreas apresente predominância de gramíneas, tais como: capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), capim-quicuío (*Urochloa humidicola*), braquiário (*Urochloa brizantha*) e grama batatais (*Paspalum notatum*), proveniente de rebrote da soqueira e/ou germinação do banco de sementes do solo.

Entretanto, por mais que os herbicidas inibidores da ACCase sejam seletivos para a cultura da melancia, sabe-se que esses herbicidas possuem diferenças marcantes quanto à eficácia e espectro de controle de gramíneas (HARWOOD, 1999; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006). Nesse aspecto, é importante ressaltar que o clethodim não é registrado e recomendado para o controle de *U. decumbens*, *U. humidicola*, *U. brizantha* e *P. notatum*, apresentando apenas efeito de supressão temporária do crescimento da infestação, fato esse que torna bastante difícil o controle efetivo de gramíneas pelo herbicida em áreas de renovação de pastagem, a não ser que outros herbicidas que apresentam reconhecida eficácia de controle para essas espécies pudessem ser aplicados.

Marques et al. (2011) relataram que o estágio de desenvolvimento das gramíneas *U. decumbens* e *Urochloa plantaginea* foi determinante na eficácia de controle proporcionada por diferentes inibidores de ACCase, tendo o sethoxydim, registrado para cultura da melancia nos EUA, se destacado como a melhor opção. Porém, considerando a *U. plantaginea*, Fleck et al. (2008) obtiveram controle total de plantas com até nove perfilhos, utilizando o clethodim (60 g ha⁻¹).

Outra situação, relatada por produtores, é a aplicação de trifluralin (inibidor da divisão celular) em pré-emergência ou pré-plantio incorporado para o controle de gramíneas na cultura

da melancia, desconsiderando a ausência de registro desse herbicida no Brasil (BRASIL, 2012; LORENZI, 2006; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Apesar de o trifluralin ser registrado para várias culturas no Brasil, dentre essas algumas hortaliças, sua aplicação pode ocasionar intoxicações a plantas de melancia.

Dentro desse contexto, considerando que um dos principais mecanismos de seletividade dos herbicidas inibidores da divisão celular seja a localização espacial do herbicida em relação à cultura (seletividade de posição) (OLIVEIRA JUNIOR, 2011), há a possibilidade de o trifluralin apresentar fitotoxidez à melancia principalmente se o herbicida se concentrar na zona de enraizamento das plantas após a semeadura ou transplântio superficial, o que pode resultar na inibição de crescimento das raízes.

Em outros países, como nos Estados Unidos, o trifluralin é recomendado na modalidade de aplicação em jato dirigido nas entrelinhas da melancia (estádio de 3 a 4 folhas), porém em pré-emergência das plantas daninhas, procedendo a imediata incorporação ao solo após a aplicação. Outros herbicidas, como ethalfluralin, bensulide, naptalam, bensulide + naptalam, DCPA, terbacil, clomazone, ethalfluralin + clomazone e flumioxazin, também apresentam registro para cultura da melancia na Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), sendo utilizados também em aplicações dirigidas às entrelinhas da melancia e em pré-emergência das plantas daninhas, de forma semelhante ao trifluralin. Alguns desses herbicidas são eficazes para o controle de dicotiledôneas e podem ser associados à cobertura na linha de plantio com filme de polietileno para a melancia transplantada (JONHSON III; MULLINIX JUNIOR, 2002). Todavia, Grey et al. (2000) demonstraram que a melancia cultivar Royal Sweet semeada ou transplantada em solo de textura arenosa foi tolerante à aplicação de clomazone em pré-plantio incorporado, pré-emergência e pós-transplântio, ao contrário do pendimethalin, que somente não sofreu redução de produtividade para o transplântio da cultura em todas as modalidades de aplicação.

O fato de existir apenas um herbicida registrado para a cultura da melancia é preocupante, pois a aplicação de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação na lavoura pode selecionar biótipos de plantas daninhas resistentes. Para evitar a resistência, seria necessária a aplicação de herbicidas com mecanismos de ação diferentes da inibição da ACCase na cultura da melancia, o que não é permitido por lei. Nesse caso, a rotação da melancia com culturas que apresentam uma gama maior de herbicidas registrados é a melhor estratégia a ser seguida, visto que há a possibilidade de aplicação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação nessas culturas. No Brasil, biótipos de *U. plantaginea*, *Digitaria ciliaris*, *Eleusine indica* e *Lolium multiflorum* foram identificados como resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase, porém apenas em monocultivos de soja (HEAP, 2011).

Dentre os herbicidas comercializados no Brasil, o halosulfuron destaca-se como alternativa interessante e potencial para a melancia, exatamente por ser seletivo à cultura e controlar eficientemente ciperáceas. Esse herbicida possui como mecanismo de ação a inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), sendo registrado nos Estados Unidos e em vários países da Europa para controle de tiririca (*Cyperus* spp.), e algumas espécies dicotiledôneas, em aplicações em pré e pós-emergência (BRANDENBERGER et al., 2005; BUKER III et al., 1997; DITTMAR et al., 2008; TRADER et al., 2008). No Brasil, Reis et al. (2010) mencionaram como promissora a possibilidade de aplicação de halosulfuron e bentazon para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas em melancia, porém destacaram a necessidade de estudos adicionais para confirmar essas alternativas.

Considerando que a redução da emergência de plantas daninhas durante o ciclo da cultura da melancia possa resultar em economia, uma estratégia promissora é a realização do preparo do solo cerca de duas a três semanas antes da semeadura e/ou transplântio das mudas.

Essa opção visa ao controle das plantas daninhas presentes na área e ao desencadeamento da emergência de um novo fluxo de plântulas mais numeroso e nocivo em termos de interferência, a ser controlado por herbicidas dessecantes (glyphosate, paraquat ou diquat) poucos dias antes do transplante e/ou semeadura. Entretanto, é importante ressaltar que esses herbicidas não apresentam registro para cultura da melancia (BRASIL, 2012), embora o registro possa ser justificado por não causarem prejuízos à cultura que será instalada em seguida, uma vez que são moléculas altamente adsorvidas pelos colóides e matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, indisponíveis para absorção pelas plantas de melancia.

Manejo Integrado

O manejo integrado de plantas daninhas visa à integração de vários métodos de controle (preventivo, cultural, mecânico e químico), não considerando cada um de forma isolada. No modelo de agricultura atual, altamente dependente de insumos e energia, há uma tendência para se adotar apenas o controle químico por causa da sua praticidade e eficiência, porém, se empregado isoladamente e de maneira inadequada, pode trazer uma série de problemas futuros que certamente resultam em conseqüências indesejáveis. Pode-se citar, como exemplo, a seleção de espécies infestantes tolerantes e/ou resistentes aos herbicidas, que pode inviabilizar o controle químico de plantas daninhas, ainda mais para o tomate industrial e para a melancia, que apresentam poucos herbicidas registrados.

Diante disso, o maior desafio está em desenvolver sistemas de produção em que métodos preventivos e culturais de controle sejam primeiramente priorizados, seguidos pelos demais métodos. As medidas preventivas visam evitar o estabelecimento, a produção e a disseminação de propágulos (sementes, rizomas, tubérculos, etc.) das plantas daninhas, ao passo que as medidas culturais visam tornar a cultura mais competitiva em relação às infestantes. Nesse último caso, medidas como rotação de culturas, utilização de cultivares mais adaptadas e competitivas, opção pelo transplante ao invés da semeadura (em virtude da vantagem competitiva) e uso de plantas de cobertura com potencial alelopático para o controle das infestantes como integrantes do sistema de rotação têm grande possibilidade de sucesso.

Atentando-se primeiramente para o método preventivo e cultural, o controle químico torna-se mais fácil e o controle mecânico poderá ser usado apenas para complementar eventuais escapes de plantas daninhas, o que certamente é menos oneroso ao agricultor. Além disso, diante da possibilidade da menor utilização de herbicidas, pode-se conseguir menor contaminação ambiental, o que é extremamente favorável para a sustentabilidade do sistema de produção.

Segundo Pereira (2008), um programa de manejo integrado de plantas daninhas consiste em quatro fases: diagnose do problema; avaliação da adequabilidade e planejamento dos métodos disponíveis e passíveis de uso; estruturação do programa de manejo considerando o sistema de rotação de culturas e a adequabilidade das medidas seletivas e não seletivas; execução do programa e avaliação dos custos e benefícios. Entretanto, o programa de manejo integrado de plantas daninhas deve ser adaptado de acordo com cada situação, pois fatores relacionados ao nível de tecnologia adotado por cada produtor têm influência na sua elaboração.

Adicionalmente, o produtor deve evitar campos muito infestados quando da seleção de novas áreas de cultivo; realizar inspeções regulares de campo de forma a identificar e erradicar reboleiras iniciais de espécies de plantas daninhas, antes não presentes na área (principalmente as de propagação vegetativa); conhecer as espécies de plantas daninhas predominantes na área, direcionando assim medidas de controle mais adequadas; conhecer a sensibilidade das plantas daninhas aos herbicidas a serem utilizados no programa de rotação culturas, etc.

Considerações finais

Em resumo, pode-se dizer que um dos principais fatores limitantes do manejo de plantas daninhas em hortaliças seja a falta de registro de herbicidas para as mais variadas espécies olerícolas. De forma geral, mesmo para as hortaliças tradicionalmente cultivadas em larga escala, o portfólio de herbicidas registrados para as culturas é restrito, havendo poucas opções de produtos que possam ser efetivamente aplicados sem afligir a legislação. Isso advém do desinteresse das indústrias químicas em registrar suas moléculas para as hortaliças, mesmo havendo comprovada seletividade para a cultura (não causa intoxicação que comprometa a sua produtividade) e eficácia de controle das espécies de plantas daninhas normalmente encontradas no agroecossistema, pois o volume de produção não justificaria os investimentos com procedimentos de registro. A consequência disso é que muitos agricultores têm aplicado herbicidas sem registro para aquelas hortaliças que ele se propôs a cultivar, colocando em risco a saúde do consumidor em decorrência do possível resíduo do agrotóxico nas partes que são consumidas (folha, inflorescência, fruto, tubérculo, etc.).

Referências

- BACHEGA, T. F.; HERNANDEZ, D. D.; ALVES, L. C. A. Tomate: tolerância sob medida. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Jaboticabal, n. 31, p. 10-14, abr./mai. 2005.
- BAPTISTA, M. J.; SOUZA, R. B.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; CARRIJO, O. A. Efeito da solarização e biofumigação na incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 161-165, abr./jun.2006.
- BRANDENBERGER, L. P.; SHREFLER, J. W.; WEBBER III, C. L.; TALBERT, R. E.; PAYTON, M. E.; WELLS, L. K.; McCLELLAND, M. Preemergence weed control in direct-seeded watermelon. **Weed Technology**, v. 19, n. 3, p. 706-712, 2005.
- BRASIL. MISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 dez. 2012.
- BUKER III, R. S.; STALL, W. M.; OLSON, S. M. Watermelon tolerance to halosulfuron applied preemergence and postemergence. **Proceeding Fla State Horticulture Society**, v. 110, p. 325-325, 1997.
- MONKS, D. W.; JENNINGS, K. M.; HOYT, G. D.; WALLS JR., R. F. Eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) reproduction and interference in transplanted plasticulture tomato. **Weed Science**, v. 54, p. 490-495, 2006.
- CASTRO, P. R. C.; RODRÍGUEZ, J. D.; MORAES, M. A.; CARVALHO, V. L. M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 79-85, abr./jun.1983.
- DITTMAR, P. J.; MONKS, D. W.; SCHULTHEIS, J. R.; JENNINGS, K. M. Effects of postemergence and Postemergence-Directed Halosulfuron on Triploid Watermelon (*Citrullus lanatus*). **Weed Technology**, v. 22, n. 3, p. 467-471, 2008.
- FLECK, N. G.; LAZAROTO, C. A.; SCHAEGLER, C. E.; FERREIRA, F. B. Controle de papuã (*Brachiaria plantaginea*) em soja em função da dose e da época de aplicação do herbicida clethodim. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 375-383, abr./jun. 2008.

- FRIESEN, G. H. Weed interference in transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). **Weed Science**, v. 27, p. 11-13, 1979.
- GODOY, M. C.; MESCHEDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; CORREIA, M. R.; VELINI, E. D. V. Efeito da cobertura morta de milheto (*Pennisetum americanum*) sobre a eficácia do herbicida metribuzin no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 79-86, jan./mar.2007.
- GREY, T. L.; BRIDGES, D. C.; NESMITH, D. S. Tolerance of cucurbits to the herbicides clomazone, ethalfluralin and pendimethalin. II. Watermelon. **HortScience**, v. 35, n. 4, p. 637-641, 2000.
- HARWOOD, J. L. Graminicides which inhibit lipid synthesis. **Pesticide Outlook**, v. 10, n. 4, p. 154-158, 1999.
- HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: < <http://www.weedscience.org>. > Acesso em: 21 out. 2011.
- HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Efeito da densidade e proporção de plantas de tomate industrial e de maria-pretinha em competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 229-236, abr./jun. 2002.
- HERNANDEZ, D. D.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D.; PARREIRA, M. C. Períodos de interferência de maria-pretinha sobre tomateiro industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 199-204, abr./jun.2007.
- JOHNSON III, W. C.; MULLINIX JR., B. G. Weed management in watermelon (*Citrullus lanatus*) and cantaloupe (*Cucumis melo*) transplanted on polyethylene-covered seedbeds. **Weed Technology**, v. 16, n. 4, p. 860-866, 2002.
- KOGAN, M.; FIGUEROA, R. Persistencia de la actividad em el suelo de flazasulfuron aplicado después del transplante Del tomate. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 29, n. 3, p. 137-143. 2002.
- LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Suscetibilidade comparativa a herbicidas pós-emergentes de biótipos de *Digitaria ciliaris* resistente e suscetível aos inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 789-796, out./dez.2006.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed. Nova Odessa: Plantarun, 2006. 382p.
- MACIEL, C. D. G.; CONSTANTIN, J.; GOTO, R. Seletividade e eficiência agrônômica de herbicidas no controle de capim-colchão na cultura da melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 474-476, set.2002.
- MARQUES, R. P.; RODELLA, R. A., MARTINS, D. Controle químico em pós-emergência de espécies de *Brachiaria* em três estádios vegetativos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 3, p. 409-416, jul./set.2011.
- MEDEIROS, R.D.; MOREIRA, M.A.B.; LUZ, F.J.F.; OLIVEIRA JUNIOR, J.O.L. Controle de plantas daninhas na cultura da melancia em Roraima. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 18, p. 450-451, jul.2000.
- NASCENTE, A. S.; PEREIRA, W.; MEDEIROS, M. A. Interferência das plantas daninhas na cultura do tomate para processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 602-606, jul./set. 2004.

OLIVEIRA JR., R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia de manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-191.

ORMEÑO N. J.; FUENTES V. F.; SOFFIA C. V. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a aplicaciones post transplante del herbicida halosulfuron-metil. **Agricultura Técnica**, v. 63, n. 2, p. 125-134, 2003.

PEREIRA, W. **Manejo de plantas daninhas**. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. p. 72-87.

PEREIRA, W. Manejo e controle de plantas daninhas em hortaliças. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 603-658.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

REIS, M. R.; SANTOS, G. R.; MACHADO, A. F. L.; ERASMO, E. A. L.; SILVA, D. B. Seleção de herbicidas com potencial de uso na cultura da melancia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 6. ed. Londrina,, 2011. 697p.

TRADER, B.W.; WILSON, H. P.; HINES, T. E. Control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) in summer squash with halosulfuron. **Weed Technology**, v. 22, n. 4, p. 660-665, 2008.

SILVA, A. A. **Bioatividade do alachor e do metribuzin sob diferentes manejos de água e efeitos do metribuzin, sob estas condições em soja**. 1989. 138 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1989.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

VELINI, E. D. Interferência entre plantas daninhas e cultivadas. In: KOGAN, M.; LIRA, V. J. E. **Avances en manejo de malezas en la produccion agricola y florestal**. Santiago do Chile: PUC/ALAM, 1992. p. 41-58.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre,, 1997. 165p.

VIDAL, R. A.; KRUSE, N. D.; FLECK, N. G.; MEROTTO JUNIOR, A. Seletividade do herbicida fluaziflop-p-butil para cucurbitáceas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n. 3, p. 413-17, jul./set.2000.

WEAVER, S. E.; SMITS, N.; TAN, C. S. Estimating yield losses of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) caused by nightshade (*Solanum* spp.) interference. **Weed Science**, v. 35, p. 163-168, 1987.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Francisco Claudio Lopes de Freitas¹, Kaliane de Souza Silva², Cheyla Magdala de Sousa Linhares³ e Alex Fernandes Bondade dos Santos⁴

¹Professor da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA; ²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRSA; ³Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRSA; ⁴Estudante do curso de Agronomia da UFRSA

1 Introdução

A cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] está entre as mais importantes espécies destinadas à alimentação humana. Segundo registros da FAO (2013), a produção da cultura no ano de 2011 foi de 5 milhões de toneladas. No entanto, acredita-se que esta estimativa esteja subestimada, considerando-se que vários países, como Índia, Myanmar e Brasil, não fornecem dados estatísticos que separem feijão-caupi e feijão-comum, apesar de ter um volume expressivo de produção do produto (WANDER, 2013).

No Brasil, historicamente, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, onde é cultivado principalmente por pequenos produtores, normalmente com baixo nível tecnológico. No entanto, a cultura vem conquistando espaço na região Centro-Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares eretas e semieretas, favorecendo o cultivo mecanizado (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2009), despertando o interesse de grandes produtores que praticam agricultura tecnificada, que fazem o plantio do feijão-caupi na entressafra da soja (FREITAS et al., 2009b). Segundo levantamento da Embrapa Arroz e Feijão (2012), estima-se que no ano de 2011 a área destinada à cultura no Brasil foi de 1.687.304 hectares, cultivados nas regiões Nordeste (1.507.017 ha), Norte (56.804 ha) e Centro-Oeste (123.483 ha) com produtividade de 412 kg ha⁻¹, 756 kg ha⁻¹ e 963 kg ha⁻¹, respectivamente.

Um dos principais componentes no custo de produção na cultura do feijão-caupi é o controle de plantas daninhas, envolvendo o controle em pré-plantio (preparo da área) e pós-plantio (manejo das plantas infestantes no ciclo da cultura). No entanto, no sistema de cultivo empregado nas regiões Norte e Nordeste, com baixo nível tecnológico, os produtores pouco investem em sementes de qualidade, fertilizantes e controle de pragas e doenças, tornando o manejo das plantas daninhas em um dos principais componentes do custo de produção. Silva et al. (2013) verificaram que o custo do preparo do solo, somado às capinas, representou 29,2% do custo total da cultura do feijão-caupi, cultivado no espaçamento de 60 cm entre fileiras (Tabela 1).

Se não manejadas adequadamente, se constituem um dos fatores que mais influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do feijão-caupi, podendo causar redução de até 90% da produtividade (FREITAS et al., 2009a; MATOS et al., 1991).

Embora amplamente discutido, o conceito de plantas daninhas não é tão simples. Entretanto, uma das formas mais aceitas é aquela que diz que “planta daninha é toda e qualquer planta que em dado local e momento está causando algum problema às atividades de interesse do homem”. Assim sendo, plantas de milho provenientes de sementes do cultivo anterior são consideradas daninhas na cultura do feijão-caupi. Por sua vez, durante o período de pousio ou entressafra ou em áreas não cultivadas, espécies consideradas daninhas, em outros momentos,

podem ser extremamente importantes na proteção do solo, reciclagem de nutrientes, alimentação e abrigo para animais silvestres, hospedeiras de inimigos naturais, dentre outras, além da formação de palhada para implantação do sistema de plantio direto.

2 Interferência de plantas daninhas

As plantas daninhas, além de competir com a cultura pelos recursos do ambiente, essenciais para o crescimento e desenvolvimento da cultura, água, luz e nutrientes, são hospedeiras de pragas e patógenos, dificultam a realização de tratos culturais e colheita, prejudicam a qualidade do produto colhido, inviabilizam a certificação de sementes. De acordo com Matos et al. (1991) e Freitas et al. (2009a), ambos avaliando a interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi, a competição pode ocasionar redução de até 90% na produtividade da cultura.

Diversas espécies de plantas daninhas interferem na cultura do feijão-caupi. Todavia, o grau de interferência das mesmas depende das manifestações de fatores ligados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à própria cultura (variedade, espaçamento e densidade de plantio) e à época e extensão da convivência, podendo ser alterado pelas condições do ambiente, como clima, solo e manejo.

Com relação às espécies que compõem a comunidade infestante, nem sempre aquela que possui maior número de indivíduos vai ser a mais importante, pois algumas espécies, mesmo em densidades muito baixas, são extremamente danosas por serem muito competitivas pelos fatores de produção ou por dificultarem a realização de tratos culturais e colheita. Freitas et al. (2009a), avaliando a interferência de plantas daninhas no feijão-caupi, verificaram que as duas espécies com maior densidade foram caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*) e quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*), com 31,63% e 16,02% da população, respectivamente. No entanto, quando se avalia a massa seca acumulada, o caruru-de-espinho foi responsável por 58% do total acumulado, demonstrando ser extremamente competitivo. Enquanto a quebra-pedra obteve menos de 1% desse total, indicando que sua presença pouco afeta a cultura, por causa da baixa capacidade competitiva. Já outras espécies como o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a corda-de-viola/jitirana (*Ipomoea* sp. e *Merremia* sp.), além de importantes competidoras, dificultam a colheita, sendo que as duas primeiras ferem as mãos dos trabalhadores na colheita manual e a última se enrola na cultura, dificultando a colheita manual e inviabilizando a mecanização dessa operação.

Com relação ao ambiente, as espécies de plantas daninhas mais importantes numa determinada região serão aquelas mais adaptadas às condições de clima, solo e manejo adotado. Assim sendo, não se espera que espécies adaptadas a baixas temperaturas, como o *Raphanus raphanistrum*, assumam grande importância em regiões com temperaturas elevadas, como o Norte e Nordeste brasileiro. Ademais, se a mesma cultura for cultivada em regiões de maior latitude, como Sul e Sudeste, durante as estações mais frias, esta espécie pode se tornar uma importante competidora. Do mesmo modo, plantas daninhas com mecanismo fotossintético do tipo C₄, como o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), são importantes competidoras em condições climáticas com temperatura e luminosidade elevadas, e de pouca importância em condições de baixa temperatura e luminosidade.

Outro fator que altera o balanço de interferência entre a cultura e as plantas daninhas é o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas competem pelos recursos do ambiente. Pitelli; Durigan (1984) propuseram os conceitos de período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI), sendo este último o período em que o controle da vegetação infestante deve ser realizado obrigatoriamente, situando-se entre os limites superiores do PAI e do PTPI. Segundo Matos et al. (1991), o PCPI na cultura do feijão-caupi ocorre desde a emergência, até

os 36 dias após. Freitas et al. (2009a) verificaram PCPI entre 11 e 35 dias após a emergência em trabalho conduzido em Mossoró, RN, conforme ilustrado na Figura 1, enquanto Concenço et al. (2013) verificaram PCPI entre 20 e 50 dias após a emergência no Estado do Mato Grosso. Esta variação se deve a diferenças entre as comunidades infestantes, manejo da cultura e condições climáticas, sendo que esta última pode interferir no ciclo da cultura e das plantas infestantes.

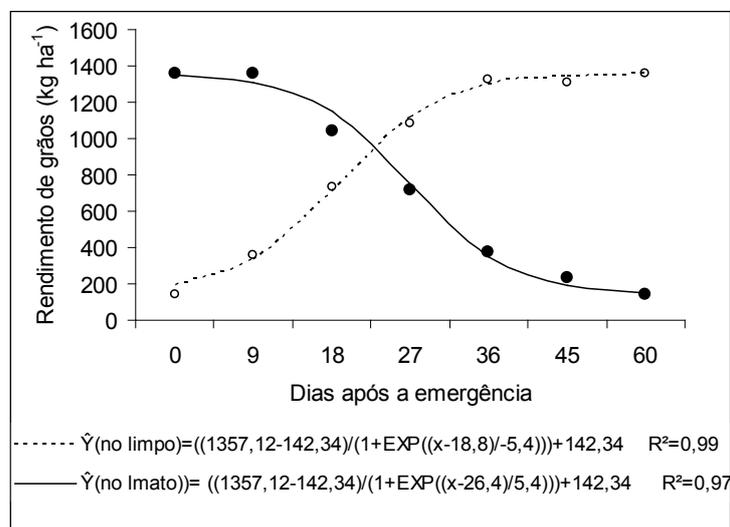


Figura 1. Rendimento de grãos de feijão-caupi em razão dos períodos de controle (no limpo) e convivência (no imato) com as plantas daninhas. Onde, PAI = Período anterior à interferência; PTPI = Período total de prevenção à interferência e PCPI = Período crítico de prevenção à interferência das plantas daninhas. Mossoró, RN.

Fonte: Freitas et al. (2009a).

3 Métodos de controle

Os métodos de controle de plantas daninhas usados na cultura do feijão-caupi vão depender de diversos fatores, como a disponibilidade de recursos, equipamentos, assistência técnica e do nível tecnológico adotado. Eles abrangem desde a capina manual até o uso de herbicidas. A redução da interferência das plantas daninhas deve ser feita até um nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do controle, ou seja, que não interfiram na produção econômica da cultura.

3.1 Controle preventivo

O controle preventivo de plantas daninhas consiste no uso de práticas que visam prevenir a introdução, o estabelecimento e, ou, a disseminação de determinadas espécies-problema em áreas ainda por elas não infestadas. Estas áreas podem ser um país, um estado, um município ou uma gleba de terra na propriedade.

Em níveis federal e estadual, há legislações que regulamentam a entrada de sementes no país ou estado e sua comercialização interna. Nestas legislações encontram-se os limites toleráveis de cada semente de planta daninha e também a lista de sementes proibidas por cultura ou grupo de culturas.

Em nível local, o controle é de responsabilidade de cada agricultor ou cooperativas, visando prevenir a entrada e disseminação de uma ou mais plantas daninhas, que poderão se transformar em sérios problemas para a região. Em síntese, o elemento humano é a chave do controle preventivo.

As medidas que podem evitar a introdução onde a espécie ainda não ocorre são: utilizar sementes de elevada pureza; limpar cuidadosamente máquinas, grades e colheitadeiras;

inspecionar cuidadosamente mudas adquiridas com torrão e também toda a matéria orgânica (esterco e composto) proveniente de outras áreas; limpeza de canais de irrigação; quarentena de animais introduzidos; etc.

Vale ressaltar que atualmente há também uma preocupação com a disseminação de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas em áreas ainda não infestadas por estes. Assim, áreas com ocorrência de biótipos resistentes não devem ser utilizadas para produção de sementes.

3.2 Controle cultural

O controle cultural consiste em aproveitar as próprias características da cultura e das plantas daninhas, visando beneficiar o estabelecimento e desenvolvimento da cultura. Ele envolve o uso de práticas comuns ao bom manejo da água e do solo, como rotação de culturas, variação do espaçamento da cultura, uso de coberturas verdes, entre outras, estando algumas delas descritas abaixo:

Rotação de culturas: cada cultura agrícola geralmente é infestada por espécies daninhas que possuem exigências semelhantes às da cultura ou apresentam os mesmos hábitos de crescimento. Quando são aplicadas as mesmas técnicas culturais seguidamente, ano após ano, no mesmo solo, a densidade destas plantas daninhas aumenta. Para evitar que isso aconteça, sugere-se rotação com culturas de hábito de crescimento e características culturais bem contrastantes, como milho e feijão-caupi, por exemplo.

Varição do espaçamento: a variação do espaçamento entre linhas ou da densidade de plantas na linha pode contribuir para a redução da interferência das plantas daninhas sobre a cultura, dependendo da arquitetura das plantas cultivadas e das espécies infestantes. A redução entre linhas geralmente proporciona vantagem competitiva à maioria das culturas sobre as plantas daninhas sensíveis ao sombreamento, pois, assim, a cultura promove a cobertura do solo mais cedo, reduzindo a passagem de luminosidade fotossinteticamente ativa para as plantas daninhas. Na cultura do feijão-caupi esta prática, muitas vezes, é negligenciada pelos produtores por causa da grande capacidade compensatória à baixa população, verificada em muitas cultivares, especialmente os ramadores. Todavia, quando se emprega espaçamentos muito distantes, a cultura demora a promover o fechamento das entrelinhas, favorecendo o crescimento das plantas daninhas, o que pode elevar a necessidade de realização de mais uma capina e conseqüente elevação nos custos de produção. A Figura 3 ilustra a cultura do feijão-caupi nos espaçamentos de 0,8 m e 2,0 m entre fileiras, demonstrando a subutilização da área e maior espaço para reinfestação de plantas daninhas no maior espaçamento.



Figura 2. Cultura do feijão-caupi nos espaçamentos de 0,80 m (A) e 2,0 m (B) entre fileiras aos 45 dias após o plantio.

Todavia a redução do espaçamento deve ser feita com cautela de modo a não dificultar a realização dos tratos culturais e colheita e intensificar a competição intraespecífica, de modo a reduzir a produtividade. Silva et al. (2013), avaliando o custo de produção de feijão-caupi no Estado do Ceará, cultivado nos espaçamentos de 50 cm, 60 cm e 70 cm ente fileiras, verificaram que, à medida que se reduz o espaçamento, há um aumento no custo com a realização de capinas, pulverizações com inseticidas e colheita, em virtude do aumento no número de fileiras; no entanto, o maior espaçamento, de 70 cm entre fileiras, proporcionou menor produtividade (Tabela 1).

Tabela 1. Custos de produção e produtividade do feijão-caupi na região do Cariri cearense.

OPERAÇÕES	ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS (cm)		
	50	60	70
PREPARO DO SOLO	107,80	107,80	107,80
SEMEADURA	41,75	40,25	39,00
DESBASTE	118,00	113,25	106,75
PRIMEIRA CAPINA	257,00	220,00	148,75
SEGUNDA CAPINA	291,75	202,50	183,50
PRIMEIRA PULVERIZAÇÃO DE INSETICIDA	69,50	57,75	49,50
SEGUNDA PULVERIZAÇÃO DE INSETICIDA	92,50	77,25	66,25
COLHEITA	270,00	353,63	179,25
CUSTO TOTAL COM OPERAÇÕES	1248,30	1172,43	880,80
INSUMOS			
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI	198,00	198,00	198,00
INSETICIDA LORSBAN 480 BR	45,50	45,50	45,50
ENERGIA ELÉTRICA	384,54	384,54	384,54
CUSTO TOTAL COM INSUMOS	628,04	628,04	628,04
CUSTO TOTAL	1876,34	1800,47	1508,84
PRODUTIVIDADE (saca de 60 Kg ha⁻¹)	20	21	16

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2013)

Cobertura do solo com resíduos vegetais: o principal efeito palha, seja ela obtida por meio de restos culturais, de plantas que cresceram espontaneamente ou de plantas destinadas à produção de palhada, é a melhoria das condições físico-químicas do solo. Entretanto, a palhada possui também poder inibitório, podendo reduzir a infestação de algumas daninhas, por meio da barreira física, que impede a passagem de luz e a emergência das mesmas ou, da liberação de substâncias alelopáticas que podem inibir a germinação e o crescimento das espécies infestantes.

Preparo do solo: o preparo adequado do solo não só favorece o desenvolvimento da cultura como retarda a emergência das plantas daninhas. Na escolha do método de preparo, devem-se levar em conta diversos fatores, como, por exemplo, a forma de reprodução das espécies infestantes. Os efeitos diferenciados dos sistemas de preparo do solo sobre as plantas daninhas podem modificar a composição botânica da comunidade (DUARTE; DEUBER, 1999; JAKELAITIS et al., 2003; PEREIRA et al., 2000; SILVA et al., 2005). Essas modificações podem ser simples flutuações populacionais associadas a alterações temporárias ou podem ser definitivas, apresentando comportamento semelhante ao fenômeno da sucessão ecológica. Em áreas infestadas com plantas de propagação vegetativa, como tiririca (*Cyperus rotundus*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*), deve-se evitar o revolvimento do solo, pois as estruturas reprodutivas serão multiplicadas e incorporadas ao solo, agravando ainda mais a situação. A utilização do sistema de plantio direto, que será discutido mais adiante no manejo integrado de plantas daninhas, tem se mostrado a estratégia mais adequada, neste caso.

3. 3 Controle mecânico ou físico

São métodos mecânicos de controle de plantas daninhas que envolvem medidas como o arranque manual, a capina manual, a roçada, a inundação, a queima, a cobertura morta e o cultivo mecanizado.

Apesar de ser um método eficiente, a capina manual tem sido viável apenas em pequenas áreas com mão de obra familiar. Entretanto, apresenta baixo rendimento operacional, não se adaptando às áreas mais extensas, em consequência do custo elevado e, principalmente, pela escassez de mão de obra. Estas limitações fazem com que este método seja utilizado apenas como complementar aos demais (FREITAS et al., 2009b). Além disso, o desenvolvimento econômico do País nos últimos anos gerou oportunidades de emprego em diversos outros setores da economia, reduzindo ainda mais a disponibilidade de mão de obra rural, especialmente para os serviços braçais, como a capina, que são normalmente árduos e mal remunerados em relação a outras atividades do setor econômico, como a indústria e a construção civil.

A capina mecânica por meio de cultivadores traçados por animais ou mecanizados também se constitui em uma importante estratégia no controle de plantas daninhas, por apresentar bom rendimento operacional. Todavia, este método não funciona bem em solos úmidos e não controla as plantas daninhas na linha de plantio, tendo que ser complementado pela capina manual. Outro ponto importante a ser ressaltado está relacionado ao cuidado que se deve ter quando da utilização de cultivadores em áreas infestadas com plantas daninhas de propagação vegetativa, como tiririca (*Cyperus rotundus*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*), pois os propágulos destas plantas podem estar sendo disseminados na área ou, ainda, podem ser levados para outras áreas por meio do uso desse implemento.

A cobertura do solo com restos vegetais em camada espessa é considerada também um método físico-mecânico de controle das plantas daninhas. Segundo Silva et al. (2007), a cobertura provoca menor amplitude nas variações e no grau de umidade e da temperatura da superfície do solo, estimulando a germinação das sementes das plantas daninhas da camada superficial de solo, que são posteriormente mortas por causa da impossibilidade de emergência. A cobertura morta ainda pode apresentar efeitos alelopáticos úteis no controle de certas espécies daninhas, além de outros efeitos importantes sobre as culturas implantadas na área.

3. 4 Controle químico

O controle químico vem sendo amplamente empregado no controle de plantas daninhas em diversas culturas no Brasil e no mundo, pois apresenta diversas vantagens, tais como: menor dependência da mão de obra; controla satisfatoriamente as plantas daninhas na linha de plantio; não afeta o sistema radicular das culturas; é eficiente mesmo em épocas chuvosas; permite o cultivo mínimo ou plantio direto e é eficiente no controle de plantas daninhas de propagação vegetativa (SILVA; SILVA, 2007), embora deva ser aliado a outras práticas, como o controle preventivo e o controle cultural, sendo este último o de maior importância, uma vez que possibilita melhores condições de desenvolvimento e permanência das culturas em relação às plantas infestantes.

Todavia, o controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi é limitado em virtude da falta de herbicidas registrados para a cultura no Brasil, embora se tenha conhecimento da seletividade e da eficácia de diversos produtos registrados para outras culturas, como soja (*Glycine max*) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), conforme se observa na Tabela 2. Falta, no entanto, interesse por parte dos fabricantes em registrar tais produtos, possibilitando seu uso no País.

Tabela 2. Relação de herbicidas seletivos para a cultura do feijão-caupi e plantas daninhas controladas segundo trabalhos encontrados na literatura.

Herbicida*	Plantas daninhas controladas	Observações	Referências
Trifluralin ¹	Gramíneas	Aplicar em solo bem preparado, seco e incorporar em seguida	Freitas et al. (2010); Mesquita (2011)
S-metolachlor ²	Gramíneas e algumas dicotiledôneas como <i>Commelina</i> sp. e <i>Amaranthus</i> sp.	Aplicar com solo úmido ou irrigar em seguida; evitar uso em solo arenoso	Freitas et al. (2010); Silva (2012)
Oxadiazon ²	Dicotiledôneas e ciperáceas		Fontes et al. (2010)
Bentazon ³	Dicotiledôneas	Não controla caruru (<i>Amaranthus</i> sp.)	Freitas et al. (2010); Mesquita (2011); Silva (2012)
Imazamox ³	Dicotiledôneas		Mesquita (2011); Silva et al. (2003); Silva (2012)
Bentazon + imazamox ³	Dicotiledôneas		Linhares (2011); Silva (2012)
Imazethapyr ³	Dicotiledôneas		Mesquita (2011); Silva (2012)
Lactofen ³	Dicotiledôneas	Causa severa intoxicação na cultura com posterior recuperação, podendo prolongar o ciclo	Silva (2012)
Fluazifop-P-butyl ³	Gramíneas	Respeitar intervalo de cinco dias para aplicação de herbicidas latifolicidas	Freitas et al. (2010); Mesquita (2011); Silva (2012)
Fenoxaprop-p-ethyl ³	Gramíneas		Silva et al. (2003)

^{1/} aplicação em Pré-plantio-incorporado; ^{2/} aplicação em pré-emergência; ^{3/} aplicação em pós-emergência.

*/ Os herbicidas citados não possuem registro para uso na cultura do feijão-caupi no Brasil.

Apesar da seletividade de diversos produtos empregados para as culturas da soja e do feijão-comum, nem todos os herbicidas podem ser considerados seletivos para o feijão-caupi, como é o caso do metribuzin e do chlorimuron-ethyl seletivos para a soja (FREITAS, et al., 2010; MESQUITA, 2011) e do fomesafen nas culturas de feijão e soja (LINHARES, 2011; MESQUITA, 2011). Podendo haver, inclusive, diferença na seletividade entre variedades para um mesmo herbicida. Harrison Júnior; Fery (1993) verificaram seletividade diferenciada pelo herbicida bentazon a genótipos de feijão-caupi, demonstrando a necessidade de estudos sobre seletividade dos herbicidas para as diferentes variedades disponibilizadas no mercado.

Mesquita (2011), em estudo ao avaliar a seletividade e eficácia de herbicidas para variedades de feijão-caupi BRS Xiquexique e BRS Guariba, verificou que os herbicidas bentazon + fluazifop-p-butyl, imazamox + fluazifop-p-butyl, imazamox + bentazon + fluazifop-p-butyl, imazethapyr + fluazifop-p-butyl e S-metolachlor foram considerados seletivos para a cultura, enquanto as misturas fomesafen + fluazifop-p-butyl, lactofen + fluazifop-p-butyl causaram intoxicação severa, ocasionando prolongamento do ciclo e redução na produtividade, não havendo variação na intoxicação da cultura entre as variedades estudadas.

4 Manejo integrado de plantas daninhas (MIPD)

O manejo integrado de plantas daninhas consiste em um sistema onde são usados todos os conhecimentos e ferramentas disponíveis para produção das culturas livre de danos econômicos da vegetação daninha competitiva. A redução da interferência das plantas daninhas, considerando uma cultura, deve ser feita até um nível no qual as perdas pela interferência sejam iguais ao incremento no custo do controle, ou seja, que não interfiram na produção econômica da cultura. Um bom programa de manejo de plantas daninhas pode ser resumido em três situações básicas: máxima produção no menor espaço de tempo com máxima sustentabilidade de produção e mínimo risco.

O nível de controle das plantas daninhas obtido em uma lavoura dependerá da espécie infestante, da capacidade competitiva da cultura, do período crítico de competição, dos métodos empregados, das condições ambientais, etc. Muitas vezes faz-se necessária a associação de dois ou mais métodos para se atingir o nível desejado, constituindo-se, esse fato, no controle integrado.

Um bom exemplo da aplicação do Manejo Integrado pode ser observado pelo excelente manejo da tiririca, graças à utilização do sistema de plantio direto e conhecimentos da biologia das espécies envolvidas (SILVA et al., 2007). No plantio direto, com uso de herbicidas sistêmicos usados como dessecantes, aliado ao fato de não revolver o solo, em dois anos nesse sistema, Jakelaitis et al. (2003) verificaram redução nos níveis populacionais da tiririca a favor do plantio direto, em relação ao plantio convencional, rotacionando as culturas do milho e do feijoeiro, da ordem de 90% a 95%, sendo que em três anos a redução no banco de tubérculos no solo foi mais de 90%.

Os maiores benefícios do sistema de plantio direto no manejo integrado da tiririca são obtidos por causa da integração do controle químico proporcionado pelo uso do herbicida sistêmico para dessecação da vegetação em pré-plantio, ao controle cultural exercido pela falta de revolvimento do solo e conseqüente ausência de fragmentação das estruturas vegetativas da tiririca e à adoção de culturas altamente competitivas, principalmente por luminosidade, como as culturas do milho e feijão.

Nascimento et al. (2011), avaliando a densidade e massa seca de plantas daninhas em uma área conduzida com plantio convencional e duas áreas com dois anos de plantio direto - sendo uma com palhada de grama-seda (*Cinidon dactylon*) após o cultivo de milho e outra, com palhada composta por diversas plantas daninhas, principalmente, corda-de-viola (*Merremia* sp.) e caruru (*Amaranthus* sp.) -, além de restos culturais da cultura do meloeiro, verificaram intensa redução da população e massa seca produzida pelas plantas daninhas, aos 25 dias após plantio do milho (Figura 3).

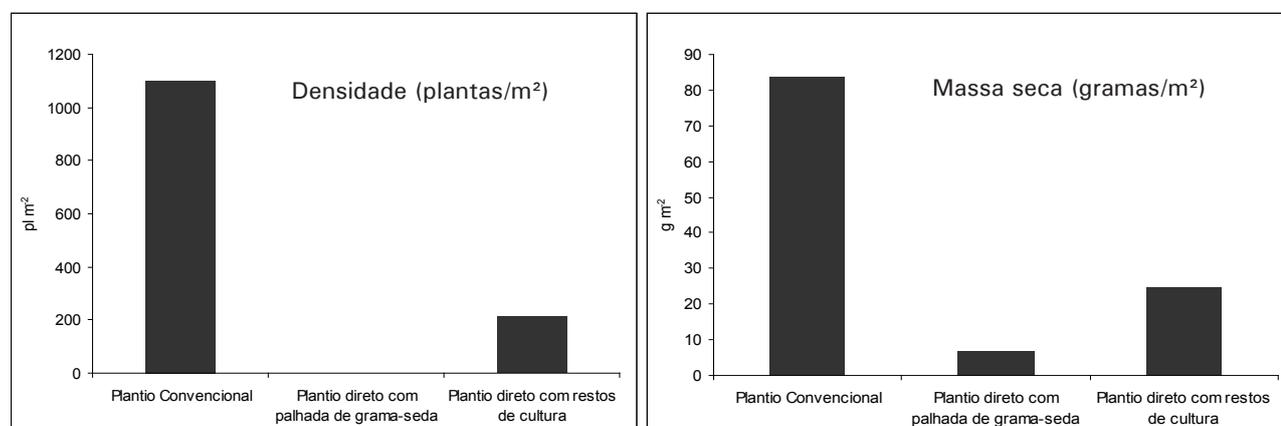


Figura 3. Densidade e massa seca de plantas daninhas na cultura do milho cultivado nos sistemas de plantio convencional e direto em palhada de grama seda e palhada restos culturais mais plantas daninhas.

Fonte: Adaptado de Nascimento et al. (2011).

5 Considerações finais

Apesar da grande importância da cultura do feijão-caupi na alimentação humana, da área cultivada no Brasil e da importância do controle das plantas daninhas na composição dos custos de produção, as informações sobre o assunto são restritas e na maioria das vezes adaptadas do feijão-comum, que, apesar da semelhança em diversos aspectos, difere em outras características importantes, como, por exemplo, a seletividade para alguns herbicidas, e características morfofisiológicas que vão influenciar no manejo das plantas daninhas infestantes. Necessitando, portanto, de maior investimento em pesquisas relacionadas ao manejo de plantas daninhas, assim como em outras áreas, como melhoramento genético, manejo de pragas e doenças, etc.

6 Referências

- CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.; FROTA, F.; NUNES, T.C. Período crítico de competição de feijão-caupi com plantas daninhas na região de Dourados-MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: IPA, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/206a.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.
- DUARTE, A. P.; DEUBER, R. Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho “safrinha” no Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n.2, p. 297-307, abr./jun.1999.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, Goiânia, GO. Home Page. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2013.
- EMBRAPA MEIO-NORTE, Teresina, PI. **Estatística da produção de feijão-caupi**. 2009. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 30 jan. 2011.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Base de dados Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 22 mar. 2013.
- FONTES, J. R. A.; GONÇALVES, J. R. P.; MORAIS R. R. Tolerância do feijão-caupi ao herbicida oxadiazon. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 110-115, jan./mar. 2010.
- FREITAS, F.C.L.; MEDEIROS, V.F.L.P.; GRANGEIRO, L.C.; SILVA, M.G.O.; NASCIMENTO, P.G.M.L.; NUNES, G.H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 241-247, abr./jun. 2009a.
- FREITAS, F. C. L.; DALLABONA, J. D. ; MESQUITA, H. C.; FONTES, L. O. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2.,2009, Belém. **Palestras...** Belém, 2009b. CD ROM.
- FREITAS, F. C. L.; MESQUITA, H. C; FREITAS, M. A. M.; FELIPE, R. S.; GUIMARÃES, F. C. N. Seletividade de Herbicidas para a cultura do Feijão-Caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010, Ribeirão Preto, **Anais ...** Ribeirão Preto, 2010. CD ROM.
- HARRISON JÚNIOR, H. F.; FERY, R. L. Differential bentazon response in cowpea (*Vigna unguiculata*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 10, n. 3, p. 756-758, jul./set. 1993.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L.; MIRANDA, G.V.; MACHADO, A.F.L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-79, jan./mar. 2003.

LINHARES, C. M. S. **Crescimento do feijão-caupi sob efeito dos herbicidas fomesafen e bentazon+imazamox**. 2011. 39 f. (Monografia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

MATOS, V.P.; SILVA, R.F.; VIEIRA, C.; SILVA, J.F. Período crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura do caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n.5, p. 737-743, maio 1991.

MESQUITA, H. C. **Seletividade e eficácia de herbicidas em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2011. 52f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, M.G.O.; FONTES, L.O.; RODRIGUES, A.P.M.S.; MEDEIROS, M.A.; FREITAS, F.C.L. Levantamento fitossociológico das comunidades infestantes em diferentes sistemas de plantio de milho. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v.7, n. 3, p.1-9, abr./jun. 2011.

PEREIRA, E. S.; VELINI, E.D.; CARVALHO, L.R.; RODELLA, R.C.S.M. Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n.2, p. 207-217, abr./jun. 2000.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte, **Resumos...**, Belo Horizonte, 1984. p. 37.

SILVA, A.A.; SILVA, C.S.W.; SOUZA, C.M.; SOUZA, B.A.; FAGUNDES, J.L.; FALLEIRO, R.M.; SEDIYAMA, C.S. Aspectos fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 17-24, jan./mar. 2005.

SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 17-61.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 367p.

SILVA, K.S. **Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi**. 2012. 40f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2012.

SILVA, J.M.F.; MOTA, A.M.D.; MASSARANDUBA, W.M.; BRITO, L.M.Q.; CÂMARA, F.T. Estudo da viabilidade econômica do feijão caupi em função de diferentes espaçamentos entre fileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013. Recife, **Anais...** Recife: IPA, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/101b.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

SILVA, J.B.F.; PITOMBEIRA, J.B.; NUNES, R.P.; PINHO, J.L.N.; CAVALCANTE JÚNIOR, A.T. Controle de plantas daninhas em feijão-de-corda em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.151-157, jan./mar. 2003.

WANDER, W.E. Produção e participação brasileira no mercado internacional de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013. Recife, **Anais...** Recife: IPA, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/023a.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES EM FRUTEIRAS TROPICAIS

José Eduardo Borges de Carvalho

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura
E-mail: jose-eduardo.carvalho@embrapa.br

1 Introdução

A produção agrícola brasileira é a cada dia demandada para oferecer produtos de qualidade ao consumidor, produzidos por sistemas de produção agrícolas economicamente viáveis, energeticamente eficientes e ecologicamente sustentáveis que protejam e conservem os recursos naturais e o meio ambiente.

Atualmente, tem-se procurado alternativas para o manejo de plantas infestantes, na fruticultura, com baixo impacto ambiental, tais como o uso de adubos verdes ou o manejo de vegetações com roçadeiras. Independentemente da cobertura vegetal, quer seja gramínea, leguminosa, a mistura delas ou mesmo a vegetação espontânea nativa, a incorporação dessa tecnologia ao sistema produtivo contribuirá para o controle de plantas infestantes, reduzindo o uso de herbicidas; para a redução e substituição ao uso de fertilizantes químicos, por meio da melhoria da eficiência da ciclagem de nutrientes; e para proteção do solo contra agentes erosivos, impedindo sua degradação.

A falta de conhecimento por parte dos produtores sobre o período crítico de interferência das plantas infestantes com a maioria das fruteiras tem provocado um trânsito exagerado de máquinas dentro dos pomares, e o manejo inadequado da superfície do solo tem contribuído para aumentar sua compactação e degradação pela perda da sua capacidade produtiva.

O manejo adequado do solo no controle de plantas infestantes deve relacionar a condição física do solo ao desenvolvimento radicular, crescimento da planta, mantendo a qualidade e produtividade do solo e garantindo níveis adequados dos seus atributos físicos e químicos para o desenvolvimento da planta, como densidade do solo, estrutura, teor de matéria orgânica, aeração, taxa de infiltração, drenagem e retenção de água.

Algumas pesquisas têm sido realizadas no Brasil para avaliar alternativas de manejo do solo e de plantas infestantes, nas linhas e entrelinhas de fruteiras tropicais, com o uso de adubos verdes melhoradores de solo, para minimizar esses efeitos negativos, contribuindo para a sustentabilidade do produtor pelo aumento e manutenção da produtividade dos solos.

O manejo adequado de plantas infestantes para as culturas fruteiras é aquele que permite a formação de cobertura vegetal permanente sobre o solo na entrelinha da cultura, roçada três a quatro vezes ao ano, e aplicação de herbicida pós-emergente duas vezes ao ano, para o controle das plantas infestantes e formação de cobertura morta.

Essas plantas, consideradas daninhas, também precisam ser vistas como importantes fontes de matéria orgânica e nutrientes na reciclagem; como abrigo, na sua rizosfera, para microrganismos benéficos; como modificadoras do microclima; como fonte de flores e, conseqüentemente, de pólen e néctar para inimigos naturais de importantes pragas; como fonte de insetos neutros; como barreiras físicas para insetos prejudiciais; como alteradoras

das condições de colonização; como produtoras de substâncias químicas ligadas à atração-repulsão de insetos; como fonte de alimentos para o homem; como fonte para obtenção de medicamentos; como importante base de diversidade genética (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

Enquanto essas mudanças não forem possíveis, pela escassez de informações produzidas pelas pesquisas, busca-se trazer informações sobre o manejo mais racional das plantas infestantes, sem se esquecer da importância que sempre tiveram no contexto geral.

Neste texto são discutidos o manejo e controle de plantas infestantes em algumas frutíferas tropicais, dando-se ênfase ao papel das plantas companheiras (vegetação espontânea), ao manejo de coberturas vegetais (adubos verdes) no controle integrado de plantas infestantes como práticas melhoradoras da qualidade do solo.

2 Período crítico de interferência

Entende-se por interferência a soma de pressões que a cultura sofre em virtude da convivência com as plantas daninhas, por certo período e em determinadas condições de clima, solo e manejo. Contudo, a competição é um dos tipos de pressão direta pelos fatores limitados do ecossistema comum, sobretudo por água e nutrientes.

É de muita importância para qualquer cultura definir durante seu ciclo ou durante o ano, o período no qual é possível uma convivência harmônica entre as plantas daninhas e a cultura. Assim, o controle do mato de forma correta e oportuna contribui para elevar a produtividade dessas culturas, sem elevar os custos de produção.

Ao se saber que a competição entre as plantas consideradas daninhas não se dá por todos os fatores de produção em todo o período do ano, mas em um determinado momento ou período em que um desses fatores seja escasso e no momento crítico para a cultura, é perfeitamente viável a adoção de um manejo mais racional dessa vegetação espontânea, pela contribuição para melhoria da estrutura dos solos, prevenção da compactação, redução de custos, no manejo integrado de pragas e doenças (MIP) e ciclagem de nutrientes, dentre outras. Para o produtor tirar proveito das plantas companheiras e permanecer por mais tempo na atividade, terá que assimilar e adotar esse novo conceito de convivência com as culturas e esquecer a ideia que toda e qualquer planta daninha é altamente danosa às culturas, e como tal devem ser eliminadas. Segundo Sanches (2000), para se ter uma agricultura sustentável, ela deve se desenvolver junto a plantas companheiras selecionadas. Essas plantas, vistas como daninhas, têm importância econômica elevada dentro do agronegócio mundial, representando mais de 50% de todo consumo de defensivos.

2.1 Abacaxi

Na Bahia, a competição exercida pela flora daninha prejudicou o crescimento vegetativo, o peso médio do fruto e a produtividade do abacaxi 'Pérola', quando ocorreu durante o período compreendido entre o plantio e a diferenciação floral e, mais intensamente, quando coincidiu com os primeiros cinco meses do ciclo da cultura (REINHARDT; CUNHA, 1999). Limpas após a indução floral do abacaxi não afetaram, significativamente, as citadas variáveis.

2.2 Banana

Ao avaliar o efeito das plantas daninhas sobre o peso do cacho da cultivar Prata em áreas declivosas do Estado do Espírito Santo, Gomes (1983) observou, na planta-mãe, que o peso

do cacho foi prejudicado quando a primeira capina foi realizada após 30 dias do plantio, tendo atribuído à competição por nutrientes a principal causa da queda do peso do cacho.

Apesar da necessidade de limpas constantes, os primeiros cinco meses da instalação são os mais limitantes para a cultura (CARVALHO; VARGAS, 2008).

2.3 Citros

Para as condições do Nordeste brasileiro, os resultados de Carvalho et al. (1993) permitiram concluir que a cultura deve permanecer livre da interferência das plantas daninhas no período de setembro/outubro até março/abril do próximo ano. Verificou-se para as condições dos Tabuleiros Costeiros que, dos fatores de produção, a competição das plantas infestantes por água, com a cultura, foi a mais limitante para a produção da laranjeira 'Pera', uma vez que não se identificou qualquer interferência do mato na marcha de absorção e no estado nutricional das plantas (CARVALHO et al., 1994).

O trabalho realizado por Blanco; Oliveira (1978) mostrou para as condições de Limeira, SP, e ecossistemas semelhantes, que as épocas mais indicadas para o controle do mato são os quadrimestres de agosto a novembro ou dezembro a março. Trabalhos nessa linha de pesquisa no Estado de São Paulo, conduzidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, permitiram concluir que o período de outubro/novembro a janeiro/fevereiro é o mais indicado para o controle de plantas daninhas nessa cultura (CARVALHO et al., 2005).

2.4 Mamão

Estima-se como o mais indicado para as condições dos Tabuleiros Costeiros o período de setembro/outubro a abril/maio. Recomendação extrapolada dos citros, para o mesmo ambiente, por Carvalho; Vargas, 2008.

2.5 Manga

O período mais crítico para irrigação da manga compreende as 4 a 6 semanas após o estabelecimento dos frutos. Nesse período, o mato deve ser controlado nas linhas com um herbicida pós-emergente ou, preferencialmente, nos plantios irrigados, roçado em área total, utilizando-se uma roçadeira que permita distribuir a palhada nas linhas da cultura para formação de cobertura morta, reduzindo sua capacidade competitiva e minimizando as perdas de água no solo (CARVALHO; CASTRO NETO, 2002).

2.6 Maracujá

Nos cultivos não irrigados, o período de maio a agosto (Sudeste/Sul/Centro-Oeste) e setembro/outubro a abril/maio nas condições do Nordeste caracteriza-se por significativa deficiência de água no solo, e as reduções de produção dessa cultura podem atingir até 30%. Nos meses de novembro a março nas regiões Centro/Sul, com chuvas abundantes e altas temperaturas, ganha importância a competição por nutrientes, acarretando prejuízos de até 40% na produção. A forte interferência das plantas daninhas neste período afeta a formação e viabilidade das flores que se formam durante todo o período de outubro a março, com pico no mês de dezembro. Até a colheita, efetuada de janeiro a março, pode ser afetada pelo grande desenvolvimento das plantas daninhas (DURIGAN, 1987).

3 Efeito das coberturas vegetais sobre a incidência de plantas infestantes – Alelopatia

A alelopatia é um fenômeno que ocorre largamente em comunidades de plantas cultivadas e tem sido postulada como um dos mecanismos de interferência que determinadas plantas impõem sobre outras em suas imediações, por meio da produção de substâncias químicas que são liberadas para o meio ambiente de diferentes formas, como lixiviação de tecidos mortos e vivos da planta, exsudação radicular, decomposição de tecidos e volatilização (RICE, 1984).

A perda de produção das culturas, causada pelas plantas infestantes, é um dos mais sérios problemas da agricultura moderna, necessitando ser destacada a importância relevante dos estudos sobre alelopatia, onde o conhecimento detalhado das relações alelopáticas de plantas cultivadas e de invasoras permitirá melhorar os sistemas agrícolas, uma vez que os aleloquímicos são comuns nos vegetais e comprovadamente tóxicos para as plantas, mas de ação seletiva. As plantas podem interagir de maneira positiva, negativa ou neutra (PIRES; OLIVEIRA, 2001).

A prática de se deixar os resíduos das culturas sobre o terreno, formando o que se chama de cobertura morta (Figura 1), tal como é praticado no plantio direto, é o processo em que a alelopatia está sendo usada com maior êxito na agricultura. A quantidade de palha da cobertura morta influencia a intensidade do efeito alelopático. Quanto maior, mais aleloquímicos contém e maior quantidade é lixiviada para o solo.

A liberação dos aleloquímicos é prolongada, assim como os seus efeitos sobre o mato, permitindo que as culturas instaladas nesses terrenos estejam sujeitas à menor infestação. Os efeitos alelopáticos do tecido vegetal da mangueira levados à superfície do solo com a queda das folhas ao se decompor no solo liberam compostos fenólicos que inibem o desenvolvimento de plantas infestantes (Figura 2).

Quanto à capacidade de inibir o desenvolvimento de plantas infestantes, o acúmulo de palha na superfície do solo atua como agente físico e bioquímico nas alterações de sua germinação. Os resultados obtidos por Fernandes et al. (1998), em solos de Tabuleiros Costeiros, mostraram que as leguminosas mais eficientes foram as de folhas largas e de crescimento rápido, como a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*).

Foto: José Eduardo



Figura 1. Cobertura morta formada pelo uso do milho no manejo do solo e plantas infestantes em citros. Fazenda Nossa Senhora Aparecida, Taiaçu, SP, 1999.

Foto: Manoel T. de Castro Neto



Figura 2. Efeito alelopático das folhas da mangueira em decomposição sobre a incidência de plantas daninhas embaixo da copa.

Essas espécies foram às únicas a eliminar quase totalmente as plantas infestantes presentes na área experimental. Embora as duas crotalárias estudadas apresentem velocidade de crescimento e arquitetura de planta muito parecidas, observou-se que a capacidade de controle do mato pela *Crotalaria spectabilis* foi muito superior à da *Crotalaria breviflora*.

Essa diferença deve estar relacionada a substâncias alelopáticas e não por competição por luz ou outros recursos, afirmam os autores. Uso de leguminosa, como adubo verde (Figura 3) com alta capacidade competitiva, propicia economia no controle de plantas infestantes, por reduzir a produção de sementes e seguintes infestações dessas plantas interferentes (SILVA et al., 1996).

A intensidade dos efeitos potencialmente alelopáticos depende de fatores relacionados à espécie doadora e receptora. Souza Filho et al. (2003) analisaram as variações nos efeitos alelopáticos do calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) em virtude de sua idade (2, 4, 6, 8, 10 e 12 semanas após a emergência) e da densidade de sementes da espécie receptora (500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 sementes m⁻²). Em cada idade, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e raízes. Os efeitos alelopáticos foram avaliados sobre a germinação das sementes das plantas infestantes: *Mimosa pudica* (malícia), *Urena lobata* (malva), *Senna obtusifolia* (mata-pasto) e *Senna occidentalis* (fedegoso). A intensidade dos efeitos alelopáticos variou negativamente em razão do aumento da densidade de sementes das espécies infestantes. Essa variação foi mais intensa nas espécies com sementes grandes, como malva e mata-pasto, do que naquelas de sementes pequenas, como malícia e fedegoso. A idade da planta foi fator

Foto: José Eduardo



Figura 3. Efeito alelopático do feijão-de-porco e crotalária no controle integrado de plantas daninhas na cultura do mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2000.

determinante nos efeitos alelopáticos do calopogônio. Aparentemente, a planta aloca suas substâncias químicas com atividade alelopática de forma diferenciada nas raízes e na parte aérea. A parte aérea do calopogônio revelou intensidade de efeitos alelopáticos crescentes até a idade de quatro semanas, quando atingiu seu valor máximo. Já os efeitos promovidos pelas raízes foram crescentes com a idade até 12 semanas de crescimento, quando os efeitos superaram aqueles promovidos pela parte aérea. Esses resultados indicam que existe possibilidade de manejo da leguminosa forrageira calopogônio, visando maximizar a sua atividade potencialmente alelopática.

Em dois anos de avaliação, Trezzi; Vidal (2004) observaram, no primeiro ano do estudo, que níveis de palha de sorgo (*Sorghum* spp.) de 1,3 t ha⁻¹ foram suficientes para reduzir 50% das infestações de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) e *Sida rhombifolia* (SIDRH). No segundo ano, 4 t ha⁻¹ de palha de sorgo ou milho foram suficientes para reduzir 91%, 96% e 59% da população total de SIDRH, BRAPL e *Bidens pilosa*, respectivamente. Concluíram que a presença de resíduos da parte aérea de sorgo é mais importante na supressão de plantas infestantes do que a presença de resíduos das raízes dessa cultura.

Ao considerar que a palhada na superfície do solo pode interferir na infestação de plantas infestantes, Mateus et al. (2004) estudaram o efeito de quantidades de palhada do sorgo-de-guiné gigante (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sobre o solo (0 kg ha⁻¹, 6.100 kg ha⁻¹, 7.100 kg ha⁻¹, 19.500 kg ha⁻¹, 26.700 kg ha⁻¹, 28.100 kg ha⁻¹ e 30.200 kg ha⁻¹ de palhada) e concluíram que houve redução significativa do número de plantas infestantes estabelecidas com o incremento da palhada. A partir de 15.000 kg ha⁻¹, o controle de plantas infestantes foi superior a 90%. Nessa mesma linha, San Martin (2004) estudou na cultura dos citros o efeito da cobertura morta produzida pelos adubos verdes lablab (*Dolichos lablab*), guandu-anão, crotalária, guandu (*Cajanus cajan*), milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leake), uma mistura de três coberturas (guandu + lablab + crotalária), e a infestação natural do pomar de laranja, composta principalmente por capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) sobre as plantas infestantes poaia (*Richardia brasiliensis* Gomes), capim-colonião, erva-palha (*Blainvillea biaristata* DC), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia* DC), capim-colchão, corda-de-viola (*Ipomea granifolia* (Dammer) O'Don), picão-preto (*Bidens pilosa*), guanxuma (*Sida santaremnensis* H.Monteiro) e tiririca, em condições de pós e pré-emergência. Observou-se que a utilização de coberturas mortas produzidas pelas distintas vegetações contribuiu, significativamente, na redução da população de plantas infestantes, sendo os melhores resultados obtidos com a vegetação natural (capim-colonião) e a mistura dos adubos verdes. O autor concluiu que os adubos verdes podem contribuir na redução da comunidade infestante, auxiliando de forma sustentável o seu controle; além de contribuir com outros benefícios proporcionados pela utilização dessa prática (SAN MARTIN, 2004).

Em um trabalho com a cultura do mamão submetida a vários manejos de superfície do solo no controle integrado de plantas infestantes, Santana et al. (2005) avaliaram o banco de sementes no solo (BSS) dessas plantas e concluíram que os sistemas de manejo com capina em área total e de herbicida pós-emergente nas linhas da cultura e o plantio nas entrelinhas de leguminosas, como feijão-de-porco e crotalária, reduziram o banco de sementes no solo. Dos adubos verdes utilizados, a crotalária foi a mais eficiente na redução do BSS.

Com o objetivo de avaliar o efeito de plantas utilizadas como adubos verdes na cobertura do solo sobre o comportamento fitossociológico da comunidade de plantas espontâneas na cultura do maracujazeiro, Toledo et al. (2009) testaram a crotalária-júncea, a mucuna-preta, a puerária (*Pueraria phaseoloides*) e o lablab. Os resultados obtidos indicaram que a crotalária-júncea foi a que apresentou a maior produção de fitomassa seca e a única que proporcionou cobertura total da área, por causa da sua adaptação e rápido crescimento e, conseqüentemente, a que melhor controlou a incidência das plantas infestantes.

4 Contribuição do manejo da vegetação espontânea e adubos verdes no controle integrado de plantas infestantes sobre a incorporação de nutrientes, matéria seca ao solo e melhoria das suas propriedades químicas

A produção de fitomassa, a taxa de decomposição e a porcentagem de cobertura do solo de braquiária, crotalária, milho e população espontânea em sistema de semeadura direta foram avaliadas por Fabian et al. (2006). O capim-braquiária apresentou maior produção de fitomassa. Crotalária e milho apresentaram comportamento similar na taxa de decomposição. Os resíduos vegetais das plantas analisadas proporcionaram cobertura de mais de 80% do solo até a semeadura das culturas de verão.

Nos trabalhos de manejo do solo e coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes em citros, conduzidos em quatro ecossistemas citrícolas do Estado de São Paulo pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, o feijão-de-porco foi a cobertura que mais incorporou matéria seca ao solo, seguido pelo milho e pelo sorgo forrageiro. As menores quantidades incorporadas foram observadas pelo controle mecânico da vegetação espontânea existente nas entrelinhas no período seco e roçadeira nas águas e subdose de glifosato, respectivamente (CARVALHO, 2000). Em outro trabalho sobre o manejo do solo e coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes na cultura do mamão, conduzido em Cruz das Almas, BA, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, o feijão-de-porco, assim como no trabalho com citros já comentado, foi a cobertura que mais incorporou matéria seca ao solo, seguido pela crotalária e caupi (*Vigna unguiculata*). Em consequência, a leguminosa que proporcionou maior forração do solo foi o feijão-de-porco, seguida da crotalária e caupi (CARVALHO et al., 2004).

Os efeitos dos cultivos isolado e consorciado dos adubos verdes de verão, crotalária e milho, na produção de fitomassa foram estudados por Perin et al. (2004). A crotalária apresentou maior produção de fitomassa, sendo 108% maior que a da vegetação espontânea e 31% superior a do milho. No consórcio crotalária + milho, a leguminosa contribuiu com 65% da massa de matéria seca total. A produção de fitomassa de coberturas vegetais foi estudada por Crusciol et al. (2005), onde observaram que o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) produziu, até o estágio de pré-florescimento, elevada quantidade de massa seca da parte aérea como cultivo de inverno (2.938 kg ha⁻¹).

O cultivo intercalar aos citros com leguminosas plantadas por quatro anos agrícolas nas entrelinhas da laranja 'Pera', em Bebedouro, SP, proporcionou a incorporação de grande quantidade de macro e micronutrientes no solo (SILVA et al., 2002), sendo parte do nitrogênio aportado pela fixação biológica e o restante junto aos demais nutrientes provenientes do importante processo de ciclagem das camadas subsuperficiais para as camadas superficiais do solo, onde estarão novamente disponíveis às plantas cítricas. A *Crotalaria juncea* foi a espécie que se destacou como maior produtora de fitomassa e incorporadora de nutrientes, seguida pelo guandu (*Cajanus cajan*) e feijão-de-porco, ficando as demais espécies em segundo plano (SILVA et al., 2002).

Para as condições do Tabuleiro Costeiro de Sergipe, Anjos et al. (2007) concluíram que o plantio de leguminosas nas entrelinhas do pomar adulto de laranja promoveu ganho de pelo menos 50% de redução do nitrogênio mineral. Verificaram que a fitomassa da vegetação espontânea incorporou percentuais bem menores que a das leguminosas, nos quatro anos analisados. Dentre as leguminosas, a crotalária tem incorporado maior quantidade de matéria seca que o feijão-de-porco, mas este incorpora mais N, por apresentar concentração 60% superior deste nutriente, adicionando, anualmente, 27% a mais de nitrogênio por hectare.

Na cultura do maracujá, o sistema de manejo com feijão-de-porco nas entrelinhas e controle químico com glifosato nas linhas proporcionou melhoria mais significativa nas propriedades

químicas do solo, levando, no segundo ano, a maior produtividade do maracujá amarelo, apesar de as culturas intercalares (milho e feijão) terem sido adubadas (BORGES; LIMA, 2003).

A persistência da palhada e a liberação de nutrientes dos resíduos de nabo-forrageiro foi avaliada aos 0, 13, 35 e 53 dias após o corte. Os resultados evidenciaram a incorporação acumulada ao solo de 57,2 kg.ha⁻¹, 15,3 kg.ha⁻¹, 85,7 kg.ha⁻¹, 37,4 kg.ha⁻¹, 12,5 kg.ha⁻¹ e 14,0 kg.ha⁻¹, respectivamente, de N, P, K, Ca, Mg e S. O manejo do nabo-forrageiro no estágio de pré-florescimento apresentou rápida degradação da palhada, acarretando liberação de quantidades significativas de macronutrientes. A maior velocidade de liberação de macronutrientes ocorreu no período compreendido entre 10 e 20 dias após o corte da fitomassa (CRUSCIOL et al., 2005).

O potencial das coberturas de solo: feijão-de-porco, crotalária, *Panicum purpurascens*, braquiário e milheto, como recicladoras de nutrientes, foi estudado por Soares et al., 2006. Concluíram que o feijão-de-porco e o braquiário foram as espécies que apresentaram maior capacidade recicladora dos nutrientes C, N, P, K, Ca e Mg.

A avaliação da decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo pelas plantas de cobertura permite melhor compreensão do fornecimento de nutrientes para as culturas de interesse comercial. O presente estudo foi realizado no campo com o objetivo de avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes pela parte aérea de leguminosas herbáceas perenes. Os tratamentos consistiram em diferentes plantas de cobertura do solo consorciadas com bananeira: amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), siratro (*Macroptilium atropurpureum*) e vegetação espontânea com predomínio de capim-colonião (*Panicum maximum*). Os resultados obtidos permitiram concluir que as leguminosas herbáceas perenes e o capim-colonião apresentaram diferentes padrões de decomposição dos resíduos e liberação de nutrientes; que as leguminosas apresentaram rápida liberação de N, enquanto o capim-colonião causou imobilização desse nutriente; todas as espécies avaliadas apresentaram rápida liberação de K e lenta liberação de Ca. Dentre as leguminosas avaliadas, pode-se recomendar o amendoim-forrageiro para situações onde haja necessidade de uma liberação mais rápida de N, enquanto kudzu tropical e siratro mostraram-se mais adequados em cultivos onde se esperava liberação mais lenta desse nutriente (ESPINDOLA et al., 2006).

Com o objetivo de avaliar alterações nos indicadores químicos de qualidade do solo, em quatro sistemas de manejo para a cultura dos citros, estudaram-se os seguintes tratamentos: convencional 1 (C1) - controle do mato com quatro capinas manuais, por ano, nas linhas das plantas cítricas; convencional 2 (C2) - controle mecânico do mato com quatro gradagens, por ano, nas entrelinhas dos citros; proposto 1 (P1) - subsolagem cruzada antes do plantio + controle do mato nas linhas da cultura com glifosato; e Proposto 2 (P2) - subsolagem cruzada antes do plantio + feijão-de-porco nas entrelinhas dos citros. Os resultados permitiram concluir que, à exceção da saturação por bases, todos os indicadores químicos foram significativamente alterados pelos sistemas de manejo estudados. O pH, a matéria orgânica e a CTC do solo foram mais afetados na profundidade de 0 m a 0,3 m e a saturação por alumínio na profundidade de 0,6 m a 0,9 m (DIAS et al., 2006).

Os resultados obtidos por Neves et al. (1998), utilizando-se coberturas vegetais em tangerina 'Poncã' no Paraná, permitiram concluir que esse manejo não afetou significativamente os teores de nutrientes no solo nas condições estudadas. Contudo, Neves; Dechen (2001), após 10 anos depois de instalado esse mesmo trabalho, mostraram nos resultados obtidos que a matéria orgânica passou de 29,2 g.dm⁻³, no início do experimento, para 35,3 g.dm⁻³ com amendoim-rasteiro e para 31,0 g.dm⁻³ com roçadeira/grade. Os tratamentos de indigófera e mucuna-cinza mantiveram aproximadamente o mesmo teor, enquanto o solo com capina teve o teor de matéria orgânica diminuído em relação às condições do início do pomar. Os efeitos benéficos da adubação verde são observados quando ocorre frequência de sua utilização.

Nos trabalhos de manejo do solo e coberturas vegetais no controle integrado do mato em citros, conduzidos em quatro ecossistemas citrícolas do Estado de São Paulo pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, o feijão-de-porco foi a cobertura que mais incorporou matéria seca ao solo, seguido pelo milho e pelo sorgo-forrageiro. As menores quantidades incorporadas foram observadas pelo controle do mato com glifosato nas linhas mais grade nas entrelinhas no período seco e roçadeira nas águas e glifosato nas linhas mais subdose nas ruas, respectivamente (CARVALHO, 2000).

5 Controle integrado de plantas daninhas com manejo de coberturas vegetais

Controle integrado é definido como a combinação de métodos que, de forma eficiente, promovem o controle de plantas daninhas, reduzindo custos e uso de herbicidas.

A utilização em condições de sequeiro da vegetação espontânea e adubos verdes nas entrelinhas, roçada por todo ano (Figura 4) e no Nordeste plantadas no início das águas e roçadas no seu final para evitar a concorrência por água (Figura 5), tem se constituído como uma alternativa viável economicamente e ambientalmente mais sustentável como método integrado de controle de plantas infestantes em fruteiras, por propiciar um equilíbrio mais ecológico no pomar, melhorar e preservar recursos naturais como solo e água, proporcionando mais competitividade e sustentabilidade ao produtor. Resultados preliminares de pesquisa nessa linha têm sinalizado como possível a manutenção das coberturas vegetais nas entrelinhas dos pomares no período seco de verão no Nordeste brasileiro.



Foto: José Eduardo

Figura 4. Controle integrado de plantas infestantes em citros com uso de glifosato nas linhas duas vezes ao ano e roçadeira nas entrelinhas por todo ano. Paranavaí, PR, 2009.

Para a bananeira, sem irrigação, mesmo em cultivos em áreas não declivosas, no primeiro ano, recomenda-se o plantio de feijão-de-porco nas ruas (espaçamento largo) e uso resíduos da bananeira (se houver disponibilidade) nas linhas. O feijão-de-porco deve ser plantado no início das chuvas, ceifado (em qualquer fase de desenvolvimento) na estação seca (para não haver competição por água com a bananeira) e deixado na superfície do solo. A partir do segundo ano de implantação, manejar os restos culturais nas entrelinhas como método integrado de controle de plantas daninhas (BORGES; SOUZA, 1998).

Foto: José Eduardo



Figura 5. Controle integrado de plantas infestantes na cultura do mamoeiro com manejo de crotalária nas entrelinhas plantada no início do inverno chuvoso e roçada no seu final para formação de cobertura morta. Cruz das Almas, BA, 2000.

O controle do mato nas linhas das culturas pode ser realizado à enxada (agricultura orgânica) ou com herbicidas (produção convencional e integrada), dando-se, contudo, preferência aos pós-emergentes para formação de cobertura morta, evitando expor o solo à ação direta do sol, chuvas e ventos, agentes de significativa contribuição para a degradação desses solos (Figura 6).

Fotos: Adelise Lima e José Eduardo



Figura 6. Controle integrado com adoção de capina nas linhas (agricultura orgânica - Maracujá) e herbicida pós-emergente para formação de cobertura morta (produção integrada de frutas - Laranja).

5.1 Quando e como plantar as coberturas vegetais

Normalmente as coberturas de verão são plantadas no início das águas e roçadas no início do período seco. O plantio é muito fácil e são apresentadas duas alternativas:

5.1.1 Plantio a lanço

Realizar uma gradagem para controlar o mato, se for necessário, e, logo após, semeá-las em alta densidade no solo, numa proporção de 100 kg a 130 kg de sementes por hectare (feijão-de-porco), 20 kg a 30 kg (*Crotalaria juncea*) ou 50 kg (guandu), para proporcionar boa

cobertura; após isto, deve-se incorporá-las com uma gradagem leve. Desta maneira, não é necessário qualquer limpa nas leguminosas até a completa cobertura do solo. Esse sistema, apesar de prático e rápido, tem dois aspectos negativos, que são o uso de grade, ainda que superficial, e a utilização de uma quantidade muito grande de semente por hectare para que ocorra o “fechamento” eficiente da leguminosa, permitindo-a competir na cobertura do solo com as plantas infestantes presentes. Esse sistema de plantio é aceitável, apenas, em pomares com plantas novas, pois as raízes ainda não atingiram a área intercalar.

5.1.2 Plantio direto

Nesse sistema de plantio é necessária a aplicação de um herbicida pós-emergente à base de glifosate, para dessecação do mato presente nas entrelinhas do pomar; após uma semana, procede-se o plantio mecanizado das coberturas em sulcos, adaptando facilmente os equipamentos já existentes, ou manual em covas ou buracos, espaçados a cada 25 cm x 25 cm, colocando-se duas a quatro sementes por buraco, no caso do feijão-de-porco numa proporção de 80 kg a 90 kg de sementes por hectare. No sistema de plantio direto, apontam-se algumas vantagens em relação ao convencional a lanço, que são a retirada por completo da grade do pomar para o controle de plantas infestantes; a segurança de que dificilmente haverá necessidade de uma replanta em razão da melhor condição competitiva dada às leguminosas pelo dessecamento do mato e pela disponibilidade de água, em virtude da formação de cobertura morta, menor risco de erosão, menor gasto de sementes por hectare e, conseqüentemente redução de custos.

5.2 Manejo de coberturas vegetais

Antes da sementeira, deve-se proceder à inspeção do pomar, controle das pragas e doenças, bem como a aplicação de uma das parcelas da adubação e controle de plantas infestantes nas linhas da cultura da manga, para evitar entrada de máquinas na área logo após a sementeira. Na escolha da espécie a ser plantada, deve-se levar em conta o porte e o hábito de crescimento, evitando que esta provoque sombreamento e competição com a cultura principal. Na sementeira, pode-se optar pelo esquema de plantio rua sim, rua não; intercalar uma rua com espécie de porte alto (crotalárias) e outra de porte baixo (feijão-de-porco, amendoim-forrageiro), ou mesmo com a vegetação espontânea produtora de flores e pólen para proporcionar a biodiversidade, criando melhores condições para o manejo integrado de pragas e doenças (MIP). Essas opções de plantio possibilitam o trânsito no pomar caso necessário, e em todos os casos, as posições são invertidas no ano seguinte. A primeira linha de adubo verde deve ficar pelo menos 50 cm da projeção da copa, evitando sombreamento e competição.

A roçagem das coberturas pode ser mecanizada ou manual, a depender da condição do produtor, e efetuada a 20 cm a 25 cm do solo para formação de uma boa cobertura morta. A permanência da cobertura morta depende muito da velocidade de decomposição dos resíduos, isto é, quanto mais rápido os resíduos vegetais se decompõem, menos protegem o solo. A decomposição está inversamente relacionada ao teor de lignina e à relação C:N (COSTA et al., 1993). Recomenda-se a roçagem no fim do período chuvoso para evitar a concorrência por água. A descompactação biológica é realizada com o desenvolvimento do sistema radicular. Com a ceifa, o sistema radicular funciona como uma rede de drenagem e aeração, até ocorrer sua decomposição.

6 Controle integrado de plantas infestantes com manejo de coberturas vegetais e sua interferência nas propriedades físicas do solo

O manejo inadequado no controle de plantas infestantes principalmente nas entrelinhas tem contribuído para reduzir a disponibilidade de água e ar para as plantas cítricas pela alta densidade do solo, redução da porosidade total e consequente compactação do solo. Estes fatores contribuem para a redução da longevidade das plantas cítricas e baixa produtividade média observada em São Paulo e região litorânea do Nordeste brasileiro. A gradagem permanente promoveu redução no tamanho dos agregados e na porcentagem de agregação, além de formar uma camada compactada de 10 cm a 15 cm. Foi constatado por Victória Filho (1983), em pomar de citros, que os valores da densidade do solo foram bem mais elevados com o uso da grade do que com grama-batatais (*Paspalum notatum*) roçada periodicamente.

Segundo Demattê; Vitti (1992), o controle de plantas infestantes sem o uso de grade e a associação de leguminosas nas entrelinhas parecem ser a melhor opção para redução da compactação e aumento da infiltração. Além de reduzir sensivelmente o sistema radicular, esses fatores diminuem a quantidade de água disponível no solo e, direta ou indiretamente, reduzem a absorção de nutrientes pela planta (VITTI, 1992).

A substituição das gradagens nas entrelinhas pela vegetação nativa roçada por todo ano e/ou dessecada por um herbicida pós-emergente à base de glifosato nas épocas secas, ou sua alternância com leguminosas com sistema radicular agressivo e profundo para a descompactação biológica - como feijão-de-porco, crotalária e guandu, plantadas no início das águas e roçadas no final do período chuvoso -, associadas a uma subsolagem quando necessária, mostrou-se como excelente alternativa para melhoria das propriedades físicas do solo nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho et al. (1996a, b; 1998a, b). Os resultados mostraram que, aos 24 e 48 meses depois de iniciado o estudo, o manejo de coberturas contribuiu para reduzir a densidade do solo com aumento da porosidade total, neste caso acompanhado e/ou resultante do aumento da macroporosidade com ligeira redução da microporosidade, nos quatro ecossistemas avaliados [Boquim, Lagarto e Umbaúba (SE), e Conceição do Almeida (BA)]. O efeito desse manejo foi mais evidente em Conceição do Almeida, Boquim e Umbaúba. Além disso, a velocidade de infiltração de água no solo (até 180 minutos) foi maior no sistema proposto, resultando numa maior infiltração acumulada. Dessa forma, o manejo do solo com leguminosas permitiu maior aproveitamento das águas das chuvas, reduzindo substancialmente suas perdas por evaporação e escoamento.

Um trabalho foi desenvolvido em dois ecossistemas citrícolas do Estado de São Paulo (Taiacu e Barretos), para avaliar o uso da subsolagem no preparo inicial do solo, associada ao manejo de coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes sobre as propriedades físicas do solo. Comparando-se os dados médios dos melhores valores para as propriedades físicas avaliadas nos dois locais com os dados observados antes da aplicação dos tratamentos, nas mesmas localidades, observou-se um aumento na porosidade total e, principalmente, na macroporosidade e redução na densidade do solo na profundidade de 0 m a 0,40 m. A melhoria nas propriedades físicas foi mais relevante em Taiacu, pois em Barretos o solo já apresentava uma condição física inicial mais favorável do que naquela outra localidade (SOUZA et al., 2001).

Em um experimento conduzido num solo de Tabuleiros Costeiros, classificado como Latossolo Amarelo álico coeso sob as combinações laranjeira 'Pera'/limoeiro 'Volkameriano' e laranjeira 'Pera'/limoeiro 'Cravo', avaliou-se dois sistemas de preparo do solo na implantação do pomar e controle de plantas infestantes. No sistema convencional adotado pela maioria dos produtores, procedeu-se à aração, gradagem, abertura de covas e plantio das mudas cítricas e controle mecânico do mato com três a quatro capinas nas linhas e mesmo número de gradagens nas ruas durante o ano agrícola. No sistema melhorado, realizou-se um ano antes do plantio uma

subsolagem cruzada com profundidade média de 0,55 m, plantio direto do feijão-de-porco como cultura de espera e melhoradora do solo. Realizou-se o plantio direto na palhada, abrindo-se apenas as covas para colocação das mudas. Nesse sistema, o controle integrado de plantas infestantes foi realizado dessecando-se o mato nas linhas com glifosato duas vezes e nas ruas o plantio direto do feijão-de-porco em maio/junho e roçado setembro/outubro para formação de cobertura morta. Observa-se pela Tabela 1 que três anos após a implantação do pomar o manejo melhorado proporcionou melhorias significativas dos atributos físicos do solo nas linhas e entrelinhas da cultura quando comparado ao sistema convencional do produtor, proporcionando condições mais favoráveis para o crescimento e produção da planta cítrica. Esse mesmo trabalho mostrou que a melhoria da estrutura do solo pelo preparo inicial com subsolagem e sua manutenção com a redução do trânsito de máquinas pelo manejo integrado de plantas infestantes com coberturas vegetais contribuíram tanto na linha como na entrelinha da cultura, para maior retenção de água no perfil do solo em 71% dos meses avaliados em relação ao sistema convencional. Dessa forma, o período de disponibilidade para a planta cítrica foi ampliado tanto nas linhas como nas entrelinhas da cultura. Para as condições do Nordeste brasileiro e dos solos em estudo, esses resultados contribuíram significativamente para o aumento da produtividade pela redução das perdas de frutos nos estádios cotonete, chumbinho e em muitos casos, na fase de pré-colheita (CARVALHO et al., 2003).

Tabela 1. Médias das propriedades físicas do solo, na profundidade de 0 m a 0,40 m, de dois sistemas de controle de plantas infestantes nas linhas e entrelinhas da laranja 'Pera' sobre dois porta-enxertos diferentes, submetidas a dois manejos de solo em Cruz das Almas, BA, 2002.

Manejos	Médias das propriedades físicas do solo				
	Porosidade (m ³ m ⁻³)			Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Condutividade hidráulica (Cm h ⁻¹)
	Total	Macro	Micro		
Linha de plantio (subsolagem + plantio de leguminosa)	0,43	0,18	0,24	1,41	19,45
Linha de plantio (três capinas manuais nas linhas + três gradagens nas entrelinhas)	0,35	0,09	0,25	1,61	1,33
Alterações Médias (%) na linha de plantio	+ 22,9	+97,4	-4,7	-14,2	+ 1362
Entrelinha de plantio (subsolagem + plantio de leguminosa)	0,39	0,14	0,25	1,49	6,29
Entrelinha de plantio (três capinas manuais nas linhas + três gradagens nas entrelinhas)	0,34	0,08	0,26	1,60	4,87
Alterações Médias (%) nas entrelinhas	+ 14,6	+71	-3,8	-7,3	+ 29,1

Fonte: Carvalho et al. (2003).

Avaliou-se o efeito de sistemas de manejo mecânico e com feijão-de-porco nos agregados do solo, com o uso da grade por todo ano no controle de plantas infestantes com subsolagem no preparo inicial do solo; grade por todo o ano sem subsolagem; roçadeira na época da chuva e grade na época seca com subsolagem; roçadeira na época da chuva e grade na época seca sem subsolagem; feijão-de-porco na época das chuvas e grade no período seco com subsolagem e feijão-de-porco na época das chuvas e grade no período seco sem subsolagem. O manejo do solo com grade apresentou os piores percentuais de agregados estáveis e diâmetro de

classes, enquanto a roçadeira e feijão-de-porco foram melhores, principalmente, na presença da subsolagem (ANJOS et al., 2006).

Aos quatro anos após o plantio do mamão, observou-se nas profundidades de 0 cm a 40 cm (Tabela 2) uma melhoria significativa da estrutura do solo em relação a seu estado antes da instalação do trabalho para o grupo de tratamentos, onde se utilizou leguminosas como coberturas vegetais (T4 a T7). Os tratamentos onde se manejou a vegetação espontânea (T8) e se utilizaram enxada e grade no controle de plantas infestantes (T1 a T3), proporcionaram menor impacto na melhoria das propriedades físicas do solo, chegando a reduzir em 15,2% a porosidade total, no caso dos mecanizados. Os valores condutividade hidráulica saturada foram menores nos tratamentos sem manejo de leguminosas (T1, T2, T3 e T8). O valor da condutividade hidráulica saturada no tratamento 7 foi aproximadamente doze vezes maior que o do tratamento 2, e aproximadamente três vezes maior em relação ao tratamento 1, constatando-se, portanto, um efeito positivo e significativo da subsolagem e do uso de leguminosa como cobertura vegetal na melhoria do fluxo de água no solo (CARVALHO et al., 2006a).

A umidade do solo foi avaliada semanalmente de 6/1999 a 5/2003, em períodos intermitentes, com sonda de nêutrons, nas profundidades de 0,30 m; 0,50 m; 0,70 m; 0,90 m; 1,10 m; 1,30 m e 1,50 m, em Latossolo Amarelo coeso de Tabuleiro Costeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em dois sistemas de manejo [**Produtor** – capinas manuais nas linhas e gradagens nas entrelinhas; e **Melhorado** – herbicida nas linhas e cobertura vegetal com feijão-de-porco nas entrelinhas do pomar], aplicados a quatro combinações copa x porta-enxerto de citros: lima ácida ‘Tahiti’ x limoeiro ‘Volkameriano’; lima ácida ‘Tahiti’ x citrumelo Swingle; laranjeira ‘Pera’ x limoeiro ‘Volkameriano’; e laranjeira ‘Pera’ x limoeiro ‘Cravo’. O armazenamento de água no solo no sistema de manejo melhorado foi ligeiramente superior ao do sistema do produtor. O armazenamento de água no solo foi maior para a copa de laranja ‘Pera’, principalmente quando enxertada em limoeiro ‘Cravo’, com a copa de lima ácida ‘Tahiti’ revelando maior consumo de água. O menor armazenamento ou maior consumo de água proporcionou maior vigor ou maior desenvolvimento vegetativo às plantas cítricas, coincidindo esse aspecto, no caso, com a copa de lima ácida ‘Tahiti’ (SOUZA et al., 2006).

Tabela 2. Média das alterações nas propriedades físicas do solo do mamoeiral em razão dos tratamentos com diferentes coberturas vegetais do solo: porosidade total (Pt), macroporosidade (Mp), microporosidade (Mip), densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica saturada (K_0). Cruz das Almas, BA, 2004.

Grupos de manejos	Pt (%)	Mp (%)	Ko (Cm·h ⁻¹)	Mip (%)	Ds (g·m ⁻³)
Coberturas leguminosas T4 a T7	+ 13,8	+ 106,1	+ 877,9	- 13,4	- 7,1
Espontâneas T8	+ 2,7	+ 56,8	+ 439,8	- 13,0	- 2,4
Mecanizados T1 a T3	-15,2	+ 41,6	+ 681,2	- 30,7	- 4,8

Fonte: Carvalho et al. (2006a).

Apresentam-se na Tabela 3 as características iniciais da área experimental, aos 18 meses após e os percentuais médios de acréscimos e reduções, quando comparados os grupos de tratamentos com coberturas vegetais, vegetação espontânea e mecanizados. Observa-se que os tratamentos com leguminosas foram os que apresentaram maiores acréscimos de porosidade total 17,5%, macroporosidade 97,8% e condutividade hidráulica saturada 1322% e maiores percentuais de redução da microporosidade 10,4% e densidade do solo 13,3%. Nos tratamentos

sem manejo de leguminosas, os valores de K_o foram menores. Esses resultados mostram um efeito positivo e significativo da subsolagem e uso de leguminosa como cobertura vegetal, na melhoria do fluxo de água no solo.

Tabela 3. Porosidade total (Pt) Macroporosidade (Mp), microporosidade (Mi), densidade solo (Ds), condutividade hidráulica saturada (K_o), e água disponível (AD) da área experimental antes da implantação do experimento e 18 meses após, média de quatro profundidades 0 cm-10 cm, 10 cm-20 cm, 20 cm-30 cm, 30 cm-40 cm e sua variação média percentual, Cruz das Almas, BA, 2002.

Grupos	Pt (%)	(%) (1)	Mp (%)	(%) (1)	Mi (%)	(%) (2)	Ds Kg.dm ³	(%) (2)	K_o Cm/h	(%) (1)
Coberturas leguminosas	39,4	+ 17,5	18	+ 97,8	22,1	-10,4	1,5	-13,3	12,8	+ 1322
Vegetação espontânea	34,9	+ 4,2	11,1	+ 22	23,9	-2,1	1,6	- 0,6	3,4	+ 277
Mecanizados	36,1	+ 7,9	12,6	+ 38,8	23,5	-3,8	1,6	- 0,4	4,0	+ 344
Área antes dos tratamentos	33,5	-----	9,1	-----	24,4	-----	1,7	-----	0,9	-----

¹Acréscimo em relação à área antes dos tratamentos.

²Redução em relação à área antes dos tratamentos.

Fonte: Carvalho et al. (2006a).

7 Controle integrado de plantas infestantes com manejo de coberturas vegetais e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular

No trabalho realizado para avaliar o efeito do manejo do solo sobre o sistema radicular da tangerineira 'Poncã', Neves et al. (1998) não observaram diferenças significativas para a quantidade total de raízes entre os manejos com leguminosas, vegetação espontânea e controle mecânico do mato. Contudo, o uso da leguminosa *Arachis prostrata* aprofundou o sistema radicular das plantas, onde até 0,50 m de profundidade foi encontrado 47,2% do total, tendo atingido 76,7% das raízes a 0,75 m, enquanto os outros sistemas apresentaram de 60% a 70% das raízes até 0,50 m. Para a distribuição por distância do tronco, tanto *Arachis prostrata* como indigófera (*Indigofera campestris*) restringiram o sistema radicular, apresentando 60% a 70% do total até 1,0 m de distância, enquanto nos demais sistemas a mesma porcentagem foi atingida a 1,5 m.

Um estudo foi realizado em pomares adultos em condução, comparando-se dois sistemas: o manejo usado pelo produtor (três a quatro capinas manuais na linha de plantio e mesmo número de gradagens nas entrelinhas) e o manejo proposto (controle do mato nas linhas com glifosato e nas entrelinhas o manejo de coberturas vegetais leguminosas e subsolagem quando necessário). A melhoria da estrutura do solo, ocasionada pelo manejo do feijão-de-porco nas ruas dos citros, associado a uma subsolagem numa profundidade média de 55 cm, e o controle do mato nas linhas da cultura com glifosato influenciaram positivamente a distribuição em profundidade, no perfil do solo, do sistema radicular da laranjeira 'Pera'. Dessa forma, a profundidade específica (Pe) passou de 0,60 m no sistema convencional para 0,80 m e 1,0 m com o manejo de coberturas

vegetais nos dois locais estudados, Conceição de Almeida, BA, e Lagarto, SE, respectivamente (CARVALHO et al., 1999). Esses resultados confirmam os comentários de Castro; Lombardi Neto (1992), de que com medidas corretivas e preventivas adotadas para evitar a compactação do solo e a redução dos macroporos, pode-se obter melhor desenvolvimento do sistema radicular; e com os de Sanches et al. (1988), que em um levantamento das condições de pomares cítricos venezuelanos situados em solos rasos ou com horizonte B textural, encontraram alta correlação entre o desenvolvimento da copa e a quantidade de raízes a 60 cm a 90 cm de profundidade e destas com os atributos do solo relacionados com o fluxo de água e ar (porosidade, densidade do solo, difusão de oxigênio, presença de fendas e teor de argila).

Em outro trabalho realizado em Cruz das Almas, BA, (CARVALHO et al., 2004), compararam o comportamento da laranjeira 'Pera' sobre limoeiro 'Volkameriano' em formação e submetida a dois preparos do solo no plantio, sendo um convencional e adotado pela maioria dos produtores (aração, gradeação e sulcamento para plantio) e o outro proposto (subsolagem cruzada antes do plantio a 55 cm de profundidade; aplicação de corretivo; plantio de feijão-de-porco em plantio direto como cultura de espera, dessecamento e abertura de covas para o plantio direto dos citros). No convencional, o controle do mato foi realizado por três a quatro limpas com enxada nas linhas dos citros e nas ruas três a quatro gradagens. No manejo proposto, o controle das plantas infestantes nas linhas da cultura foi realizado com glifosato duas vezes ao ano e nas ruas foram plantadas coberturas vegetais em maio/junho (período das águas) como melhoradoras do solo e para auxiliar no controle do mato e roçadas para formação de palhada em setembro/outubro (final das águas). Três anos após o plantio, foi realizada uma avaliação da distribuição do sistema radicular no perfil do solo da laranjeira 'Pera' para determinar a profundidade efetiva nos dois sistemas de manejo. Os resultados mostraram que no sistema melhorado, onde o trânsito de máquina no controle do mato foi eliminado, houve aumento de 102% na área de raízes nas entrelinhas dos citros e de 46,8% nas linhas, passando a profundidade efetiva de 0,40 m no convencional para 0,80 m no manejo com coberturas e subsolagem. Os resultados mostram, também, que no sistema do produtor 76,9% das raízes concentram-se na camada mais superficial do solo (0 cm a 20 cm) e que no manejo proposto com subsolagem e cobertura vegetal houve uma melhor distribuição das raízes no perfil do solo, ficando apenas 30% na camada de 0 cm a 20 cm (CARVALHO et al., 2003). Seis anos após iniciado o trabalho, realizou-se nova avaliação do sistema radicular da laranjeira 'Pera' sobre limoeiro 'Volkameriano'. A profundidade efetiva do sistema radicular foi, em média, 0,80 m para o manejo convencional, tanto nas linhas como nas entrelinhas da cultura. No manejo proposto foi de 0,90 m nas linhas e de 1,0 m nas entrelinhas. Em relação à distância efetiva, seus valores médios observados para os sistemas de manejos estudados foram de 1,5 m para o convencional nas linhas e 1,75 m nas entrelinhas e de 2,0 m para o proposto, tanto nas linhas como nas entrelinhas da cultura. Esses resultados proporcionaram ao sistema radicular explorar um maior volume de solo refletindo num maior desenvolvimento da planta cítrica e, conseqüentemente, maior produção (CARVALHO, 2006b).

Avaliou-se a densidade de raízes em dois sistemas de manejo [**Produtor** – capinas manuais nas linhas e gradagens nas entrelinhas; e **Melhorado** – herbicida nas linhas e cobertura vegetal com feijão-de-porco nas entrelinhas do pomar], aplicados a quatro combinações copa x porta-enxerto de citros: lima ácida 'Tahiti' x limoeiro 'Volkameriano'; lima ácida 'Tahiti' x citrumelo Swingle; laranjeira 'Pera' x limoeiro 'Volkameriano'; e laranjeira 'Pera' x limoeiro 'Cravo'. A densidade de raízes foi bem maior sob a copa de lima ácida 'Tahiti' no manejo melhorado, com grande concentração na profundidade de 0 m a 0,30 m, em comparação com a copa de laranjeira 'Pera', cuja distribuição foi mais uniforme no perfil. (SOUZA et al., 2006).

São apresentados por Carvalho et al. (2007) os dados de densidade total e o desenvolvimento em profundidade do sistema radicular do mamoeiro 'Tainung 1', submetido a dois preparos de solo na implantação do pomar e a diferentes manejos de coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes. Em todas as profundidades e locais amostrados (linha, entre plantas e entre fileiras duplas) os tratamentos com subsolagem na linha de plantio e o manejo de feijão-de-porco e amendoim-forageiro foram os que apresentaram maior desenvolvimento do sistema radicular, demonstrando que essas duas leguminosas contribuíram, significativamente, para a melhoria da estrutura do solo nas entrelinhas da cultura. Dessa forma, a associação da subsolagem no preparo primário do solo de Tabuleiros Costeiros e o manejo de coberturas vegetais nas entrelinhas proporcionaram melhor desenvolvimento do sistema radicular da variedade 'Tainung 1', em profundidade, nas diversas camadas do solo e maior densidade de raízes para as condições em estudo.

8 Controle integrado de plantas infestantes com manejo de coberturas vegetais e sua interferência sobre a qualidade do solo

A importância do manejo e conservação do solo e da água está intimamente relacionada com a qualidade do solo. Essa qualidade tem sido o termo utilizado para descrever um conjunto de características químicas, físicas e biológicas que habilitam o solo a exercer uma série de funções. Entre alguns dos fenômenos deletérios da qualidade do solo incluem-se a erosão e compactação.

Um experimento disposto em dois tratamentos [T1- Aração + gradagem + plantio do citros em covas + controle mecânico de plantas infestantes com capinas nas linhas e gradagem nas entrelinhas das plantas e T2 - Subsolagem cruzada na profundidade média de 0,55 m + plantio direto a lanço de feijão-de-porco como cultura de espera para formação de palhada + plantio das mudas cítricas em covas + controle integrado de plantas infestantes, nas linhas com glifosato na dose de 1,0% v/v; e entrelinhas com feijão-de-porco como planta de cobertura do solo entre maio e outubro] foi instalado para avaliar o efeito desses tratamentos sobre o índice de qualidade de um Latossolo Amarelo coeso. As alterações nos indicadores de qualidade do solo induzidas pelo manejo com subsolagem + cobertura vegetal refletiram para melhoria dos índices, nas funções principais, crescimento radicular em profundidade (CRP), condução e armazenamento de água (CAA) e suprimentos de nutrientes (SN), cujos valores foram elevados. Comparando-se os dois tratamentos, observou-se que todos os índices foram superiores no T2, indicando, assim, que este tratamento melhorou as condições do Latossolo Amarelo coeso para produção da laranja 'Pera'. Para as condições de manejo com gradagem e capina (T1), o IQS encontrado mostra uma situação com grandes limitações agrícolas. Este resultado está de acordo com os obtidos por Souza et al. (2003) e Souza (2005) em estudos sobre qualidade para Latossolos Amarelos coesos de Tabuleiros Costeiros cultivados com citros e em condições de mata, respectivamente (CARVALHO et al., 2006c).

9 Produtividade das culturas frutícolas

Na cultura dos citros tem-se conseguido um incremento médio de 25% a 30% na produtividade para as condições do Nordeste brasileiro com o manejo de coberturas vegetais no controle integrado de plantas infestantes quando comparado ao manejo convencional do produtor. Para a condição do Estado de São Paulo, o incremento médio foi de 12,5% (CARVALHO et al., 1998, 2001, 2002, 2005; CARVALHO, 2000a). Resultados semelhantes foram obtidos por Anjos et al. 2007 com o cultivo de leguminosas nas entrelinhas, superando

a adubação convencional. Os tratamentos com feijão-de-porco tiveram uma influência maior sobre a produtividade do pomar do que os tratamentos com crotalária. A mucuna-preta foi a leguminosa que teve o pior desempenho, apesar da alta fixação de N e da boa produção de matéria seca. Entretanto, Ragozo et al., 2006 não observaram diferença significativa entre os adubos verdes e a testemunha. Essa observação é bastante interessante, pois permite indicar a utilização dos adubos verdes em substituição à braquiária, sem haver comprometimento quanto à produtividade das plantas e às características de qualidade dos frutos, relação acidez total/sólidos solúveis e rendimento de suco.

Para a variedade de mamão 'Tainung 1', apesar de não ter havido diferenças significativas entre os tratamentos, observou-se uma tendência de apresentarem produções mais elevadas os tratamentos manejados com coberturas vegetais (leguminosas) e vegetação espontânea, associadas a uma subsolagem cruzada antes do plantio (CARVALHO et al., 2004).

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos da produção expressada pelo peso total de frutos (PTF) em toneladas por hectare e número total de frutos (NTF) por hectare, obtida em 18 meses de colheita para a variedade 'Sunrise Solo'. Contudo, os tratamentos mecânicos de controle de plantas infestantes foram os que apresentaram menores produções, seguindo uma tendência já observada para a variedade 'Tainung1' (CARVALHO et al., 2006a).

Na cultura do maracujá, Lima et al. (2002) observaram significância para produtividade total e in natura, com destaque para a utilização do feijão (*Phaseolus vulgaris*) como cultura intercalar, com produtividade do maracujazeiro de 12,82 t/ha.

Na cultura da bananeira as coberturas do solo com resíduos culturais no espaçamento largo e resíduos da bananeira + feijão-de-porco proporcionaram maior produtividade sem, contudo, diferir significativamente do tratamento com resíduos da bananeira + guandu (BORGES; SOUZA, 1998).

10 Rentabilidade proporcionada com a adoção do controle integrado de plantas infestantes

As análises de rentabilidade bruta realizada nos últimos seis anos, nas áreas experimentais de Lagarto e Boquim, SE, mostraram um incremento médio de 42,1% a favor do manejo do solo e coberturas vegetais no controle de plantas infestantes quando comparado ao sistema convencional utilizado pelos produtores daquela região. Para o Estado de São Paulo, o incremento médio foi de 17,6%.

A renda líquida nos manejos com coberturas vegetais e subsolagem no preparo do solo na cultura do mamoeiro foi, em média, 39,1% maior em comparação aos manejos mecanizados no controle das plantas infestantes (CARVALHO, 2002).

Na cultura do maracujá, o controle integrado com feijão-de-porco e feijão nas entrelinhas e o controle de plantas infestantes nas linhas com enxada e químico com glifosato foram os tratamentos que proporcionaram maior retorno médio (R\$ 1,72), para cada real investido (LIMA et al., 2002).

11 Considerações finais

A busca de sistemas que integrem plantas de coberturas e que possam, além de proteger o solo, promover melhorias nas condições ambientais e efeitos favoráveis ao desenvolvimento de cultivos comerciais deverá ser constante no manejo dos sistemas produtivos. Assim, é recomendável que o manejo do solo e coberturas vegetais no controle de plantas infestantes seja adaptado regionalmente, levando-se em consideração o solo e o clima, as condições

socioeconômicas e interesse do produtor rural, e que, acima de tudo, além de tecnicamente factível, seja ecologicamente equilibrado e economicamente viável. O manejo de coberturas vegetais propicia melhor redistribuição e aproveitamento dos nutrientes no solo, diminuição dos custos de produção com melhoria da capacidade produtiva do solo e maior estabilidade de produção com conseqüente tendência de aumento na renda líquida da propriedade; comprova ser uma forma eficiente e eficaz para um sistema de produção sustentável. A recuperação dos solos com estrutura comprometida pela compactação, pelo manejo inadequado e adensamento pedogenético, pode ser realizada a partir de práticas culturais e biológicas, que se baseiam na utilização de plantas que possuam um sistema radicular profundo, abundante e agressivo, capaz de romper a camada compactada e coesa como leguminosas e gramíneas.

12 Referências

- ANJOS, J.L.; SILVA, I. de F.; CINTRA, F.L.D.; PORTELA, J.C.; LUZ, L.R.Q.P. Efeito de práticas de manejo na agregação de Argissolo de Tabuleiro cultivado com citros. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Resumos...** Aracaju, 2006. 1 CD ROM.
- ANJOS, J.L. dos; BARRETO, A.C.; SOBRAL, L.F.; SILVA, L.M.S. da; GOMES, J.B.V.; DANTAS JUNIOR, V.S. Efeito de leguminosas e N mineral na produtividade de citros em solo de Tabuleiro Costeiro de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Resumos...** Gramado, 2007. 1CD ROM.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citros e a composição da flora daninha. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, n. 1, p. 25-36, jan. 1978.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **Cobertura vegetal do solo para bananeira**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMP, 1998. 4p. (EMBRAPA-CNPMP. Comunicado Técnico, 52).
- BORGES, A.L.; LIMA, A. de A. Propriedades químicas do solo e produtividade do maracujá amarelo sob diferentes sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Resumos...** Ribeirão Preto, 2003. 1 CD ROM..
- CARVALHO, J.E.B. de; CALDAS, R.C.; CARDOSO, S. da S.; COSTA NETO, A. de O. Influência das épocas de controle das plantas daninhas sobre a produção de laranja "Pera". **Planta Daninha**, Brasília, v.11, n.1/2, p.49-54, 1993.
- CARVALHO, J.E.B de; CARDOSO, S. da S.; COSTA NETO, A. de O.; CALDAS, R.C. Plantas daninhas e sua interferência na absorção de nutrientes em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador, 1994. p. 499.
- CARVALHO, J.E.B. de.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C.; COSTA NETO, A. de O; CARDOSO, S. da S.; RAMOS, W. F. **Soil management and integrated control of weeds in citrus orchards**. In: CONGRESS OF THE INTERNETIONAL SOCIETY OF CITRICULTURE, 8., 1996, Sun City, South Africa. **Resumos...** Sun City, 1996a . p. 110.
- CARVALHO, J.E.B. de.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C.; COSTA NETO, A. de O; CARDOSO, S. da S.; RAMOS, W.F.; ARAÚJO, A.M. de A.; LOPES, L.C. Manejo do solo no controle de plantas daninhas em citros. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia, SP. **Resumos...** Águas de Lindóia, SP: Sociedade Latinoamericana de Ciência do Solo, 1996b. 1CD ROM.

CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D.; CALDAS, R.C.; RAMOS, W.F.; COSTA NETO, A. de O.; ARAÚJO, A.M. de A.; LOPES, L.C.; SILVEIRA, J.R. da S. Manejo do solo no controle integrado de plantas daninhas em citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 1, p. 21–27, jan, 1998a.

CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L. da S.; SOUZA, L.D. Manejo de cobertura vegetal con leguminosas en el control integrado de malezas em cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE COBERTURA DE LEGUMINOSAS EM CULTIVOS PARMANENTES, Santa Barbara del Zulia, Venezuela, 1998b. **Compendio...** Santa Barbara del Zulia, Venezuela: Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, 1998b. p.108-130.

CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. da S.; JORGE, L.A . de C.; RAMOS, W. F.; COSTA NETO, A. de O .; ARAÚJO, A . M. de A .; LOPES, L. C.; JESUS, M. S. de. Manejo de coberturas do solo e sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pera'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 140 – 145, abr ,1999.

CARVALHO, J. E. B. de. Manejo do solo em pomares. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – PRODUÇÃO INTEGRADA, 4., 2000, Bebedouro, SP. **Anais...** Bebedouro, 2000. p.107-146.

CARVALHO, J.E.B. de; JORGE, L.A. de C; RAMOS, W.F.; ARAÚJO, A.M. de A. Manejo de cobertura do solo e desenvolvimento do sistema radicular da combinação laranja 'Pêra'/limão 'Cravo' na Bahia e Sergipe. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p.259-269, jan. 2001.

CARVALHO, J. E. B. de; CASTRO NETO, M. T. de. Manejo de plantas infestantes. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2002. cap.8, p.145-164.

CARVALHO, J. E. B. de; CARVALHO, L.L.; SOUZA, L. da S.; SANTOS, R.C. Interferência de preparos e manejos de solo na dinâmica da água no seu perfil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Resumo...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

CARVALHO, J.E.B. de; LOPES, L.C.; ARAÚJO, A.M. de A.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C.; DALTRO JÚNIOR, C.A.; CARVALHO, L.L. de; OLIVEIRA, A.A.R.; SANTOS, R.C. dos. Leguminosas e seus efeitos sobre propriedades físicas do solo e produtividade do mamoeiro 'Tainung 1' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 335-338, abr. 2004.

CARVALHO, J. E. B. de; NEVES, C.S.V.; MENEGUCCI, J.L.P.; SILVA, J.A.A. da. Práticas culturais. In: MATTOS JÚNIOR, D. de; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico ; Fundag, 2005. p.448-482.

CARVALHO, J.E.B. de.; AZEVEDO, C.L.L.; SOUZA, L. da S. **Coberturas vegetais na cultura do mamão em Tabuleiros Costeiros e o controle integrado de plantas infestantes**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006a. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado técnico, 115).

CARVALHO, J.E.B. de. Sistema convencional x Produção Integrada de citros: impacto sobre o desenvolvimento do sistema radicular. **Informativo Agropecuário Coopercitrus**, v. 19, n.239, p.15-16, 2006b.

CARVALHO, J.E.B. de; DIAS, R.C. dos S.; MELO FILHO, J. F. de. **Produção integrada x convencional – impacto sobre a qualidade do solo**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006c, 4p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Comunicado Técnico, 118).

CARVALHO, J.E.B. de.; SOUZA, L. da S.; AZEVEDO, C.L.L.; CRUZ, J.L.; SANTOS, L.A. dos.; PEIXOTO, C.A.B. **Manejo do solo convencional e com coberturas vegetais – Efeito sobre a distribuição do sistema radicular do mamoeiro 'Tainung 1'**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 3p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Comunicado Técnico, 124).

CARVALHO, J.E.B. de.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas infestantes em frutíferas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2008. p. 561- 601.

CASTRO, O. M. de; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação do solo em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 13, n. 1, p. 275-304, jan. 1992.

COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARD, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L.P.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: ASD-PTA, 1993. 246 p.

CRUSCIOL, C.A.C.; R.L.; E. do V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p. 161-168, abr. 2005.

DEMATÊ, J. L. I.; VITTI, G.C. Alguns aspectos relacionados ao manejo de solos para os citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-FISIOLOGIA, 2.,1992,Bebedouro, SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p. 67-99.

DIAS, R. C. dos S.; MELO Filho, J.F. de; CARVALHO, J.E.B. de; NASCIMENTO, P. dos S.; DIAS, C.B. Efeito de sistemas de manejo nos indicadores químicos de qualidade do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Resumos...**Aracaju, 2006. 1 CD ROM.

DURIGAN, J. Controle de plantas daninhas. In: RUGGIERO, C. **Cultura do maracujazeiro**. Ribeirão Preto: Legis Suma, 1987. p. 67-75.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C. **Manejo de plantas daninhas em pomares cítricos**. Bebedouro, SP: EECB, 2002, 53p. (Boletim Citrícola, n. 22)

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D,L. de; Marcelo Grandi TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006.

FABIAN, A.J.; CORÁ, J.E.; TORRES, J.L.R. Plantas de cobertura: produção de fitomassa, decomposição e porcentagem de cobertura do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Resumos...** Aracaju, 2006. 1 CD ROM.

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C.; EMÍDIO FILHO, J. **Densidade de semeadura a lanço de sete leguminosas utilizadas como adubo verde em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1998. 8p. (EMBRAPA-CPATC. Comunicado Técnico, 18).

GOMES, J.A. Plantio e práticas culturais da bananeira cultivar 'Prata'. In: SINPÓSIO SOBRE BANANEIRA PRATA, 1., 1983, Cariacica, ES. **Anais...** Cariacica, 1983. p. 70-89.

LIMA A. de A.; CALDAS, R.C.; BORGES, A.L; RITZINGER, C.H.S.P.; TRINDADE, A.V.; PIRES, M. de M.; MIDDLEJ, M.M.B.C.; MATA, H.T. da C.; SOUZA, J. da S. Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, 711-713, 2002.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p. 539-542, jul. 2004.

NEVES, C.S.V.J.; DECHEN, A.R.; FELLER, C.; NILO GONZALEZ, M.G. Influência de sistemas de manejo de solo em pomar de tangerina 'Ponkan' sobre limão 'Cravo' em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.3, p.367-374, jul. 1998.

NEVES, C.S.V.J.; DECHEN, A.R. Sistemas de manejo de solo em pomar de tangerina 'Ponkan' sobre limão 'Cravo' em latossolo roxo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.22, n.1, p.167-184, jan. 2001.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, jan. 2004.

PIRES, N. de M; OLIVEIRA, W.R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. (Coord.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. p. 145-185.

RAGOZO, C. R. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. Adubação verde em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 69-72, 2006.

REINHARDT, D. H. R. C.; CUNHA, G. A. P. da; Plantas daninhas e seu controle. In: CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (ed.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicações para Transferência de Tecnologia, 1999. cap.10, p.253-268.

RICE, E.L. **Allelopaty**. 2.ed. New York: Academic Press, 1984.422p.

SANCHES, A. C. Manejo para a produção sustentável de citros. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, Piracicaba, SP. **Palestras...** Piracicaba, SP: POTAFOS, 2000 (Trabalho publicado em CD Rom).

SANCHES, A.C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS – TRATOS CULTURAIS, 5., Bebedouro, SP, 1998. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 167-187.

SANTANA, I.S.; PEIXOTO, M.F.S.P.; CARVALHO, J.E.B. de; SAMPAIO, L.S.V.; LEDO, C.A.S.; PEIXOTO, C.P. Emergência e matéria seca de plantas daninhas na cultura do mamoeiro (*Carica papaya*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.4, p. 583-588, out. 2005.

SAN MARTIN, H.A.M. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros**. 2004. 68f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 2004.

SILVA, J.A.A.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. Adubação orgânica na cultura de citros, In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS, 4., Bebedouro, SP. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1996. p.211-236.

SILVA, J.A A da; DONADIO, L.C.; CARLOS, J. A D. **Adubação verde em citros**. Jaboticabal, SP: Funep, 1999. 37p. (Boletim Citrícola, 9).

SILVA, J.A.A. da; VITTI, G.C.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, jan. 2002.

SOUZA, L. da S.; CARVALHO, J.E.B. de.; SANTANA, A.; PITELLI, R.A.; GALLI, A.J.B. Manejo de coberturas vegetais no controle integrado de plantas daninhas e a produtividade dos citros. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANO DE MALEZAS, 15., 2001, Maracaibo, VE. **Resumos...** Maracaibo: Asociación Latinoamericana de Maleza, 2001. p.272.

SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C. Efeitos alelopáticos do calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21 n.2, p.211-218, 2003.

SOUZA, L. da S.; PEIXOTO, C.A.B.; CARVALHO, J.E.B. de; SOUZA, L.D.; RIBEIRO, L. da S. Relação solo-água-plantas em diferentes manejos do solo e combinações copa-porta-enxertos de citros em Latossolo Amarelo Coeso de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 16., 2006, Aracaju, SE. **Resumos...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 1 CD ROM.

TOLEDO, A.C.; ROSADO, N.; GONÇALVES, C.F.; FONTANETTI, A. Adubação verde no manejo de plantas espontâneas e produção do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, p. 153-156, nov. 2009.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2004.

VICTÓRIA FILHO, R. **Efeitos do uso contínuo de herbicidas no desenvolvimento, produção e qualidade dos frutos de dois cultivares de citros (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. 1983. 116 f. Tese (Tese de Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ USP, Piracicaba.

VITTI, G. C. Nutrição e crescimento de plantas cítricas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS-FISIOLOGIA, 1992, Bebedouro, SP. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. p.132-162.

Embrapa

Algodão

Patrocínio



150 Anos
Se é Bayer, é bom



Promoção e Realização



Sociedade Brasileira da
Ciência das Plantas Daninhas
(Brazilian Weed Science Society)

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



CGPE 10854