

O manejo de plantas invasoras na perspectiva da agroecologia

Carlos Armênio Khatounian¹

Luiz Antonio Odenath Penha²

1- Estratégias de controle de plantas invasoras ao longo da história

Do ponto de vista da composição florística dos terrenos cultivados, a agricultura pode ser entendida como um esforço para direcionar os fatores de crescimento vegetal para espécies de interesse humano, as culturas. Contudo, outras espécies sempre cresceram nas áreas de cultivo, competindo com as culturas pelo uso da água, da luz e dos nutrientes, de modo que o controle dessas espécies indesejadas exigiu a interferência humana desde os primórdios da agricultura.

Para controlar essas espécies, as práticas de interferência assumiram distintas formas ao longo do espaço geográfico e do tempo, tais como a aração nas áreas de aluvião, rotação com pousio arbóreo no trópico úmido, a rotação com pastagem nos climas temperados, e a inundação dos tabuleiros no cultivo do arroz. Tais práticas tinham também outras funções nos sistemas agrícolas, mas no tocante às plantas infestantes visavam à sua diminuição massal,

A eliminação planta a planta de cada indivíduo das espécies indesejáveis, em grandes áreas sob cultivo, é prática relativamente recente na agricultura ocidental. Nos textos bíblicos não há uma única referência à eliminação de plantas indesejadas durante o crescimento do trigo, mas apenas à necessidade de separar o joio depois de colhido o cereal. Quando os europeus aportaram no trópico úmido americano, a agricultura dos indígenas tampouco incluía a eliminação individual das plantas indesejadas; a rebrota da floresta crescia junto com as plantas de cultivo.

¹ Eng^o Agr^o, PhD, Prof. Dr do Depto Produção Vegetal, ESALQ-USP

² Eng^o Agr^o, MSc, SEAB - PR

Pousio

Por séculos, o pousio foi o principal mecanismo para reduzir a população das plantas indesejadas nos terrenos onde se praticava agricultura de sequeiro. Em sua maioria, as espécies indesejadas eram plantas anuais, capazes de se estabelecer e produzir sementes no espaço aberto para os cultivos. Com o pousio, as plantas perenes passavam a dominar o terreno, dificultando assim o desenvolvimento e a produção de sementes das plantas invasoras de cultura. Simultaneamente, ocorria o decaimento fisiológico e a predação das sementes de invasoras no solo. Com isso, o banco de sementes de espécies indesejáveis no sistema decrescia ao longo do período de pousio.

Quando se retornava ao cultivo da área, o tamanho reduzido do banco de sementes de invasoras, pouco ou nada afetava o desempenho do primeiro ciclo da cultura implantada. Contudo, ainda que em população reduzida, as poucas plantas indesejadas aí presentes produziam sementes, e em poucos anos sua população aumentava a ponto de se tornar não apenas indesejável, mas de impactar fortemente a cultura.

Por essa razão, em cada quadrante geográfico, a infestação por plantas invasoras foi aumentando à medida que se encurtava o pousio e se intensificava o uso agrícola, exigindo esforço cada vez maior para seu controle. Na atualidade, em áreas de agricultura intensiva, o problema atingiu tal dimensão que as perdas nas lavouras podem totais se não houver controle.

Aração e capina

Nas áreas de agricultura de aluvião ou irrigada, historicamente, a aração foi a primeira – e por séculos a única – interferência humana para o controle das plantas indesejáveis. A lógica consistia em destruir toda a vegetação existente sobre o terreno, de modo que a emergência das plântulas da cultura ocorresse num ambiente de pouca competição, ao menos na fase inicial do ciclo da planta cultivada. Mais tarde, com a invenção do arado de inversão da leiva, as sementes de infestantes produzidas na safra anterior passaram a ser enterradas, a uma profundidade da qual não podiam emergir.

Sobre o terreno eliminado de invasoras, semeava-se o cereal a lanço. Vale lembrar que a semeadura a lanço ainda era predominante no cultivo de grãos como o trigo, o centeio e a cevada até o início do século XX, em todo o planeta.

A segunda interferência, desenvolvida nas áreas de sequeiro, foi a capina, que consistia na eliminação seletiva e individual das plantas invasoras com enxada. A capina exigia um posicionamento regular e alinhado das plantas da cultura, que permitisse a passagem da enxada, de modo que sementeira a lanço e capina não eram conciliáveis. Nos textos agrícolas portugueses fazia-se distinção entre culturas “não sachadas”, onde estavam quase todos os cereais, exceto o milho, e culturas “sachadas”, isto é, capinadas, que se referiam particularmente às hortaliças e algumas espécies de menor expressão em termos de área cultivada.

Com o desenvolvimento da mecanização agrícola, a sementeira a lanço foi perdendo terreno e a enxada foi substituída pelo cultivador, nas culturas já então cuidadosamente dispostas em linhas. Quando as plantas foram alinhadas, enxada e cultivador foram incorporados também às áreas de aluvião e irrigadas. Assim, arado, cultivador e enxada formaram o trio do controle de invasoras até a metade do século XX.

O controle de invasoras por inundação e monda

Enquanto esses processos evoluíam na agricultura sobre terrenos bem drenados, evoluía no Oriente o manejo da lâmina d'água e a retirada manual de cada planta infestante nos tabuleiros de arroz inundado. O arroz é espécie originária dos terrenos de beira d'água, crescendo bem tanto em terrenos inundados, como em áreas não inundadas desde que bem supridas de água. No entanto, para germinar o arroz precisa de bom arejamento no solo, como várias outras plantas aquáticas. Quando o homem passou a cultivar o arroz, essas várias plantas se tornaram são invasoras importantes na cultura do arroz.

A estratégia desenvolvida pelos agricultores do Oriente foi separar a fase de germinação do arroz, da fase de crescimento e produção. A germinação passou a ser feita em canteiros não-inundados, sob cuidado intensivo, transplantando-se mais tarde as mudas para o tabuleiro coberto com uma lâmina d'água. Depois de pegadas as mudas, alternava-se um regime com períodos de inundação e drenagem. Na fase inundada, tomavam a dianteira aquelas espécies tolerantes à inundação, mas essas mesmas espécies perdiam competitividade ao se retirar a água, dando espaço a espécies de terrenos drenados. Quando estas últimas começavam a crescer mais fortemente, retornava-se com a lâmina d'água.

Como a planta de arroz não necessita, mas tolera, a inundação, esse sistema de manejo da água era essencialmente uma estratégia de economizar mão de obra na eliminação das plantas invasoras. Efetivamente, algumas poucas espécies invasoras eram capazes de conviver com essa alternância, de tal maneira que permanecia a necessidade de complementar o controle de ervas com o repasse manual, a monda, para se eliminar cada indivíduo dessas espécies invasoras remanescentes. Assim, na agricultura centrada no arroz irrigado associavam-se práticas de controle massal da flora invasora com práticas de controle individualizado de cada planta daninha.

Aração, adubos minerais e flora infestante

Logo após o revolvimento do solo, acelera-se a decomposição da matéria orgânica do solo, de modo que há um pulso de liberação de nutrientes minerais. Esse fenômeno foi traduzido no saber agrônômico com a expressão que uma boa aração equivale a uma adubação. Naturalmente, as culturas agrícolas se beneficiam desse pulso, mas ao longo do tempo esse pulso também selecionou na flora invasora aquelas espécies capazes de melhor aproveitá-lo em seu favor. Assim, um traço comum a várias espécies invasoras de sistemas de agricultura arada é a resposta ao pulso de nutrientes (Mohler, 2001)

Contudo, antes da utilização de adubos minerais, essa seleção tinha como limite a rotação de culturas, imposta pela necessidade de recuperação da fertilidade do solo com rotações de culturas e/ou de pousio. Com o advento dos adubos minerais na segunda metade dos 1800, o pousio e as rotações foram se tornando desnecessários para a recuperação da fertilidade dos terrenos de agricultura de sequeiro do Ocidente. A eliminação do pousio e das rotações permitiu a instalação de sistemas de monocultura, dominados pelos os produtos de maior valor econômico.

A combinação de aração, adubação e monocultura criou condições para um aumento ininterrupto no banco de sementes de invasoras no solo, particularmente daquelas que respondiam ao pulso de nutrientes minerais. Assim, o problema com as invasoras aumentava, e simultaneamente a população rural diminuía, tornando a situação particularmente difícil.

O controle de invasoras no século XX

No grande ímpeto de investigação agrícola a partir do final do século XIX, o controle de plantas invasoras se tornou objeto de muitos estudos, a princípio envolvendo meios mecânicos, e a partir de meados dos 1900, sobretudo métodos químicos. Como, tanto os métodos físicos quanto os químicos envolvem custos em trabalho e produtos, houve um esforço em se determinar quando e que tipo de intervenção aplicar, combinando o menor custo com o máximo rendimento na cultura.

Para isso, não era mais suficiente o conhecimento empírico de que a fase crítica de interferência da planta invasora era o início do ciclo da cultura. A título de exemplo, já no contexto brasileiro de final do século XX, Pitelli e Durigan (1984) propuseram a divisão desse início do ciclo em: (1) - Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI), período a partir da semeadura em que a cultura deve ser mantida sem a competição de espécies invasoras; (2)- Período Anterior a Interferência (PAI), período que a cultura pode conviver com as invasoras, a partir da semeadura, sem sofrer dano; e (3) Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI), período que a cultura deve ser mantida sem a competição das invasoras, a partir do limite máximo do PAI até o final do PTPI.

Raciocinando nesses termos, quanto menor o banco de sementes no solo, e menor a emergência de invasoras com a cultura, mais longo o PAI. Numa situação de população invasora extremamente baixa, como nos antigos sistemas com pousio arbóreo, esse período anterior à interferência poderia durar todo o ciclo da cultura. No extremo oposto, num terreno muito infestado, o PAI poderia ser de poucos dias, como ocorre hoje na maioria das áreas sob cultivo intensivo. Num terreno com baixa infestação, o PCPI pode ser consideravelmente mais longo que num terreno com alta infestação.

Mas tais conceitos não objetivavam comparar diferentes modalidades de manejo de sistemas agrícolas. Eles visavam precipuamente à definição dos períodos de tempo mais adequados para a aplicação de uma medida de controle, fosse mecânica ou química.

No caso do controle mecânico, a aplicação da medida de controle no tempo mais indicado depende fortemente do andamento climático. Longos períodos chuvosos são especialmente problemáticos, porque ao mesmo tempo favorecem o desenvolvimento

das invasoras e dificultam a entrada e o trabalho das máquinas, e ainda propiciam o re-enraizamento das plantas.

Em comparação com o controle mecânico, o controle com herbicidas é menos dependente do andamento climático, porque um curto período sem chuva é suficiente para a aplicação do produto. Além disso, a aplicação em si é mais rápida e requer menos esforço físico ou potência mecânica. Por essas razões, a área cultivável por trabalhador aumenta quando se passa do controle mecânico para o químico, tanto em sistemas baseados em trabalho manual quanto naqueles centrados na mecanização. Tais vantagens do controle químico em relação ao controle mecânico tornaram os herbicidas muito atrativos para todas as escalas de produção, a ponto de se serem hoje os pesticidas mais consumidos no Brasil e no mundo.

O plantio direto idealizado e as invasoras

Os herbicidas possibilitaram o controle de plantas invasoras sem o revolvimento do solo, levando à re-análise de conceitos e práticas agrícolas consagradas pela história da agricultura, particularmente a idéia de que a aração era necessária para produzir safras abundantes. A partir do final da década de 1970, desenvolveu-se o plantio direto, hoje praticado na quase totalidade das áreas de soja, de milho e de trigo no Brasil. A aração se revelou desnecessária e foi praticamente abolida, a tal ponto que os arados se tornaram relativamente raros nas mais importantes áreas de produção de grãos no país. A contribuição do sistema de plantio direto para a redução da erosão dos solos no Brasil foi de primeiríssima ordem, um grande passo rumo à agricultura conservacionista.

Os idealizadores do sistema de plantio direto o concebiam como uma combinação de boas práticas de uso do solo, incluindo a rotação de culturas e plantas de cobertura do solo nos períodos sem cultura comercial. Tais culturas, ao utilizar a luz, a água e os nutrientes disponíveis para seu próprio crescimento, podiam reduzir o desenvolvimento e a produção de sementes das invasoras, contribuindo para a exaustão dos bancos de sementes no solo. Além disso, a palha produzida pelas plantas de cobertura durante o inverno reduzia a emergência das invasoras na cultura comercial de verão. Com as rotações e as culturas de cobertura, imaginava-se que o problema com invasoras se reduziria com o tempo, e conseqüentemente requereria menos herbicidas.

O plantio direto atual e as invasoras

A redução do problema com plantas invasoras realmente ocorreu, mas apenas naquelas áreas restritas onde o sistema foi implantado como havia sido concebido. Contudo, na maior parte da área atualmente sob plantio direto, as práticas efetivamente incorporadas foram a eliminação da aração e a aplicação de herbicidas no período crítico de prevenção do dano. Por assim dizer, esse é o plantio direto real e predominante, com muito pouca palhada e com pouca ou nenhuma rotação de culturas.

A flora infestante, ao lugar de perder importância, apenas se modificou, selecionando-se espécies que reuniam características adequadas para a ocupação dos nichos disponibilizados. Assim, as espécies favorecidas pelo revolvimento do solo foram perdendo relevância, enquanto outras ganharam importância, particularmente a guanxuma (*Sida rhombifolia*), por tolerar solos compactados, o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), por mimetizar a planta de soja em arquitetura e ciclo. Mais recentemente, somou-se a esse grupo a buva (*Conyza canadensis*), por ser capaz de ampla disseminação pelo vento e de crescer nas manchas de solo exposto durante o inverno.

Em termos de palhada, efetivamente, apenas nas regiões de clima mais frio, como o Centro-Sul do Paraná, o plantio direto resultou nalgum acúmulo de palha sobre o solo, mesmo em sua versão simplificada. Mas nas regiões de clima mais quente, vale dizer, em quase toda a área sob plantio direto no Brasil ao norte do paralelo 24° S, ocorrem longos períodos de tempo em que os terrenos ficam livres para o crescimento e a reprodução das espécies invasoras, particularmente no inverno e no início da primavera. Com isso, os bancos de semente de invasoras se mantêm com estoques elevados, e a necessidade de herbicidas tem crescido. Houve várias consequências e reações a essa situação. A “Federação Brasileira de Plantio Direto” rebatizou-se e acrescentou “na Palha”, numa referência à necessidade de lembrar que as culturas de cobertura e a rotação de culturas são requisitos essenciais para o bom funcionamento do sistema.

Para compensar a ausência de culturas de cobertura e de rotação, os agricultores têm tido de usar mais herbicidas, ao que se juntou, na virada do século, o recurso às culturas geneticamente modificadas para resistir a herbicidas de amplo espectro, sendo o caso mais focalizado o das sojas resistentes ao glifosato. Naturalmente, a maior quantidade de herbicidas e o uso de sementes transgênicas tiveram reflexos sobre os custos de produção, e também sobre o meio ambiente.

Plantio direto com qualidade

Mesmo com esses problemas, o plantio direto trouxe uma significativa redução na erosão do solo, embora a preservação física do solo tenha tido um custo ambiental que não era previsto: o uso ampliado de herbicidas. A reação a esse conjunto de problemas tem levado à proposta do “plantio direto com qualidade”, para a qual são atualizadas as premissas dos idealizadores do sistema. No plantio direto com qualidade se inclui o aproveitamento do inverno para a produção de palha por plantas de cobertura como aveia, nabo, ervilhaca, tremoço, entre outras. No Cerrado para função semelhante, estuda-se o uso de braquiárias, milhetos (*Pennisetum* spp) e capim pé-de-galinha gigante (*Eleusine coracana*).

A rotação e a sucessão de culturas são planejadas de forma estratégica, considerando o sistema produtivo como um todo, e não unicamente a safra em curso. A proposta do plantio direto com qualidade reduz os custos de produção, principalmente no controle de invasoras e em fertilizantes, além de melhorar a produtividade e a estabilidade do rendimento das culturas (Medeiros & Calegari, 2006). Também se considera nesse planejamento estratégico a prevenção de pragas e doenças.

A adoção generalizada do plantio direto com qualidade seria um avanço importante rumo à agricultura conservacionista, por focalizar as vantagens do sistema no controle da erosão do solo, e não negligenciar o passivo ambiental associado aos herbicidas. O próximo passo na evolução do sistema seria o plantio direto sem herbicidas, que atualmente é o maior desafio tecnológico na produção de culturas anuais rumo a uma agricultura plenamente conservacionista. Tal desafio tem sido pioneiramente enfrentado por produtores de soja orgânica no Paraná há pelo menos uma década, e tem sido objeto de investigação no Paraná.

O controle de invasoras com base na dinâmica de populações

Para o controle de invasoras com menos ou mesmo sem herbicidas é preciso focalizar o problema num contexto mais amplo, no sistema produtivo (Melander *et al.*, 2005), abordando a infestação por invasoras com os conceitos da dinâmica de populações. As espécies de plantas daninhas que se estabelecem em um sistema de produção de grãos são conseqüências do conjunto de práticas realizadas nas culturas ao longo dos anos, de modo que tanto a presença dessas espécies quanto suas populações

podem ser modificadas se as práticas de condução das culturas forem alteradas (Skora Neto *et al.*, 2006).

Por isso, as interferências de controle de invasoras ao longo de uma safra agrícola, bem como a sucessão e a rotação de culturas, devem ser feitas numa perspectiva de longo prazo, na perspectiva de que as plantas infestantes estejam sempre sob controle. O caminho rumo ao plantio direto sem herbicidas certamente exigirá conhecimentos e habilidades muito mais complexas do que as hoje necessárias para o sistema com herbicidas.

Dentre esses conhecimentos, ênfase especial precisa ser dada à biologia e à ecologia de cada espécie invasora, de modo a se entender porque tais espécies se tornam invasoras importantes e a identificar pontos fracos no seu ciclo que propiciem ações de controle. Tais aspectos serão tratados a seguir.

2- Aspectos da biologia e da ecologia das plantas invasoras

Nos livros textos sobre plantas invasoras, é usual um dos primeiros capítulos apresentar características biológicas que seriam comuns às diferentes espécies de plantas invasoras, tais como elevada produção de sementes, dormência, rápido crescimento relativo etc. Nessa seção, procuraremos demonstrar que tais características não são generalizáveis ao conjunto das espécies invasoras de importância agrícola, e que o fato maior que as caracteriza enquanto daninhas é ocuparem nichos que são disponibilizados pela interferência humana.

Nessa perspectiva, o foco sai das características intrínsecas das espécies infestantes, direcionando-se para a maneira como intervimos no ambiente. Se não disponibilizamos tais nichos, essas espécies ditas invasoras não encontram espaço físico e de tempo para se desenvolver. Porém, como regra, tais nichos apenas se tornam visíveis depois de uma espécie o ocupar.

Para exemplificar a heterogeneidade da biologia e da ecologia das plantas invasoras enquanto grupo, focalizaremos ao longo do texto o assa-peixe (*Vernonia* spp.), a erva-de-passarinho (*Struthanthus* spp.) e o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*).

O assa-peixe é uma invasora perene de pastagem, cujas pequenas sementes são disseminadas pelo vento. Por serem diminutas, essas sementes são incapazes de gerar

uma planta viável quando caem no meio de uma pastagem com boa cobertura de solo. Contudo, quando caem sobre uma mancha de solo exposto, numa pastagem sobrepastejada, conseguem formar uma pequena planta, que rapidamente forma rizomas.

Como o gado não come o assa-peixe, a parte aérea e os rizomas vão se expandindo, em prejuízo da pastagem. Quando a planta é roçada, as reservas nos rizomas garantem uma rebrota vigorosa, restando como único recurso econômico para seu controle o uso de herbicidas. O nicho criado pela mão humana consiste essencialmente na combinação da mancha sobrepastejada com a contínua eliminação do capim de suas bordas pelo pastejo do gado.

Erva-de-passarinho é um termo aplicado a plantas da família das lorantáceas, especialmente do gênero *Struthanthus*, que têm em comum o fato de se desenvolver sobre a galhada de árvores, prendendo-se a estruturas caulinares madeira por meio de raízes diferenciadas (*haustórios*) que perfuram a madeira e se alimentam da seiva da planta hospedeira. São, portanto, parasitas, que crescem lentamente mas vivem vários anos. Seus frutos são comidos por passarinhos, que disseminam as sementes junto aos seus excrementos sobre os galhos de outras árvores.

Árvores que perdem folhas no inverno parecem ser mais atacadas, supostamente porque são ponto de pouso mais fácil durante o período de maturação dos frutos da erva de passarinho. Embora sejam plantas brasileiras, as ervas-de-passarinho não parecem causar danos às florestas nativas, talvez pelo crescimento lento e pela diluição do parasitismo. Contudo, a infestação de um ramo o inviabiliza para a produção de frutos. Em áreas com poucos pontos de pouso para pássaros, como em pequenos pomares isolados ou na arborização urbana, e particularmente em plantas caducas, a infestação pode ser extrema e levar à morte das árvores.

Por sua vez, o capim marmelada é uma gramínea africana naturalizada no Brasil, ocorrendo atualmente em praticamente todo o país. É planta do ciclo C4, de crescimento rápido e vigoroso, competindo fortemente com outras plantas, sejam elas culturas agrícolas ou outras invasoras. Apresenta alta plasticidade fenotípica, e produz sementes em grande número: em experimentos no Norte do Paraná, chegamos a contar mais de 10.000 sementes por m² em milho e até 30.000 em soja, com viabilidade acima de 90% (Khatounian, 2004)! No entanto, a dispersão de suas sementes é limitada à área sob a planta. Apresenta dormência, e, enterradas, as sementes podem sobreviver por uma a duas décadas, e na superfície, germina quase todos os meses do ano. Por essas

características, tornou-se uma das principais, se não a principal planta invasora em vários sistemas baseados na produção de culturas anuais com revolvimento do solo. Quando se para de revolver o solo (por exemplo, pela conversão da área ao plantio direto, ou pelo seu uso como pomar ou pastagem), o capim marmelada tende a perder importância na composição da flora infestante.

Comparando-se essas três espécies, fica muito evidente que elas têm muito pouco em comum em sua biologia ou ecologia. Elas convergem talvez apenas no fato de comprometerem o uso humano de determinados recursos e de se instalarem em nichos ecológicos criados pelo manejo humano do ambiente.

Características comuns a invasoras de sistemas com revolvimento do solo

A despeito da grande diferença entre as três espécies que acabamos de tratar, a maioria dos livros sobre herbologia traz um capítulo sobre características comuns às espécies invasoras de culturas. Esse fato se deve a que, historicamente, os estudos sobre plantas invasoras se concentraram naquelas espécies importantes para a produção de culturas anuais e em sistemas que envolviam o revolvimento mecânico do solo. Tais condições cobrem a maior parte da área sob cultivos alimentares no planeta, justificando em certa medida a generalização.

O conhecimento e as práticas gerados pelos estudos conduzidos nessas condições passam por ter aplicação generalizada, mas não se aplicam necessariamente a sistemas de produção em que não há revolvimento do solo. Por essa razão, é preciso olhar criticamente o conhecimento tradicional da herbologia, quando se focaliza plantio direto. Não obstante, para uma visão de conjunto, e como ponto de partida, discutiremos primeiro esse conhecimento gerado nos sistemas com revolvimento de solo.

A primeira generalização é que a maioria das plantas daninhas tem sua germinação associada a distúrbios causados pela aração, tais como temperatura mais elevada e maior amplitude térmica, pulso de liberação de nitratos, maior aeração e, especialmente, exposição à luz. Todos esses fatores foram incorporados na seleção de plantas daninhas, para desencadear seu desenvolvimento, através da quebra de dormência de suas sementes armazenadas no solo (Liebman, 2001).

Em sua maioria, essas espécies invasoras são de ciclo anual, apresentam taxa elevada de crescimento relativo, e produzem uma grande quantidade de sementes, geralmente de tamanho diminuto, e com mecanismos de dormência.

Em condições de clima temperado, Wilson *et al.* (1985) estudaram o número de sementes enterradas na camada arável, o *banco de sementes* no solo, encontrando valores de 2.000 até 70.000 sementes por metro quadrado. As plantas daninhas localmente dominantes respondiam por 70 a 90% desse total. As sementes são enterradas quando se revolve o solo, e aí ficam alojadas até que um novo revolvimento as exponha a condições que quebram seus mecanismos de dormência. Quanto mais profundamente enterradas no solo, mais baixa é a temperatura, menor o teor de oxigênio e menor a chance de serem atacadas por predadores. Tais condições contribuem para maior longevidade dessas sementes enterradas mais profundamente, em comparação com as sementes mais próximas da superfície do solo.

Por isso, sementes dormentes permanecem viáveis no solo por longos períodos, até vários anos, aguardando um estímulo indicativo de condições favoráveis para germinar e ocupar o terreno. Os mecanismos de dormência incluem compostos que funcionam como barreiras físicas e químicas à germinação. A casca da semente funciona como uma barreira física, sendo necessária sua degradação ou o rompimento para que a água penetre, em outras palavras, tempo e condições ambientais favoráveis aos microorganismos ou agentes físicos. Outro mecanismo de dormência é a liberação de componentes químicos que devem ser lavados do interior da semente, o que ocorre em períodos de pluviosidade intensa. Ainda outro mecanismo de dormência é devido aos fitocromos, que regulam a emergência da semente pela qualidade e quantidade de luz que ela recebe.

Além dessas características ligadas à manutenção do material propagativo da espécie, as plantas daninhas de terrenos arados costumam ter características que favorecem também a sobrevivência individual de cada planta. A mais comum e talvez mais importante é a *plasticidade fenotípica*, entendida como a capacidade da planta de, uma vez emergida, completar o ciclo, numa grande variedade de condições de ambiente. Exemplo típico dessa plasticidade encontra-se em capim-marmelada: quando o ambiente é adverso, a planta pode completar o ciclo, produzindo sementes viáveis, na forma de uma frágil haste de 3 mm de espessura e 15cm de comprimento; ou, quando as condições são favoráveis, pode formar uma touceira com 90 cm de altura e 120 cm de diâmetro.

O princípio da seleção pela aplicação continuada de um fator de estresse

Esse conjunto de generalizações sobre a flora daninha de culturas, embora enunciado com freqüência, pode ser entendido como um caso particular de um princípio ecológico mais geral, de fácil observação com o uso de herbicidas e o plantio direto. Tal princípio é que *a aplicação continuada de um fator de seleção sobre uma comunidade biológica seleciona aquela fração da comunidade não afetada pelo fator aplicado*. Essa fração não afetada se reproduz, e depois de algum tempo, se torna dominante. Por exemplo, em áreas onde se aplica glifosato, aumenta a população de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), porque essa espécie é relativamente tolerante a esse herbicida.

Se, em lugar de sobre uma comunidade, o fator de seleção for aplicado sobre uma população (isto é, um conjunto de indivíduos da mesma espécie), o processo de seleção ocorre da mesma maneira, e tem as mesmas conseqüências. Porém, o ritmo de seleção sobre uma espécie é mais lento do que sobre uma comunidade, porque é mais estreita a diversidade genética sobre a qual opera a seleção. Um exemplo clássico desse processo foi o desenvolvimento de resistência ao glifosato pelo azevém (*Lolium multiflorum*) na Austrália, mas há atualmente várias dezenas de casos de resistência a pesticidas tanto em herbologia como em entomologia agrícola.

Embora seja o mesmo o princípio biológico de seleção dos tipos capazes de sobreviver ao fator de seleção aplicado, dois termos têm sido utilizados. Fala-se em *tolerância* no caso de uma comunidade, quando os genes que garantem a sobrevivência já estão presentes na espécie, caso da trapoeraba, antes da aplicação do fator de seleção. Quando a seleção opera sobre a base genética de uma espécie inicialmente susceptível, caso do azevém, o termo é *resistência*. Essa diferenciação se deve aos distintos mecanismos genéticos de seleção que operam em cada caso. Contudo, o resultado prático é o mesmo: a perda de eficácia do método de controle quando aplicado repetidamente.

Fatores de seleção da flora invasora na conversão para o plantio direto

Quando uma área é convertida do manejo com revolvimento do solo para o plantio direto, deixam de ser vantajosas algumas características até então importantes para o sucesso de uma espécie como planta daninha. Por exemplo, a quebra de

dormência pela luz e a capacidade de sobreviver enterrada por muitos anos perdem importância. Se o sistema for mantido com boa palha, e conseqüentemente mais frio, espécies que exigem mais calor são prejudicadas, e sementes pequenas passam a ser desvantajosas, porque tem menor chance de atravessar a camada de palha.

Por outro lado, outras características ganham importância. São favorecidas as espécies com sementes grandes e mais reserva, mais capazes de atravessar a palhada, como as do leiteiro. Qualquer que seja a quantidade de palha, espécies perenes e com mecanismos de propagação ou proteção subterrânea têm uma grande vantagem sobre as espécies anuais.

Outras características, no entanto, podem ganhar importância. Nas áreas sob plantio direto e com pouca palha, que constituem a maior parte das áreas sob plantio direto, a disseminação pelo vento passa a ser um importante fator de sucesso na colonização das áreas de cultura. A disseminação pelo vento, somada ao crescimento preferencial no inverno, e a resistência aos herbicidas mais usuais no sistema explica a crescente infestação por buva no Paraná. Como o assa-peixe tratado anteriormente, as minúsculas sementes de buva não têm reservas que lhes permitam atravessar uma camada espessa de material vegetal para se estabelecer, fosse esse material uma palhada ou uma cobertura viva.

A seleção por herbicidas

Além do não-revolvimento do solo e da cobertura morta, os herbicidas são fatores decisivos na seleção da flora invasora, em muitas situações os fatores mais decisivos. Nos sistemas em que o controle de invasoras está alicerçado sobre herbicidas, nenhuma característica da biologia de uma espécie invasora é tão importante quanto seu nível de susceptibilidade ou tolerância ao produto aplicado. O fator de seleção “produto aplicado” era tão visível desde os primórdios da utilização de herbicidas, que as invasoras foram classificadas simplesmente em “folhas largas” ou “folhas estreitas”. Mais tarde, entraram no mercado os herbicidas de “amplo espectro”, sendo o paraquat e o glifosato os de uso mais generalizado.

Os produtos de amplo espectro matam grande número de espécies invasoras de culturas, mas, como também podem matar as próprias culturas, seu uso se manteve restrito à ação como dessecante ou em situações em que as culturas ficavam resguardadas, como a aplicação em pré-emergência ou em jato dirigido. Porém, também

há plantas naturalmente tolerantes e/ou que se tornaram resistentes aos produtos de amplo espectro, de modo que o uso continuado desses produtos também leva à seleção das espécies na flora invasora³.

Seleção de espécies na flora invasora e estratégia de controle

À luz da discussão que terminamos de expor, fica evidente que não há nenhuma característica que torne uma planta intrinsecamente vocacionada para o papel de invasora de cultura. Fica também a composição florística da flora invasora resulta dos fatores de seleção impostos pelo manejo que é dado ao sistema. Mas freqüentemente não entendemos, ou melhor, não nos perguntamos, por que razão, de que maneira, por quais caminhos, uma determinada flora invasora evoluiu, como foi selecionada e por que se tornou importante. A nosso entender, essas perguntas são essenciais porque suas respostas nos indicam também as estratégias a seguir para seu controle.

Tais estratégias precisam englobar o sistema de produção como um todo, inclusive os períodos de entressafra. Contudo, a grande maioria dos trabalhos em herbologia hoje focaliza apenas uma cultura e esta apenas no seu período de crescimento dentro ano agrícola. A estratégia mais generalizada no controle consiste na eliminação da população de invasoras durante o período crítico de prevenção da interferência da invasora sobre a cultura, *para evitar perdas na cultura em crescimento*. Para a maioria das nossas culturas de grão esse período vai da segunda à quarta semana após a semeadura, e as medidas de controle mais comuns são a aplicação de herbicidas e o cultivo mecânico ou capina.

Assim, os critérios mais usuais para a classificação das invasoras se baseiam na eficácia das medidas aplicadas, sendo as plantas são agrupadas em susceptíveis ou tolerantes aos herbicidas e/ou à capina. Embora seja relativamente comum a afirmação de que não há plantas tolerantes à capina, isso não corresponde à realidade. O instrumento cortante da capina desconecta a parte aérea da planta invasora de sua raiz, e a movimentação do solo cobre as plantas pequenas, de modo que o efeito da capina se deve essencialmente ao dessecamento e ao aterramento das invasoras (Mohler, 2001).

³ No Rio Grande do Sul, a seleção de flora invasora não controlada pelo glifosato já é um fato nas áreas cultivadas há mais tempo com as sojas RR. Isso tem tornado obrigatório o uso do paraquat como dessecante no final do ciclo da cultura, para eliminar a flora invasora ainda verde.

Se as condições ambientais ou as características das invasoras forem tais que o dessecamento não ocorre, a capina será pouco eficiente. Por isso, plantas como a trapoeraba, de dessecamento muito difícil, conseguem formar novas raízes, e com isso são pouco afetadas pela capina. Também são pouco afetadas as espécies com estruturas subterrâneas, como a tiririca (*Cyperus rutundus*), o capim-maçambará (*Sorghum halepense*) e a losna-brava (*Artemisia verlotorum*).

Contudo, o critério mais usual de classificação das plantas daninhas tem sido a susceptibilidade aos herbicidas. Essa classificação tem um grande valor prático, porque indica de que forma os herbicidas podem ser combinados ou alternados para se alcançar um nível aceitável de controle. Porém, na prática da produção, considerações de ordem econômica e da disponibilidade no mercado local dificultam a utilização dessas combinações. Por isso, os campos de produção freqüentemente mostram os resultados da aplicação continuada de um mesmo ou de poucos produtos, e o especialista em herbicidas freqüentemente pode dizer que produto foi utilizado apenas pela observação da composição botânica da flora infestante.

Como o plantio direto na atualidade brasileira está fortemente associado à monocultura da soja, a flora infestante pode estar dominada por espécies que não reúnem o conjunto das vantagens biológicas atribuídas às plantas daninhas, tais como alta produção de sementes, grande plasticidade fenotípica, e dormência acentuada. Por exemplo, o amendoim-bravo, comparativamente a outras invasoras, é uma espécie pouco vigorosa, produz relativamente poucas sementes, e essas poucas sementes, ricas em óleo, rapidamente decaem se mantidas na superfície do terreno. Kissmann & Groth (1999) registram que nas condições brasileiras, as sementes geralmente apresentam pronta viabilidade, a menos de 4cm de profundidade germinam facilmente, a germinação ocorre durante o ano todo. Tais características levam ao rápido esgotamento do banco de sementes do terreno.

A importância do amendoim bravo se deve ao tamanho de sua população, que cresce devido à sua convivência com os herbicidas de uso mais comum e à monocultura da soja, cuja estrutura de planta e o ciclo são mimetizados pela invasora. Em campos de soja em conversão para o manejo orgânico, nas quais os herbicidas são proibidos e a rotação de culturas é obrigatória, observa-se que a infestação de amendoim-bravo, severa nos primeiros ciclos, vai decrescendo ao longo do tempo. Essencialmente, os fatores que favoreceram o crescimento populacional do amendoim bravo, herbicidas e

monocultura, deixam de atuar, e se criam condições para o estabelecimento de uma flora invasora distinta.

Classificação das plantas invasoras em grupos ecológicos

Casos como o do amendoim-bravo na soja em plantio direto, mostram que a suscetibilidade das espécies invasoras a herbicidas pode embasar programas de controle focados na cultura em crescimento, mas isso é insuficiente para reduzir a pressão das plantas daninhas no longo prazo.

Uma abordagem bastante útil para subsidiar as estratégias de longo prazo é a classificação das espécies segundo suas estratégias ecológicas de sobrevivência. Dependendo dos parâmetros ecológicos considerados, vários agrupamentos são possíveis. Uma classificação simples e de grande valor prático pode ser em espécies remanescentes, espécies oportunistas e espécies especialistas.

Espécies remanescentes são resquícios da vegetação prévia do terreno, brotando ou emergindo dos propágulos que restaram ali. A grande maioria das espécies remanescentes não é dotada de características adaptativas que lhes garantam sucesso em ambiente agrícola, e por isso tendem a desaparecer com o passar dos anos. São comuns em sistemas de agricultura migratória, e podem ser importantes nas áreas recém abertas de Cerrados no Brasil Central ou de Campos Nativos no sul do país.

Espécies *oportunistas* são aquelas capazes de se desenvolver e produzir sementes em condições as mais variadas. Normalmente são dotadas de grande plasticidade fenotípica, se reproduzem rapidamente, suas sementes apresentam dormência e podem ser dotadas de estruturas de dispersão eficientes. Tais espécies são as mais importantes invasoras de culturas no planeta, e sua dispersão geográfica acompanha as das culturas agrícolas. Exemplos típicos desse grupo oportunista são o carurus (*Amaranthus* spp.), o capim-marmelada e o capim-colchão (*Digitaria bicornis*).

Invasoras *especialistas* são aquelas capazes de ocupar nichos específicos, nos quais outras espécies têm dificuldade de se estabelecer. Tais nichos são criados pela intervenção humana. Em geral as espécies especialistas são pouco competitivas no início de seu ciclo, mas uma vez estabelecidas podem se tornar problemática. A guanxuma é uma típica especialista: o fato de tolerar solos compactados lhe confere uma vantagem sobre a cultura e sobre outras invasoras. O arroz-vermelho (*Oryza*

sativa) é outro exemplo clássico de invasora especialista, tornando problema apenas quando o arroz é cultivado em monocultura.

A grande vantagem em entender as invasoras como remanescentes, oportunistas e especialistas é que a classificação em si já produz as diretrizes para os programas de controle. Para as plantas remanescentes, em geral, o tempo resolve o problema. Para reduzir a pressão das espécies oportunistas, é preciso ocupar com outras plantas os nichos em que as oportunistas crescem. Por exemplo, ao se ocupar o terreno no inverno com plantas de cobertura, a produção de sementes de várias invasoras é prejudicada, reduzindo-se a intensidade da infestação nas safras seguintes.

Um controle eficiente das oportunistas exige que todos os nichos para o crescimento de plantas no tempo e no espaço sejam ocupados por plantas não-invasoras. Terraços para controle da erosão, beiras de cerca e de caminhos são espaços frequentemente esquecidos nos sistemas agrícolas, que podem funcionar como importantes fontes para a re-colonização dos terrenos pelas invasoras.

Comparativamente às oportunistas, a pressão das espécies especialistas é tecnicamente mais fácil de aliviar. A introdução de um sistema de rotação de culturas normalmente resolve boa parte do problema. A rotação é acompanhada de outros insumos e práticas agrícolas, que descaracterizam o nicho em que a invasora especialista se estabelece. Noutras palavras, a rotação causa descontinuidade na pressão de seleção que levou ao predomínio daquela espécie invasora.

Mas talvez a consequência mais importante de se abordar as espécies invasoras como remanescentes, especialistas e oportunistas, seja que a abordagem em si mesma direciona naturalmente o foco da atenção do agricultor e do técnico para os mecanismos através dos quais a espécie daninha ganha importância, revelando os pontos críticos no sistema de produção que podem ser atacados para seu controle.

Contudo, essa classificação não deixa de ter debilidades. Duas das mais importantes invasoras de pastagens no Centro-Sul do Brasil são o assa-peixe (*Vernonia* spp.) e o amarelinho (*Tecoma stans*), que, embora botanicamente distantes, têm em comum várias características ecológicas. Ambas têm sementes pequenas, dispersas a longas distâncias pelo vento, e ambas apresentam estruturas subterrâneas que armazenam reservas e, no caso de eliminação da parte aérea, são capazes de rebrotar vigorosamente.

As pequenas sementes, por sua limitada quantidade de reservas, têm baixa probabilidade de sucesso quando caem sobre uma pastagem bem manejada, que esteja

cobrindo bem o solo. Contudo, se caem sobre uma mancha de solo desnudo, comum em áreas sob pastejo excessivo, encontram espaço e luz para uma arrancada inicial, e, se houver tempo para formação de estruturas subterrâneas, serão de difícil eliminação. Seriam então o amarelinho e o assa-peixe mais bem entendidos como especialistas na ocupação de pastagens degradadas, ou oportunistas levadas pelo vento? Ambas interpretações podem ser sustentadas, o que mostra que o agrupamento em oportunistas e especialistas é arbitrário, como tantas outras linhas demarcatórias da classificação humana do mundo natural.

Contudo, a tentativa de classificação das espécies de plantas daninhas com esses critérios, mesmo no caso do amarelinho e do assa-peixe, apresenta a vantagem revelar onde está o ponto crítico para o controle. Neste caso a estratégia mais importante para a prevenção da infestação será o manejo cuidadoso do pasto de modo a evitar manchas de solo exposto. De qualquer modo, o foco deixou de ser a invasora, para ser o manejo do pasto.

A título de uma conclusão geral dessa discussão, importa salientar que as características biológicas *das plantas daninhas de terrenos arados* são de limitada importância para o controle das invasoras que predominam nos sistemas sem aração, e que *os herbicidas, como principal meio de controle, também estão atualmente entre os principais fatores de seleção da flora invasora*. Generalizando a partir dos exemplos do amendoim-bravo, do amarelinho e do assa-peixe, o controle duradouro e a baixo custo das invasoras requer o entendimento da biologia e da ecologia das invasoras e de sua interação com as culturas e com o manejo humano.

3- Estratégias de controle de plantas invasoras

Um fato inelutável para qualquer medida de controle é que, se aplicada de maneira isolada e continuada, essa medida perderá eficiência ao longo do tempo. A utilização de um mesmo herbicida modifica a flora daninha no sentido de aumentar as populações das espécies tolerantes e/ou resistentes ao produto utilizado. A manutenção de uma camada de palha espessa sobre o terreno reduz as populações das plantas de ciclo anual, de sementes pequenas, e de dormência quebrada pela luz, mas seleciona plantas perenes, capazes de manter órgãos de resistência sob a camada de palha.

Esses fenômenos se inscrevem num princípio fundamental da biologia que discutimos anteriormente, de que *a aplicação continuada de um fator de estresse sobre*

uma comunidade biológica ou uma população seleciona os tipos tolerantes ao fator aplicado. Duas das mais importantes plantas daninhas em áreas sob plantio direto são exemplos flagrantes dessa seleção: a guanxuma, que tem vigor para se tornar importante em solos compactados, e o amendoim-bravo, que se torna importante na soja em monocultura.

Os melhores contra-exemplos dessa seleção de nosso conhecimento vêm atualmente da produção orgânica de soja, particularmente no Sudoeste do Paraná. Nessa modalidade de produção, não se utilizam herbicidas e é obrigatória a rotação de culturas, havendo no máximo duas lavouras de soja a cada três verões. A observação é que, a partir do momento da conversão, as populações de guanxuma e de amendoim-bravo vão baixando. Simultaneamente à menor infestação por invasoras, costuma haver uma diversificação das espécies invasoras: mais espécies, mas cada qual com pequeno número de indivíduos.

Outro fator para formatação dos agroecossistemas onde se produz soja orgânica no Sudoeste do Paraná é a estratégia de impedimento na produção de sementes das invasoras. Nessa região, a pressão de invasoras cai fortemente após quatro ou cinco anos de ressemeadura impedida. Naturalmente, esse período de tempo é insuficiente para o esgotamento do banco de sementes de invasoras no solo, mas o fato observado faz crer que é o suficiente para a eliminação quantitativa daquelas sementes localizadas nos centímetros mais superficiais do solo, que são as que efetivamente produzem a infestação da lavoura.

De qualquer maneira, essa situação atual e real nos remete novamente à questão conceitual fundamental no manejo da flora daninha, quando se deseja reduzir o problema de invasoras ao longo do tempo: o foco do controle deve estar no banco de sementes no solo, não na cultura em crescimento. O foco apenas na cultura em crescimento condena o agricultor a uma luta eterna e acirrada contra as invasoras, na qual ele pode ser derrotado ao menor descuido.

E esse foco na cultura é natural, uma vez que o objetivo imediato da produção agrícola é colher a safra que está no campo. Esse foco na cultura em crescimento é a pedra angular da estratégia do controle de plantas daninhas em quase toda a agricultura moderna. Contudo, a limitação dessa estratégia está em que, mesmo quando flora daninha não causa perdas na cultura, ainda pode produzir uma quantidade de sementes suficiente para perpetuar a pressão da flora daninha em praticamente toda a área cultivada no planeta. Essa produção de sementes provém especialmente das populações

residuais de plantas, escaparam ao controle, e da emergência ou crescimento dessas plantas na entressafra. Estudando a produção de sementes de plantas de capim marmelada escapadas ao controle em soja e em milho, constatamos a produção de 10.000 a 12.000 mil sementes por m² com apenas duas plantas escapadas por m², sem que houvesse redução significativa no rendimento das culturas (Khatounian, 2004).

Uma prática agrícola muito potente no controle de invasoras é a cobertura morta, que pode ser acoplada à estratégia de redução do banco de sementes. Por assim dizer, a cobertura morta “desliga” a emergência das invasoras, reduzindo a pressão dessas plantas sobre a cultura, mesmo quando o banco do solo apresenta grande reserva de sementes. Uma palhada abundante constitui a âncora de planos de manejo integrando os métodos de prevenção com métodos culturais, físicos, biológicos e químicos de controle. Mas essa palhada é um objetivo quase impossível na maior parte das áreas sob plantio direto no Brasil.

Por isso, particularmente nas regiões onde não se consegue acumular palhada, o esgotamento do banco de sementes, além da prevenção da ressemeadura, requer a ocupação de todos os nichos em que as plantas daninhas possam produzir sementes, tanto ao longo do ano quanto ao largo do espaço agrícola. Isso implica em perseguir o difícil objetivo de ter o terreno coberto 365 dias por ano com cobertura verde.

Nesse ponto, convém lembrar que os benefícios da cobertura do solo em tempo integral vão além do controle de invasoras. A cobertura verde contribui para a retenção de nitrogênio e de potássio no sistema, reduz os danos da erosão pela chuva e das altas temperaturas pelo sol direto, e produz biomassa para alimentar os organismos benéficos do solo. Na entressafra, a cobertura verde transforma a luz, a água e os nutrientes disponíveis em biomassa, que pode ter uso econômico direto ou ser utilizada para alimentar o próprio solo.

Naturalmente, um planejamento de rotação de culturas com cobertura total do terreno e em tempo integral encontra limitações de várias ordens: econômicas, de maquinário, de disponibilidade de sementes, de maior complexidade administrativa, de estruturas de armazenamento e beneficiamento etc. Todas essas limitações precisam ser consideradas, como subsídio para a melhor decisão possível num contexto agrícola regional e individual.

Do ponto de vista do conhecimento hoje disponível, seria desonesto de nossa parte anunciar maravilhas de preço baixo, fáceis de usar e de sucesso garantido. A composição e a densidade da flora invasora nos sistemas agrícolas resultam de nossas

decisões de manejo. Tais decisões podem tanto acirrar como aliviar sua pressão sobre as plantas de cultura.

À guisa de conclusão

Numa simplificação extrema, mas necessária nessa altura do texto, poder-se-ia enunciar de maneira sucinta as idéias chaves para um controle de plantas invasoras nos sistemas agrícolas à luz dos conhecimentos atuais da agroecologia:

1- as plantas invasoras ocupam nichos que são criados pelo modo como o sistema é manejado;

2- qualquer padrão de controle simplificado, se aplicado repetidamente ao longo do tempo, seleciona as espécies invasoras que lhe escapam;

3- essa seleção pode ser evitada interrompendo-se o processo através de um plano de ocupação do terreno com culturas e práticas de controle que atuem de modo distinto sobre as plantas invasoras;

4- o foco das medidas de controle deve ser o banco de sementes do solo;

5- as plantas escapadas ao controle e/ou que crescem na entressafra produzem sementes suficientes para perpetuar a infestação, de modo que a política de prevenção de ressemeadura é uma pedra angular para o esgotamento do banco de sementes;

6- para se fechar o cerco às invasoras, é preciso perseguir o objetivo de cobrir o terreno com plantas verdes durante todo o ano, de modo que os fatores de produção vegetal sejam transformados em biomassa da espécie de cobertura, e não em novos depósitos de sementes de invasoras no banco do solo.

Certamente esse pequeno conjunto de idéias chaves não é uma solução fácil nem barata, mas é o que de melhor os autores desse texto podem oferecer como subsídio para a formulação de programas integrados de controle de plantas invasoras em bases biologicamente realistas e duradouras.

4- Literatura citada

- KHATOUNIAN, C. A. **Weed control in no-till organic soybean in southern Brazil.** Iowa State University for Science and Technology. Ames, 2004. 108p.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. Euphorbia heterophylla L. In: **Plantas infestantes e nocivas.** 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. T. 2. p 792-798.
- LIEBMAN, M. Weed management: a need for ecological approaches. In: **Ecological management of agricultural weeds.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p1-30.
- MEDEIROS, G. B. de; CALEGARI, A. Rotação de culturas. In: CASÃO JR., R. et al. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade.** Londrina: IAPAR, 2006. p 165-141.
- MELANDER, B. O; RASMUSSEN, I. A.; BÀRBERI, P. Integrating physical and cultural methods of weed control - examples from European research. **Weed Science.** v. 53, n. 3, p 369-381, 2005.
- MOHLER, C. L. Mechanical management of weeds In: **Ecological management of agricultural weeds.** Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p139-209.
- 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: SBHED, 1984. p 37.
- SKORA NETO, F.; PASSINI, T.; RODRIGUES, B. N. Manejo de plantas daninhas In: CASÃO JR., R. et al. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade.** Londrina, IAPAR, 2006. p 143-155.
- WILSON, R. G.; KERR, E. D.; NELSON, L. A. Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. **Weed science,** v. 33, n. 2, p. 171-175, 1985.