

FERALIDADE VEGETAL E TRANSGENÍESE

Evolução adaptativa das plantas invasoras

Robinson Antonio Pitelli

Professor Titular
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
UNESP, Jaboticabal
pitelli@fcav.unesp.br

Maria do Carmo Morelli Damasceno Pavani

Professor Assistente Doutor
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
UNESP, Jaboticabal
mcaro@fcav.unesp.br

Imagem cedida pelos autores

O desenvolvimento de populações ferais sempre ocorreu ao longo do processo de evolução da civilização humana. São populações animais ou vegetais com algum grau de domesticação, que retornam à vida selvagem, melhor dizendo, para uma condição em que sobrevivem por seus próprios atributos, sem necessidade da tutoria do homem. Há vários exemplos de populações ferais no Brasil como o porco-monteiro, cães e gatos ferais que vivem no Parque Nacional de Brasília e o pássaro bico-de-lacre.

O conceito de população feral pode ser aplicado às espécies vegetais exóticas já domesticadas e introduzidas com fins agrícolas, ornamentais ou para pastagens e que passam a invadir outras áreas com atividades humanas e reservas naturais. O exemplo mais flagrante e recente é o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), introduzida de Uganda como pastagem bastante rústica e que seria capaz de viabilizar

a pecuária nas regiões de solos mais pobres da zona dos cerrados. A introdução foi bem sucedida, o propósito da introdução foi alcançado e a pecuária cresceu em muitas destas regiões, gerando oportunidades e riqueza. Sua dispersão ocorreu rapidamente, parte pelo homem que expandiu suas áreas de plantio com esta pastagem e parte por agentes naturais de dispersão, incluindo animais. Esta planta é típica do estágio clímax de pradaria na África e possui uma série de formas de interferência sobre o crescimento de plantas de porte arbóreo e arbustivo. Assim, hoje constitui uma das principais plantas daninhas das culturas florestais e de pomares de fruteiras tropicais e sub-tropicais e, além disso, constitui importante fator de redução da biodiversidade em reservas de cerrados. Nos Parques Nacionais de Brasília e de Emas, esta gramínea exótica está substituindo a flora rasteira nativa, simplificando as redes alimentares e, em consequência, reduzindo a biodiversidade total do sistema.

No entanto, a grande preocupação com populações vegetais ferais no Brasil apenas foi ressaltada após a possibilidade de introdução de plantas transgênicas. Sempre houve moderada preocupação com a introdução de algumas plantas exóticas, principalmente aquelas que sabidamente causam problemas em outros locais como *Striga* spp, *Orobanche* spp, *Rottboellia exaltata*, *Hydrilla verticillata* e outras. Menores preocupações têm sido dedicadas com plantas com propriedades medicinais, agrícolas e ornamentais.

Com a introdução de culturas transgênicas há a preocupação relacionada à formação de população feral dentro da própria espécie geneticamente modificada. Com novos atribui-

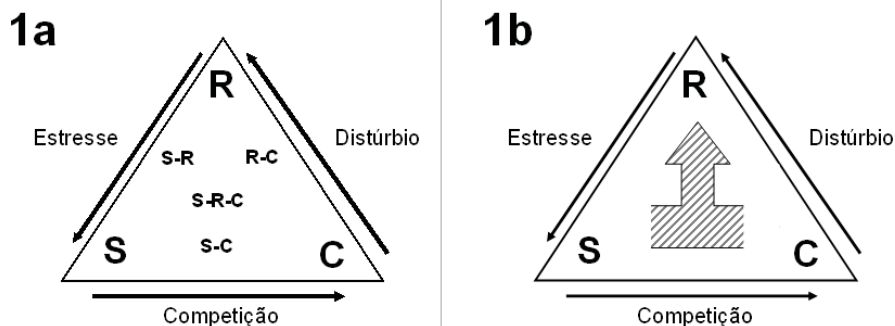


Figura 01 – Modelo esquemático triangular das relações entre as intensidades do distúrbio, estresse e ambiente de competição e as relativas estratégias adaptativas desenvolvidas pelas populações vegetais e as tendências induzidas pela agricultura para formação das plantas infestantes de agroecossistemas. (Adaptado de Grime (1989)).

Tabela 01 - Intensidades de distúrbio e de estresse passíveis de ocorrer na natureza e tipos de estratégia adaptativa desenvolvidas pelas plantas superiores (Grime, 1979)

| Intensidade do distúrbio | Intensidade do estresse | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | Baixa | Elevada |
| Baixa | Competidoras (C) | Tolerantes ao estresse (S) |
| Elevada | Ruderais (R) | Sem estratégia viável |

tos ecofisiológicos recebidos pela transgênese estas plantas poderiam perpetuar suas populações sem intervenção do homem, passando invadir outros agroecossistemas ou áreas de vegetação nativa. A segunda preocupação importante é que com o fluxo gênico das plantas cultivadas para algumas espécies nativas ou invasoras, estas mudassem seu "fitness" tanto para as pressões bióticas como abióticas e tivessem alterações expressivas em suas características de rusticidade, invasividade e de competitividade tornando-se mais agressiva na ocupação dos vários segmentos destinados à colonização vegetal.

Para melhor discussão deste tema é interessante destacar algumas características importantes de populações com grande capacidade de colonização. A grande possibilidade de que uma cultura anual transgênica desenvolva a condição de população feral é a de que adquira características de plantas pioneiras, salvo algumas espécies perenes, especialmente de hábito arbóreo.

Perpetuação das populações vegetais em ambientes sob ação antrópica

No desenvolvimento das plantas pioneiras, as adaptações envolveram características importantes para a perpetuação e expansão das espécies, como (i) elevada produção de diásporos; (ii) capacidade de produção de diásporos em larga faixa de condição ambientais; diásporos dotados de (iia) adaptações para disseminação a curta e a longa distância, (iib) diversos e complexos mecanismos de dormência, (iic) elevada longevidade; (iid) desuniformidade no processo germinativo; e (iie) capacidade de germinação em muitos ambientes. Capacidade de (iii) produção contínua de diásporos pelo maior tempo que as condições permitirem; (iv)

desuniformidade nos processos de florescimento, frutificação, brotação de gemas em tubérculos, bulbos ou rizomas; (v) rápido crescimento vegetativo e florescimento; (vi) produção de estruturas reprodutivas diversas; (vii) plantas auto-compatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas; (viii) quando alógama, utilização de agentes de polinização inespecíficos ou o vento; (ix) utilização de processos especiais de competição pela sobrevivência como alelopatia, hábito trepador e outros. Se perene, (x) vigorosa reprodução vegetativa ou regeneração de fragmentos e (xi) fragilidade na região do colo, de modo não poder ser arrancada totalmente do solo. Todas estas características conferem alta capacidade de sobrevivência destas plantas em muitos ambientes, especialmente naqueles com poucas limitações de recursos e elevado distúrbio.

Plantas com grande parte destas características são pioneiras importantes, tem grande capacidade de colonização de áreas onde, por algum motivo, a vegetação original foi parcial ou totalmente deslocada e estão incluídas entre as plantas invasoras, especialmente as de agroecossistemas. É importante ressaltar que a própria prática da agricultura colaborou para o aprimoramento desta característica de invasividade de algumas populações vegetais.

A agricultura evoluiu sempre visando estabelecer condições ótimas ao crescimento vegetal para assegurar excelente desempenho das plantas cultivadas em seu desenvolvimento e produtividade. Assim foram desenvolvidos sistemas de semeadura ou plantio que assegurasse uma distribuição equitativa da luz, água e nutrientes para as plantas cultivadas, épocas de semeadura que assegurassem boa disponibilidade de luz e água nas etapas críticas do crescimento das plantas e outras. Todas estas práticas também

favoreceram sobremaneira as plantas pioneiras que passaram a conviver e se adaptar às práticas impostas pelo homem ajustando, dentre outros atributos eco-fisiológicos, o fluxo de germinação e emergência dos diásporos, o comprimento do ciclo de desenvolvimento e as formas de dispersão dos propágulos. Assim, com os anos de

agricultura, as plantas pioneiras alteraram alguns atributos permitindo que suas populações fossem paulatinamente se especializando na colonização de agroecossistemas. Assim, a maioria das plantas daninhas importantes dos cultivos não existia em sua forma atual antes do advento da agricultura (Fernandez, 1974). Como na natureza reconhece-se o desenvolvimento de ecotipos fotoperiódicos (Olmsted, 1944) e ecotipos edáficos (Wilkins, 1960) é razoável considerar que as plantas invasoras representam ecotipos agrícolas, com um caráter regional ou limitado a um ou vários cultivos (Fernandez, 1974).

A evolução da estratégia de colonização das plantas

Grime (1979) considera que são dois os fatores externos que determinam a estratégia adaptativa das plantas: o estresse e o distúrbio. O estresse se refere aos fenômenos que limitam o desempenho fotossintético e de crescimento das plantas como as limitações de luz, água e nutrientes essenciais e disponibilidade de espaço para o crescimento das raízes. O distúrbio se refere à destruição parcial ou total da vegetação e pode ser resultado de pressões bióticas como a predação e parasitismo ou abióticas não periódicas como tempestades de vento, fogo, erosão do solo. O mais destacado distúrbio dos tempos modernos é causado pelas atividades do homem no preparo do solo, queima de restos culturais e outras relacionadas às suas atividades agrícolas.

As intensidades destes dois fatores externos podem variar no ambiente, desde brandas até elevadas, provendo situações diversas para adaptação das plantas superiores. Na Tabela 01 estão apresentadas quatro combinações de situações extremas de variação destes fatores.

A primeira condição a ser consi-

derada constitui ambiente com elevadas intensidades de distúrbio e de estresse. Nesta situação, Grime (1989) considera que não há possibilidade de uma estratégia de colonização que seja viável para ser desenvolvida pelas plantas superiores, pois com distúrbio freqüentes as plantas deveriam ter rápido ciclo para reposição do estoque de indivíduos, o que é inviabilizado pelas restrições do meio. Nesta condição, há colonização por organismos inferiores.

Em situações de elevado estresse e baixo distúrbio a estratégia desenvolvida pelas populações é chamada de "tolerância ao estresse" e as plantas são designadas por estrategista **S** ou tolerantes ao estresse. Estas plantas têm que apresentar características adaptativas adequadas para regulação do crescimento em ambientes com muitas restrições ao desenvolvimento vegetal. A plasticidade fenotípica e as adaptações especiais para sobrepujar as limitações impostas pelo meio são as principais características desenvolvidas por plantas estrategistas **S**.

Em situações de elevado distúrbio e de baixo estresse, as plantas desenvolvem característica adaptativa chamada **R** ou ruderal. As plantas têm que sobreviver aos freqüentes distúrbios em um ambiente com boa disponibilidade de recursos que podem propiciar rápido crescimento e desenvolvimento dos indivíduos. A principal estratégia desenvolvida por estas plantas é um eficiente e rápido sistema reprodutivo e a formação de denso e persistente banco de diásporos que propicia uma re-colonização rápida e consistente do solo tão logo o distúrbio é terminado.

Em situações de baixos distúrbio e estresse, as plantas apresentam mecanismo adaptativo denominado por estrategista **C** ou planta competidora. Por competição se deve entender a tendência de plantas vizinhas de utilizar os mesmos recursos que são limitados no ambiente de colonização. Estas plantas maximizam a locação de recursos no crescimento vegetativo e apresentam arquitetura que as capacitam a ocupar mais eficientemente os recursos do meio e se estabelecer de forma consistente.

Considerando a evolução de uma comunidade vegetal, as ruderais seriam as plantas com características pioneiras, as quais seriam substituídas pelas competidoras determinando o estágio intermediário da sucessão eco-

lógica. As competidoras, depois de estabelecidas, seriam suplantadas pelas plantas tolerantes ao estresse, as quais de forma lenta e contínua cresceriam sob as limitações impostas pelas estrategistas **C** e se estabeleceriam no estágio considerado clímax.

Grime ainda dispôs as estratégias adaptativas em um modelo triangular visando descrever as várias situações intermediárias de estresse, distúrbio e competição (Figura 01a). Este modelo triangular será extremamente útil para o entendimento dos efeitos da agricultura no mecanismo evolutivo das plantas infestantes de agroecossistemas.

As práticas agrícolas sempre buscavam preparar o ambiente da lavoura para favorecer o crescimento das plantas cultivadas. As práticas correntes eram o preparo do solo com aração, gradagem, cultivos freqüentes; a queima de restos culturais, a correção da acidez, a imobilização de elementos tóxicos como o alumínio e o manganês, fertilização com elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas e irrigação. Enfim, uma grande variedade de intervenções que impunham grande freqüência e diversidade de distúrbios e reduzem drasticamente as limitações ao crescimento vegetal. Este tipo de manejo do agroecossistema propiciava as condições ambientais para o desenvolvimento e aprimoramento de plantas com características ruderais (Figura 01b).

Para a sobrevivência neste ambiente altamente perturbados as plantas infestantes de agroecossistemas as plantas desenvolveram certos ajustes eco-fisiológicos aos níveis de indivíduos e de populações, que atualmente são chamados de características de agressividade das plantas daninhas. No entanto, estas características visam garantir a perpetuação das espécies no ambiente agrícola e é condicionada por uma integração entre a capacidade de mudança de cada indivíduo e os processos em longo prazo que, ao nível de população, garante flexibilidade adaptativa da espécie frente a eventuais mudanças do meio ou aos fenômenos que inexoravelmente ocorrem em condições naturais em todo ecossistema através do tempo (Fernandez, 1974).

Uma tendência diferente ocorreu para as plantas cultivadas. Com a domesticação os fatores de agressividade foram sendo eliminados pelo melhoramento genético. Foram

eliminadas: a desuniformidade dos processos germinativo, de florescimento e de frutificação, a facilidade de dispersão dos diásporos, a arquitetura da planta e outras características que acabaram por tornar as plantas domesticadas extremamente dependentes a tutoria humana.

Há grande preocupação de que a hibridação introgressiva de plantas infestantes com plantas transgênicas possa gerar plantas daninhas altamente problemáticas na agricultura. A possibilidade de produção de híbridos existe, mas depende de uma série de fatores. Além disso, as variações dos ajustes eco-fisiológicos, rusticidades e agressividades destes híbridos dependerão também de outra série de fatores.

O fluxo gênico entre plantas cultivadas e plantas infestantes depende da presença de compatibilidade genética, da coincidência, pelo menos parcial, do período de florescimento e da presença de agentes comuns de polinização.

Várias plantas cultivadas têm espécies de plantas infestantes relacionadas e que há possibilidade real de fluxo gênico, como a alface (*Lactuca sativa*) e a alface-selvagem (*Lactuca serriola*), a aveia (*Avena sativa*) e a aveia-selvagem (*Avena fatua*), a abóbora (*Cucurbita pepo*) e a abóbora-selvagem (*Cucurbita texana*), dentre outras. Muitas espécies cultivadas têm seus ancestrais selvagens que permaneceram infestando agroecossistemas, como a alfafa e a alfafa-selvagem (*Medicago sativa*), cenoura e cenoura-selvagem (*Daucus carota*), a chicória e chicória-selvagem (*Chicorium intybus*) e o arroz (*Oryza sativa*). O fluxo gênico e formação de híbridos entre estes biótipos e espécies ocorrem e são bem documentados.

Algumas culturas foram bastante estudadas quanto a troca de genes com plantas infestantes aparentadas. A canola (*Brassica napus*), embora apresente elevada taxa de autopolinização, tem a possibilidade de polinizar plantas infestantes da família Brassicaceae. Chèvre et al (1999) observou que a nabiça (*Raphanus raphanistrum*) é a planta infestante com maior taxa de polinização de plantas de canola, quando comparado com outras brássicas infestantes. Em condições de campo, a taxa de hibridação foi bastante baixa, quando se analisou o fluxo da canola para a nabiça. No entanto, quando se avaliou

a situação oposta observaram maior taxa de hibridação da nabiça para a canola. Estes resultados estão de acordo com resultados citados por Baker (1965) em que há a formação de uma linhagem de rabanete selvagem (*R. sativus*) pela introgressão de genes da nabiça (*R. raphanistrum*). Chèvre et al (1997), em experimento anterior, não havia observado a transferência da transgênese da canola para a nabiça. Mais tarde, Chèvre et al (1998) observaram que a transmissão da tolerância ao herbicida variava de acordo com o lócus.

Várias culturas agrícolas são totalmente exóticas no seu ambiente de cultivo, e não têm parentais selvagens. Neste caso, a possibilidade do surgimento de uma planta infestante híbrida é bastante remota. A soja (*Glycine max*) é uma planta exótica no Brasil e, pelos estudos efetuados e pela experiência prática, não têm parentais selvagens em que haja fluxo gênico. É importante destacar que para ocorrência de hibridação introgressiva é necessário que haja a fecundação, ocorra a produção de um híbrido fértil e que este novo genótipo seja capaz de trocar genes com as duas espécies parentais.

A possibilidade de fluxo gênico de plantas cultivadas para plantas infestantes nas condições brasileiras depende bastante da planta cultivada e do local de seu cultivo. Por exemplo, o cultivo de plantas de sorgo (*S. bicolor*) em áreas infestadas com *S. halepense* e *Sorghum arundinaceum* pode proporcionar esta possibilidade. Embora de pequena expressão, a canola é uma cultura desenvolvida em algumas regiões do sul do Brasil, onde há uma série de plantas infestantes aparentadas como o *R. raphanistrum*, *Brassica rapa*, *R. sativus*, *Rapistrum rugosum*, *Sinapsis arvensis* e outras. Há a possibilidade de fluxo gênico neste caso.

Há uma grande preocupação do fluxo gênico de plantas transgênicas de algodão (*Gossypium hirsutum*) para plantas de *Gossypium barbadense* e *Gossypium mustelinum*. É importante destacar que tratam-se plantas silvestres nativas e não são infestantes de agroecossistemas. Por isso, esta preocupação será tratada em outro capítulo desta obra.

As conseqüências do fluxo gênico da planta transgênica no comportamento futuro da planta infestante têm gerado inúmeras preocupações. Estas conseqüências dependem a planta

infestante envolvida, da característica da transformação genética inserida e do ambiente de colonização da planta infestante. No entanto, no caso de fluxo gênico efetivo, o fator mais importante no comportamento e na adoção de medidas mitigatórias é o evento da transformação genética.

Em eventos de transformação genética para tolerância à substâncias xenobióticas, como é caso de herbicidas, o fluxo gênico deverá conferir tolerância da planta infestante aos produtos. Com a utilização sistemática do herbicida na área cultivada, o genótipo geneticamente modificado da planta infestante passará a ser selecionado e, após algumas gerações, sua população não mais será afetada pelo produto. Nesta condição, algumas opções de solução do problema são possíveis: (i) a volta ao sistema antigo de manejo das plantas infestantes empregado antes da introdução da variedade transgênica ou (ii) a introdução de um produto específico para a planta infestante que adquiriu tolerância ao herbicida em combinação com o herbicida utilizado. Esta última opção tem algum grau de dificuldade em ser empregada, pois se a planta infestante é geneticamente tão próxima da planta cultivada a ponto de ocorrer fluxo gênico, o herbicida que afetar seu crescimento ou sobrevivência também poderá afetar a cultura. É claro que existem muitas modalidades de seletividade dos herbicidas que tornam possíveis estas combinações, como é o caso da seletividade toponômica, mas as opções se tornam menos numerosas e de mais difícil aplicação. Para esta modalidade de transformação genética, o fluxo gênico tem maior probabilidade de ser prejudicial à entidade detentora da tecnologia, pois a vantagem econômica da adoção de planta transgênica poderá ser reduzida.

Para plantas geneticamente modificadas para resistência a insetos, o fluxo gênico deverá conferir uma redução da pressão biótica dos inimigos naturais da planta infestante que são sensíveis à toxina codificada pelo gene transferido. Estas plantas, se não houver efeitos pleiotrópicos que afetem seu desempenho eco-fisiológico, deverão ser favorecidas pela menor pressão de predação e, provavelmente, irão assumir maior importância relativa na comunidade infestante. Por outro lado, é importante considerar que as pressões bióticas são estabelecidas

num processo co-evolutivo. Assim, as populações de insetos afetados pela toxina, passarão a sofrer um processo de seleção e, com grande probabilidade, poderão desenvolver tolerância à toxina e voltar a preda a planta infestante. Com a volta da situação regular de pressões bióticas, a importância da planta infestante na comunidade tenderia a voltar à condição original. A rotação de cultura e a manutenção de áreas-refúgio, consideradas com importantes medidas mitigatórias para prevenção do desenvolvimento da resistência dos insetos às plantas transgênicas, teriam efeito pouco expressivo no caso das plantas infestantes que sofreram fluxo gênico, pois estas irão permanecer na área como colonizadoras espontâneas. Embora, o fluxo gênico desta modalidade de transformação genética confira uma tolerância à uma pressão biótica do meio, esta vantagem tende a ser transitória e não é suficiente para produzir uma "super-planta daninha", uma vez que tolerância a pressões bióticas é um dos quesitos necessários para uma planta pioneira bem sucedida, como já foi discutido no item três deste capítulo. Este comportamento deverá ser similar para eventos de resistência à fitopatógenos.

Considerando as plantas geneticamente modificadas para tolerância a fatores abióticos, aparentemente o fluxo gênico para plantas infestantes deverá ter maior importância na história evolutiva posterior da sua população. Para os fatores abióticos não há a processo co-evolutivo que atuaria anulando a vantagem competitiva da planta infestante geneticamente modificada. As pressões contrárias ao novo genótipo poderão ser proporcionadas pela reação da comunidade infestante em relação a uma espécie que passará a ocupar maior espaço e mobilizar mais recursos do meio, uma vez que esta espécie passaria ser menos afetada por fatores limitantes. As reações ao nível de comunidade geralmente são menos drásticas e relevantes que as reações à pressões bióticas diretas. É importante ressaltar que plantas infestantes que adquirirem maior tolerância a estresse hídrico, por exemplo, poderão invadir ambientes ou se desenvolver em épocas do ano em que não ocorriam, alterando as dinâmicas das respectivas comunidades. Este é um caso típico de transformação genética de uma planta infestante que pode alterar permanentemente seu

status, seus limites da distribuição geográfica, suas épocas e habitats de colonização e pode contribuir para aumentar a rusticidade da população. É a situação que mais se aproxima de uma expressiva vantagem de uma população de planta infestante como decorrência do fluxo gênico de uma cultura transgênica..

Outras modalidades de eventos de transformação genética que podem alterar a história evolutiva das plantas infestantes pelo fluxo gênico seriam algumas modificações do comportamento fisiológico da planta, como uniformidade de florescimento, maturação e conservação pós-colheita dos frutos. A resposta da planta para estes tipos de transformação genética normalmente depende de uma série de interações bioquímicas que dificilmente ocorreriam com a mesma expressão numa outra espécie que viesse a receber o gene. Caso o fluxo gênico produzisse o mesmo comportamento, estaria comprometendo o sucesso da população como planta infestante, por proporcionar tendência no sentido contrário à evolução adaptativa comentada nos itens 2 e 3 deste capítulo.

Para outras modalidades de transformação, como a produção de fármacos, o fluxo gênico poderia promover alguns impactos nas populações das plantas infestantes geneticamente modificadas. No entanto, se trataria da inclusão de maior tolerância a pressões bióticas e o comportamento poderá muito próximo ao previsto para plantas resistentes a insetos e fitopatógenos.

Considerações finais

No seu processo evolutivo, as plantas infestantes de agroecossistema desenvolveram características que garantem a perpetuação das espécies no ambiente agrícola e são condicionadas pela integração entre a capacidade de mudança de cada indivíduo e os processos em longo prazo que, ao nível de população, garante flexibilidade adaptativa da espécie frente a eventuais mudanças do meio ou aos fenômenos que ocorrem na natureza no decurso do tempo. Estas características são tão variadas e especializadas que a simples inserção de um gene seria de pouca relevância tanto ao nível individual como da população, por mais efeitos pleiotrópicos que esta inserção possa promover.

Sem dúvida, a inserção de uma nova característica pelo fluxo gênico pode proporcionar vantagens ou desvantagens a uma população de planta infestante. Estas vantagens podem ser transitórias ou permanentes, mas a própria descontinuidade do processo agrícola em decorrência de preços, demanda de mercado, introdução de novas tecnologias e culturas, propicia um grande obstáculo para que estas vantagens possam elevar o status da população na condição de planta infestante de forma permanente.

No caso específico de culturas transgênicas para tolerância aos herbicidas, o uso periódico e prolongado de um herbicida pode promover seleção de flora ou desenvolvimento de resistência em algumas populações de plantas daninhas. Estes dois fenômenos não estão relacionados exclusivamente à utilização de plantas transgênicas. Pitelli (1993) comenta a forte seleção de flora ocorrida nos estados do sul do Brasil pelo uso periódico e continuado da seqüência de culturas de soja, com a utilização dos herbicidas metribuzin e trifluralin, e de milho, com o uso de triazinas para o controle de plantas infestantes na década de 80. Este manejo agrícola proporcionou uma expressiva seleção de *Euphorbia heterophylla* e *Brachiaria plantaginea*.

O desenvolvimento de populações de plantas infestantes resistentes aos herbicidas é um fato recente, mas com grande expressão no Brasil que apresenta populações de *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa* e *Sagittaria montevidensis* resistentes aos herbicidas inibidores de ALS, populações de *B. plantaginea* e de *Digitaria ciliaris* resistentes aos herbicidas inibidores da ACCase, para os quais não há qualquer cultura transgênica no Brasil. A seleção de flora e o desenvolvimento de resistência aos herbicidas tratam-se de respostas das populações e das comunidades infestantes, respectivamente, à pressão de seleção representada pelo herbicida.

Finalmente, a possibilidade de fluxo gênico das plantas infestantes existe, é um risco controlável e com conseqüências diversas dependendo do evento de transformação genética. Medidas mitigatórias podem ser empregadas e as possibilidades do surgimento de uma "super-planta-daninha" é extremamente remota e improvável.

Bibliografia consultada

- Baker, H.G. Characteristics and modes of origin of weeds. In: Baker, H.G. & Stebbins, G.L. (Ed.) **The genetics of colonizing species**. New York, Academic Press, 1965.
- Chèvre, A.M.; Eber, F.; Baranger, A. & Renard, M. Gene flow from transgenic crops. **Nature**, n.389, p.924, 1977.
- Chèvre, A.M.; Eber, F.; Baranger, A.; Hureau, G.; Barret, P.; Picault, H. & Renard, M. Characterization of backcross generations obtained under field conditions from oil seed rape- wild radish F1 interspecific hybrids: an assesment of transgene dispersal. **Theoretical and Applied Genetics**, v.97, p. 90-98, 1988.
- Chèvre, A.M.; Eber, F.; Darmency, H. & Renard, M. Last results concerning gene flow from transgenic oilseed rape to wild radish. International Rapeseed Congress, 10^o, Canberra, 1999. **Proceedings**.
- Fernandez, O. Las malezas y su evolution. **Ciência y Investigation**, p. 49-60, 1979
- Grime, J.p. **Plant strategies and vegetation processes**. New York, John Wiley & Sons, 1979
- Olmsted, C.E. Growth and development in range grasses. IV Photoperiodic responses in twelve geographic strains of oats grama. **Botanical Gazzete**, v.106, p. 46-74, 1944.
- Pitelli, R.A. Weed-soybean interference studies in Brazil. In: Cooping, L.G.; Green, M.B.; Rees, R.T. **Pest Management in Soybean**. London, Elsevier Publishers Ltd., 1991. p.282-289.
- Wilkins, D.A. The measurement and genetical analysis of lead tolerance in *Festuca aestiva*. **Report of the Scotland Plant Breeding Station**, p. 85-98, 1960.