

O CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS E A SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA

Flavio Moscardi

A sustentabilidade ecológica de sistemas agrícolas, face à predominância em várias regiões do Brasil, de áreas extensivas de monocultivos para a produção de grãos, tem-se tornado uma preocupação crescente dos setores envolvidos, principalmente os de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, de assistência técnica, de organizações não governamentais e mais recentemente da sociedade em geral. Nesse contexto, o controle de pragas tem sido realizado, predominantemente, com o emprego de insumos químicos, na maioria de amplo espectro de ação e elevada toxicidade ao homem, a outros vertebrados e à fauna benéfica extensiva. Além disso, o uso desses produtos pode implicar contaminação do solo e de águas. Portanto, torna-se relevante discutir técnicas que possam ser empregadas em sistemas de cultivo extensivo, de forma a minimizar os impactos negativos ao ambiente, decorrentes de práticas de controle de pragas.

Introdução

Os sistemas de produção agrícola do Brasil, com raríssimas exceções, estão embasados no aumento da produção e produtividade, visando, principalmente, a sustentabilidade econômica do agronegócio, com muito menor ênfase à sustentabilidade ecológica ou ambiental. Essa visão, infelizmente, grassa na maioria das regiões que envolvem áreas extensivas de monoculturas (soja, milho e algodão, dentre outras). Sem dúvida, não há sustentabilidade de um sistema de produção que não seja economicamente viável. Entretanto, a médio e longo prazo, uma atividade economicamente viável poderá deixar de sê-lo, caso ocorra a degradação do meio ambiente. Conquanto algumas práticas conservacionistas, como o plantio direto na palha, tenham contribuído para solucionar alguns problemas como erosão e perda de qualidade do solo, há lacunas importantes em vários sistemas agrícolas, principalmente quanto ao uso excessivo e até crescente de agroquímicos para o controle de plantas daninhas, fitopatógenos e insetos. Em áreas extensivas de monocultivos, os problemas fitossanitários e ambientais têm sido agravados pela introdução, no país, de insetos e fitopatógenos, adaptação de insetos indenes às culturas (como a soja, por exemplo, com a rápida expansão dessa cultura para o Centro-Oeste, Norte e Nordeste), desequilíbrio causado pelo uso freqüente e excessivo de produtos fitossanitários de amplo espectro, poluição do solo e águas, aumento dos casos de resistência de pragas a inseticidas, fungicidas e herbicidas químicos, quase que ausência de rotação de culturas, cultivos subseqüentes com a mesma cultura em uma mesma área (exemplo, milho safrinha após milho de safra normal), dentre outros aspectos.

Não se pode esperar que a presente situação de desequilíbrio ambiental, característica dos monocultivos extensivos, com baixa diversidade de flora e fauna, possa ser alterada rapidamente. Afinal, o modelo econômico ditado pela globalização determina a busca pela competitividade através do aumento da produção e produtividade, com o conseqüente incremento da utilização de insumos químicos, em contraposição a um modelo mais racional de exploração da atividade agrícola, que leve em conta os aspectos ambientais e socioeconômicos.

No que tange ao controle das pragas, existem várias técnicas desenvolvidas em diferentes instituições de pesquisa e que podem contribuir para minimizar o impacto de medidas de controle sobre o ambiente. Nesse contexto, o

programa de manejo integrado de pragas (MIP) da soja será utilizado como referência, por ser considerado um dos mais bem sucedidos exemplos de implantação de técnicas que têm o potencial de reduzir o impacto ambiental de agroquímicos em sistemas de produção da cultura. Embora o conceito de MIP envolva ações contra as diferentes classes de pragas (plantas invasoras, fitopatógenos e insetos), o presente trabalho, sem o intuito de ser exaustivo, concentrar-se-á nos insetos, pelo fato da maioria das iniciativas terem sido desenvolvidos para essa classe de praga. Será feita uma análise resumida de sistemas agrícolas conduzidos em áreas extensivas, discutindo-se na seqüência diferentes técnicas de MIP para amenizar os impactos ambientais do controle de pragas.

Características de agroecossistemas e sustentabilidade ecológica quanto ao controle de pragas

Altieri¹ discute a necessidade de energia para sustentar um nível desejado de estabilidade da produção, bem como os padrões ecológicos de diferentes agroecossistemas. Aqueles baseados em monoculturas anuais, exigem grande gasto de energia para a produção (principalmente insumos químicos não renováveis), são de baixa estabilidade ecológica e diversidade genética, apresentando elevado índice de intervenção humana e menor nível de controle natural das pragas (por predadores, parasitoides e entomopatógenos), em relação aos outros tipos de agroecossistemas. É óbvio que as intervenções cada vez maiores para o controle de pragas com agroquímicos, exigidas em sistemas de produção extensiva de monoculturas e, dada a sua instabilidade, promovem e promoverão contínua degradação ambiental, caso não sejam adotadas estratégias de longo prazo. Em brilhante entrevista à *Revista Cultivar*, o reconhecido entomologista Marcos Kogan² enfatiza que “a sustentabilidade dos sistemas é uma necessidade tanto de sociedades ricas quanto pobres”. Continuando, cita a definição dada pela Sociedade Americana de Agronomia para agricultura sustentável: “é aquela que, no longo prazo, melhora a qualidade do ambiente e dos recursos básicos dos quais depende a agricultura; atende as demandas de fibras e alimentos; é economicamente viável; e melhora a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade como um todo”. Ainda menciona cinco princípios básicos para o manejo sustentável do agroecossistema: 1) uso prudente dos recursos renováveis ou recicláveis; 2) proteção à integridade dos sistemas naturais,

¹ ALTIERI, M. A. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Boulder, CO: Westview Press, 1987.

² KOGAN, M. Entrevista sobre “Pragas: biodiversidade e controle”. *Revista Cultivar*, 3(35): 26-27, 2002.

de maneira que os recursos naturais sejam continuamente regenerados; 3) melhoria da qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades; 4) viabilidade do ponto de vista econômico; 5) basear-se em uma ética que considera os benefícios de longo prazo para todos os membros de uma comunidade. Na mesma entrevista cita, também, como o manejo integrado de pragas (MIP), desde que bem conduzido, pode auxiliar na sustentabilidade do processo agrícola, enfatizando que, para isso, “são necessários avanços importantes quanto ao desenvolvimento e uso de novas táticas de controle que sejam compatíveis com a sustentabilidade ambiental e que possam substituir técnicas consideradas disruptivas”.

O conceito amplo de MIP, na realidade, sempre incorporou a filosofia da sustentabilidade de agroecossistemas, apesar de ser interpretado de forma variada por diferentes profissionais envolvidos com o tema, agricultores e a sociedade em geral. Em suas várias definições, o MIP engloba todas as classes de pragas (plantas invasoras, insetos, outros invertebrados, vertebrados, fitopatógenos etc.) num contexto holístico e baseado fortemente em princípios de ecologia (de populações, de comunidades e de ecossistemas). O conceito prevê diferentes níveis de integração: 1) de táticas de controle; 2) dos efeitos de estresses múltiplos causados pelas diferentes classes de pragas; e 3) de sistemas de produção.³ Numa tentativa de conciliar as 67 definições de MIP efetuadas entre 1959 e 1998, Kogan propôs a seguinte: “MIP é um sistema de suporte à decisão quanto a seleção e uso de táticas de controle de pragas, isoladamente ou harmonicamente coordenadas em uma estratégia de manejo, com base em análises de custo/benefício que levem em conta os interesses e impactos sobre produtores, sociedade e ambiente”⁴. Para ser considerado como tal, um programa de manejo de pragas deve utilizar metodologias preconizadas pelo MIP e contemplar os seguintes preceitos: a) as decisões de controle devem ser baseadas em avaliações adequadas do custo/benefício; b) os custos devem incluir todas as despesas diretas, bem como os custos indiretos ao ambiente e à sociedade; c) os benefícios incluem o valor econômico dos resultados obtidos com as ações de controle (por exemplo, redução de produtividade evitada) e os benefícios ao ambiente e à sociedade.⁵ Se os custos ecológicos e de energia não renovável fossem computados, vários programas de controle de pragas, principalmente em monocultivos extensivos, seriam considerados como não sustentáveis do ponto de vista ecológico e social.

³ KOGAN, M. Integrated pest management theory and practice. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 49: 59-70, 1988.

⁴ KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43: 243-270, 1998.

⁵ KOGAN, M. & BAJWA, W. I. Integrated pest management: a global reality? *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28: 1-25, 1999.

O contexto holístico preconizado pelo MIP, conforme já discutido acima, na realidade, acaba se confundindo, em vários preceitos, com o contexto de agricultura ecológica. O conceito de MIP é coerente com a necessidade de sustentabilidade dos agroecossistemas. Entretanto, há uma lacuna enorme entre a teoria e a prática de programas de MIP desenvolvidos em diferentes países, incluindo o Brasil. A questão primordial a ser analisada é se as práticas correntes de MIP, sendo utilizadas ou com potencial de uso pelos agricultores, realmente contribuem ou contribuirão para a sustentabilidade ecológica de sistemas de produção agrícola. Essa questão não é fácil de ser respondida, pela quase ausência de dados científicos sobre o impacto de programas de MIP na preservação ou recuperação da qualidade ambiental, principalmente em regiões de plantios extensivos de monocultivos, onde há o maior risco de degradação do ambiente (embora a produção de hortaliças e de algumas fruteiras, cultivadas em áreas pequenas, seja exemplo, também, de grande risco ambiental, devido ao grande número de aplicações de agroquímicos). Falta a adoção de critérios de monitoramento ambiental (solo, águas de superfície e subterrâneas, flora e fauna, etc.) que permitam avaliar os benefícios das táticas de MIP implementadas ou potenciais. O critério mais utilizado, que é a redução do uso de agroquímicos em sistemas de MIP, não é suficiente para aferir a qualidade ambiental decorrente da adoção desses programas. Vários artigos abordam a necessidade e critérios para o monitoramento ambiental de programas de MIP, como forma de avaliar o impacto desses programas.⁶ No Brasil, esses estudos são praticamente inexistentes. Para que se possa pensar em sustentabilidade ecológica dos sistemas de produção agrícola no país, é preciso adotar critérios que possibilitem avaliar a contribuição, ao ambiente e à sociedade, das ações adotadas em prol "da sustentabilidade ambiental", decorrentes das ações desenvolvidas para tanto, como os programas de MIP.

Táticas de MIP

Monitoramento de pragas para decisão de controle

No contexto do MIP, o monitoramento da incidência de pragas é importante para que a intervenção de controle seja realizada num momento em que possíveis perdas de produtividade possam ser evitadas. Dessa forma, a disponibilidade de níveis de ação para o controle das principais pragas se torna importante. Os níveis de ação, estabelecidos

⁶ COATS, J. R. Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annual Review of Entomology*, 39: 489-515, 1994.

LEVITAN, L. "How to" and "why": assessing the environmental impacts of pesticides. *Crop Protection*, 19: 629-636, 2000.

SOLOMON, K.; GIESY, J. & JONES, P. Probabilistic risk assessment of agrochemicals in the environment. *Crop Protection*, 19: 649-655, 2000.

para determinados cultivos, como a soja, têm ampla margem de segurança, de forma a permitir a decisão de controle com base em múltiplos critérios ao nível da propriedade agrícola. Embora os níveis de ação e de dano econômico sejam questionados, seu uso, considerando fatores climáticos, desenvolvimento da planta (sob estresse hídrico ou não), tamanho da propriedade, disponibilidade de equipamentos etc., é de muita importância em programas de MIP. Caso sejam adequadamente utilizados, certamente levam a uma diminuição considerável do volume de produtos químicos consumidos no controle de pragas, bem como a uma modificação no perfil desses produtos, permitindo o uso daqueles com menor impacto ambiental e à saúde humana. No entanto, esses parâmetros de decisão foram desenvolvidos principalmente para insetos, com menor intensidade para fitopatógenos e muito pouco para plantas invasoras, em função da ênfase da pesquisa e das características inerentes a cada classe de praga (grau de dificuldade maior para plantas invasoras). Além disso, muito pouco se conhece sobre o impacto de múltiplos fatores de estresse (classes de pragas) sobre a produtividade de culturas (nível II de integração) e muito menos sobre o nível III de integração do MIP (sistemas de produção).⁷ Aparentemente, os pesquisadores envolvidos com as diferentes classes de pragas não têm interagido o suficiente para que o MIP avance do nível I para, pelo menos, o nível II de integração.

⁷ KOGAN, M. *Op. cit.*, 1998.
KOGAN, M. & BAJWA, W.
I. *Op. cit.*, 1999.

Práticas culturais

O controle de pragas através de práticas culturais pode ser considerado como uma alteração deliberada do agroecossistema para reduzir populações de pragas e evitar danos econômicos a uma dada cultura. Essas práticas contemplam, dentre outras opções: a diversificação de cultivos em uma propriedade e/ou região, bem como a convivência com certo nível e diversidade de plantas daninhas (refúgio para inimigos naturais de pragas); a rotação de culturas (redução de insetos e fitopatógenos do solo, por exemplo), culturas armadilhas, o plantio em data antecipada ou atrasada de determinada cultura, para quebrar a sincronia de altas populações de pragas com as fases mais suscetíveis da cultura; e o uso de espaçamentos menores (que favorecem inimigos naturais, como fungos entomopatógenos). O plantio de diferentes culturas (policultivos) e o convívio com plantas daninhas em uma propriedade agrícola, podem levar a um aumento da contribuição de inimigos naturais no controle de pragas, com conseqüente redução do nível de ocorrência de

⁸ ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N. & NICHOLLS, C. I. *O papel da biodiversidade no manejo de pragas*. Ribeirão Preto: Holos, 2003.

⁹ TONHASCA Jr., A. & BYRNE, D. L. The effects of crop diversification on herbivorous insects: a meta-analysis approach. *Ecological Entomology*, 19: 239-244, 1994.

pragas.⁸ No entanto, para pragas polífagas, essa tática pode não resultar em claros benefícios.⁹

Ademais, quando se analisa a presente situação de cultivos de monoculturas em áreas extensivas no Brasil, há que se considerar o retorno econômico ao produtor. Hoje ainda são poucas as opções aos produtores para a diversificação de cultivos em áreas extensivas de plantação de grãos e de fibras (soja, milho, trigo, algodão). O mesmo se pode dizer de propostas de rotação de culturas, envolvendo sistemas que muitas vezes não são adotados pelos agricultores, pela sua inviabilidade econômica. Em alguns casos, a rotação de cultivos tem sido adotada pelos agricultores, pela severidade do ataque de insetos e fitopatógenos em algumas regiões. Tanto a diversidade de cultivos como a rotação de culturas devem ser incentivados num programa de MIP. No entanto, a pesquisa e os órgãos de assistência técnica, bem como os governos (federal, estaduais e municipais) devem propiciar tecnologias que permitam alternativas economicamente viáveis para o emprego dessas e outras práticas culturais pelo agricultor e que contribuam para a preservação do ambiente.

Controle biológico

A regulação de populações de pragas por meio de agentes bióticos (predadores, parasitóides, entomopatógenos e microorganismos antagonistas de fitopatógenos) é uma das mais importantes ferramentas de programas de MIP, que tende a ser, cada vez mais, importante a curto, médio e longo prazo, contribuindo para a sustentabilidade ecológica de agroecossistemas. O controle biológico ocorre naturalmente. Pode ser preservado ou aumentado em agroecossistemas, através de estratégias específicas em cada programa de MIP. Ainda, para o controle de pragas introduzidas, agentes naturais de controle podem ser importados dos países de origem da praga para os países onde uma determinada praga foi introduzida. Esse tipo de tática (introdução e estabelecimento) tem contribuído para a solução de inúmeros problemas com pragas introduzidas em diferentes países. Além disso, agentes de controle biológico podem ser produzidos de forma comercial, em laboratório, para serem liberados ou aplicados com vistas à redução de populações de pragas a níveis não econômicos para determinada cultura, substituindo o uso de pesticidas químicos.

O Brasil tem sido exemplo de adoção de programas de controle biológico. Alguns livros recentes publicados no país atestam esse fato¹⁰, avaliando e discutindo o uso e o

¹⁰ ALVES, S. B. *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba, SP: FEALQ, 1998.
MELO, I. S. de & AZEVEDO, J. L. *Controle biológico*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, v. 1, 1998, v. 2, 1999 e v. 3, 2000.
PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002.

potencial de agentes de controle biológico de pragas em programas de MIP, considerando a sustentabilidade de agroecossistemas. No entanto, a legislação brasileira para o registro desses agentes, ainda demanda modificações importantes no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que permitam políticas governamentais específicas para os produtos biológicos destinados ao controle de pragas, diferentemente das políticas relativas aos produtos químicos fitossanitários, que se distinguem fundamentalmente daqueles em termos de sustentabilidade ecológica de agroecossistemas. Dada a diversidade de agentes de controle biológico no país, muitos ainda nem identificados, há enorme potencial de incremento da utilização desses agentes visando a melhoria ambiental dos sistemas agrícolas. A maioria dos programas de controle biológico postos em prática envolve insetos-pragas, havendo clara necessidade do desenvolvimento de programas com fitopatógenos e plantas invasoras que possam ser amplamente utilizados em vários agroecossistemas.

Uso de variedades resistentes

Dada a sua compatibilidade com outras práticas de MIP, o desenvolvimento de variedades de plantas resistentes a insetos e fitopatógenos tem sido e será fundamental para minimizar ou evitar o impacto ambiental de produtos fitossanitários utilizados no controle de pragas. No contexto de várias culturas, novas variedades só são lançadas se, comprovadamente, forem resistentes a determinadas doenças que possam limitar a produtividade. No entanto, a introdução de pragas exóticas em território brasileiro, representa um risco enorme a programas de MIP, baseados fortemente em resistência de plantas a pragas. Tomando a soja como exemplo, em 1989, foi introduzido no Brasil (acidentalmente ou não) um fungo devastador, *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, causador da doença denominada cancro da haste. Felizmente, o programa de melhoramento da Embrapa, em parceria com outras instituições de pesquisa, já havia previsto, há muitos anos, a possibilidade de introdução desse fungo no país, incorporando genes de resistência ao patógeno em genótipos de soja, permitindo, já em 1991, lançar as primeiras variedades de soja resistentes ao fungo. Hoje a doença é controlada através da resistência varietal, nas diferentes regiões produtoras de soja. Posteriormente, também foi introduzido no país o nematóide de cisto da

soja (*Heterodera glycines*), com grande repercussão econômica nas regiões infestadas. Hoje, através do uso de variedades resistentes e de práticas culturais, esse problema está praticamente equacionado, mas as variedades necessitam contemplar resistência às diferentes raças do nematóide e outras que possam surgir. Mais recentemente, foi introduzida a ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, com potencial de redução de 70% da produtividade em áreas infestadas, demandando até duas aplicações de fungicidas na cultura, onerando os custos de produção e contribuindo como mais um fator de desequilíbrio ambiental. Nesse caso, o desenvolvimento de variedades resistentes é, também, uma necessidade premente a ser combinada com outras práticas de MIP.

Na natureza, a resistência de plantas é um fenômeno decorrente de co-evolução planta/herbívoro e fundamentalmente, principalmente, em múltiplos genes e diversidade de fatores de resistência, o que contribui para a estabilidade da resistência. Um dos maiores problemas quanto ao uso desse método em plantas agrícolas é que os programas de melhoramento, na sua maioria, se baseiam na incorporação de um único gene de resistência em plantas cultivadas, o que torna fácil para uma praga (inseto ou fitopatógeno) evoluir (novas raças) e sobrepujar a resistência. Dada a "prioridade" pela seleção de características agrônômicas importantes (produtividade, porte da planta, tamanho da semente, sabor etc.) por melhoristas, muitas das defesas naturais contra herbívoros foram sendo perdidas ao longo do tempo. Portanto, há a necessidade de aumentar a diversidade genética da resistência em plantas cultivadas, visando ampliar a estabilidade da resistência¹¹, resgatando genes para essa característica em ancestrais selvagens de plantas cultivadas. É importante enfatizar que a resistência de plantas tem sido muito mais empregada com respeito a fitopatógenos que para insetos.

No caso da soja, o principal problema quanto à resistência a insetos é que os genótipos de soja com nível mais elevado de resistência são menos produtivos¹², o que parece se aplicar a outras culturas. Os programas de melhoramento genético de plantas das várias instituições de pesquisa, com base essencialmente no aumento da produtividade, descartam genótipos resistentes a insetos com desempenho de produtividade 3-5% inferior aos padrões, em testes finais em campo. Visando a sustentabilidade ecológica dos agroecossistemas, esse é um procedimento questionável. Qual é a justificativa de não oferecer essas variedades resistentes, embora um pouco menos produtivas, aos agricultores?

¹¹ PIMENTEL, D. A. Diversification of biological control strategies in agriculture. *Crop Protection*, 10: 243-253, 1991.

¹² HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & GAZZONI, D. L. Alternativas potenciais para uso no manejo de pragas da soja. In: CORRÊA-FERREIRA, B. S. (org.) *Soja Orgânica: alternativas para o manejo dos insetos-pragas*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 65-83.

Estes devem ter a possibilidade de contar com essas variedades, que em regiões de alta incidência de pragas podem representar um lucro líquido superior ao daquele resultante do plantio de uma variedade suscetível, além dos benefícios ao ambiente. Outro exemplo é o dos produtores de culturas orgânicas, que não podem aplicar inseticidas químicos e necessitam de variedades resistentes a determinadas pragas para as quais não existam outras alternativas, como o controle biológico.

Uso de pesticidas seletivos

O ideal em termos de sustentabilidade ecológica é a adoção de técnicas diversas, fundamentadas em planejamento realizado antes do plantio da cultura, que permitam evitar a necessidade de aplicação de produtos contra pragas. Entretanto, dada a instabilidade de agroecossistemas de culturas anuais, principalmente as de área extensiva, há, com frequência, a necessidade de intervenção para evitar danos elevados por pragas. Nesse contexto, com o monitoramento das pragas e a adoção de múltiplos critérios para a decisão sobre a necessidade de intervenção, a escolha do produto a ser aplicado será decisiva para a preservação do potencial do controle biológico existente. Sempre que disponíveis deve-se dar preferência aos produtos que atendam a essas características. Sendo assim, os produtos biológicos e outros naturais (como os extraídos de plantas), bem como os alomônios, kairomônios e feromônios sintéticos¹³, teriam ascendência sobre os demais. No entanto, apesar dos avanços, a disponibilidade desses produtos ainda é pequena, considerando as várias pragas importantes em diferentes agroecossistemas brasileiros. Mesmo quando disponíveis, muitas vezes problemas que limitam a produção massal desses agentes ou substâncias restringem a sua oferta aos agricultores.¹⁴

Pesticidas químicos, na falta de alternativas, de acordo com os preceitos do MIP, devem ser selecionados quanto a sua toxicidade e riscos ao homem, outros vertebrados, invertebrados, entomopatógenos, potencial de poluição do ambiente etc. Mas, o uso de produtos reguladores de crescimento em insetos (popularmente denominados de "inseticidas fisiológicos") tem impacto ambiental muito menor que o dos inseticidas químicos convencionais (organoclorados, organofosfatos, carbamatos etc.). A avaliação do impacto de pesticidas sobre inimigos naturais de pragas, tem sido um critério importante para a recomendação do uso de inseticidas em programas de MIP, em algumas culturas.

¹³ COPPING, L. & MENN, J. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science*, 56: 651-676, 2000.

¹⁴ ALVES, S. B. *Op. cit.*
PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. & BENTO, J. M. S. *Op. cit.*

Entretanto, essas recomendações têm sido, na prática, utilizadas para predadores de pragas, faltando critérios para a recomendação de produtos com base em seu impacto sobre parasitóides, entomopatógenos e agentes naturais controladores de fitopatógenos e plantas invasoras.

A adoção crescente de fungicidas em determinadas culturas, por exemplo, pode acarretar desequilíbrios na relação inseto hospedeiro e fungos entomopatogênicos de ocorrência natural importante, como é o caso do fungo *Nomuraea rileyi* em lagartas da soja. Determinados fungicidas têm efeito supressivo sobre o fungo, propiciando o aumento populacional da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis*, enquanto alguns fungicidas não afetam significativamente a incidência natural desse fungo.¹⁵ Portanto, o uso de fungicidas de menor efeito sobre esse agente de controle biológico natural, torna-se necessário. Apesar de recomendações da pesquisa sobre produtos que têm menos impacto sobre predadores de pragas e sobre entomopatógenos em algumas culturas, como a soja, há que se reconhecer que a adoção dessas recomendações, por grande número de agricultores, muitas vezes não é efetivada por razões econômicas (uso de produtos de menor custo, embora possam ser deletérios ao meio ambiente), culturais (aplicar os mesmos produtos que vêm sendo utilizados pela família há muitos anos e que são “eficientes” e controlam rapidamente a praga visada), e de um “marketing” massivo por empresas de produtos químicos na mídia, nas cooperativas de produtores e diretamente entre os produtores, fato que sobrepuja olímpicamente os esforços de divulgação de órgãos governamentais de pesquisa e assistência técnica quanto aos produtos que representam menor risco ambiental.

O manejo integrado de insetos-pragas da soja no Brasil

A intenção aqui, após o que foi exposto nos itens anteriores, é resumir ações de MIP desenvolvidas para a cultura da soja, com respeito aos insetos-pragas, como exemplo de um esforço de várias instituições de pesquisa, de assistência técnica oficial e da iniciativa privada, que redundou em enormes benefícios econômicos, ambientais e sociais. Dado ao fato de que programas de MIP são dinâmicos, permitindo o aperfeiçoamento de técnicas vigentes e a incorporação de novas técnicas ao longo do tempo, há que se salientar que muito ainda pode e deve ser feito para que o programa de MIP Soja tenha maior repercussão, principalmente quanto à minimização de impactos ambientais do controle de pragas em sistemas de produção de soja.

¹⁵ SOSA-GÓMEZ, D. R.; DELPIN, K. E.; MOSCARDI, F. & NOZAKI, M. de H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. *Neotropical Entomology*, 32: 287-291, 2003.

Breve histórico sobre a implementação do programa de MIP Soja

Antes da implementação do programa, produtores de soja geralmente aplicavam inseticidas na base de "calendário", pela primeira detecção de insetos na cultura ou por informações de produtores vizinhos, o que resultava em número excessivo de aplicações de inseticidas químicos e em doses desnecessariamente elevadas. Além disso, os inseticidas mais utilizados eram produtos como DDT, Endrin, Paration Metílico, Toxafeno, bem como misturas desses inseticidas.¹⁶ Em 1975, um esquema de MIP foi testado em lavouras de soja do sul do país, com base: a) no monitoramento semanal das principais pragas (lagarta-da-soja – *Anticarsia gemmatalis* – e percevejos sugadores de vagens e grãos) e da incidência do fungo *Nomuraea rileyi* em populações da lagarta-da-soja; b) na avaliação de níveis de desfolha e desenvolvimento da planta em diferentes estágios fenológicos da cultura; c) no uso de níveis de ação tendo como referência a desfolha, a densidade populacional das principais pragas e o estágio de desenvolvimento da cultura; e d) na aplicação de inseticidas selecionados em doses mínimas de eficiência, quando a população de determinada praga e os seus danos atingissem o nível de ação.¹⁷

Os resultados foram importantes, pois o número de aplicações nas áreas de MIP foi reduzido, em média, em 78%, em comparação com áreas pareadas em cada propriedade e conduzidas de acordo com as práticas utilizadas pelos sojicultores para o controle de pragas da soja, sem que houvesse efeito diferencial quanto à produtividade. Esse programa foi implementado pela Embrapa e Emater-PR em 1977. Deste ano até 1980, o número médio de aplicações de inseticidas, entre sojicultores assistidos, foi reduzido de cerca de seis para aproximadamente duas por safra. A partir desses resultados, o MIP Soja foi expandido para outros estados produtores de soja, com adoção de cerca de 40% entre sojicultores. A pesquisa referente a outras táticas de MIP levou a considerável aprimoramento do programa de MIP Soja, através de diferentes técnicas, principalmente quanto ao controle biológico das principais pragas.

Controle biológico

O controle biológico natural de pragas da soja exercido por predadores, parasitóides e entomopatógenos é significativo, embora para alguns insetos esse controle

¹⁶ GAZZONI, D. L. & OLIVEIRA, E. B. de. Soybean insect pest management in Brazil: I. Research effort; II. Program implementation. In: MATTESON, P. C. (ed.) *Proceedings of the International Workshop on Integrated Pest Control in Grain Legumes*. Brasília: Embrapa, 1984. p. 312-325.

MOSCARDI, F. Soybean integrated pest management in Brazil. *Plant Protection Bulletin*, Roma, FAO, 41: 91-100, 1993.

¹⁷ KOGAN, M.; TURNIPSEED, S. G.; SHEPARD, M.; OLIVEIRA, E. B. & BORGIO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 70: 659-663, 1977.

natural nem sempre seja suficiente para manter suas populações sob controle, ou abaixo do nível de ação. Conforme já discutido anteriormente, a primeira medida importante do MIP Soja é a recomendação de produtos seletivos, que não afetem os inimigos naturais das pragas. No contexto do MIP, visando substituir aplicações de inseticidas químicos, foram desenvolvidos dois programas de controle biológico aplicado contra a lagarta-da-soja e o complexo de percevejos, pragas principais e que demandam mais de 90 % das aplicações de inseticidas nesse tipo de cultura.

Uso de vírus no controle da lagarta-da-soja

Um vírus do gênero *Nucleopolyedrovirus* (vírus de poliedrose nuclear – VPN – família Baculoviridae) foi isolado do inseto já em 1972 e, posteriormente, desenvolvido como inseticida biológico pela Embrapa Soja, Londrina, Paraná. É um produto natural, específico para a lagarta-da-soja e inócuo ao homem, a outros vertebrados, invertebrados e plantas. A implementação de seu uso ocorreu em 1983 e já em 1990 a sua aplicação era realizada em cerca de 1,0 milhão de hectares.¹⁸ Atualmente, sua utilização atinge cerca de 2,0 milhões de hectares. Nesta área, como exemplo, deixa-se de aplicar anualmente no meio ambiente cerca de dois milhões de litros de inseticidas químicos, que normalmente seriam utilizados na ausência do programa de controle biológico. O maior problema restringindo a ampliação de seu uso encontra-se na capacidade de produção do inseticida biológico. Como a produção em laboratório era economicamente inviável, passou a ser realizada exclusivamente em campo, aproveitando a ocorrência natural do inseto durante cada safra. Devido a problemas bióticos e abióticos que limitam a incidência da lagarta-da-soja cada ano, há variação da capacidade de produção do vírus em campo. Ademais, a procura pelo inseticida biológico aumentou de tal forma nos últimos três anos, especialmente no Centro-Oeste, que a oferta do produto tem-se situado cerca de 20-30% aquém da demanda. Recentemente, foi aperfeiçoada metodologia para a produção do vírus em insetos criados continuamente em dieta artificial em laboratório, que resulta em produto final com custo competitivo em relação ao dos inseticidas químicos disponíveis no mercado. Dessa forma, espera-se que esse método venha complementar a produção realizada em campo, de forma a atender a crescente demanda pelo produto.

¹⁸ MOSCARDI, F. Assessment of the application of baculoviruses for the control of Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 44: 257-289, 1999.

Uso de parasitóides de ovos no controle de percevejos

Um programa para a produção de parasitóides de ovos (principalmente *Trissolcus basalís*), visando o controle das principais espécies de percevejos da soja (*Euschistus heros*, *Nezara viridula* e *Piezodorus guidinii*) foi implementado pela Embrapa há cerca de 10 anos, após experimentos piloto que comprovaram a eficiência de liberações do parasitóide em áreas de produção de soja.¹⁹ Um dos aspectos importantes para o sucesso das liberações de parasitóides é o uso de inseticidas biológicos ou de outros produtos seletivos contra a lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*), antes da liberação de parasitóides, com o fim de preservar populações naturais de parasitóides e predadores e também evitar o efeito prejudicial de inseticidas químicos de amplo espectro sobre os parasitóides liberados.

Um laboratório para a produção de percevejos foi estabelecido na Embrapa Soja, Londrina, visando a obtenção contínua de ovos desses insetos para a produção dos parasitóides e seu envio a produtores de soja, para a liberação em suas lavouras durante a safra. Outros laboratórios para a produção do parasitóide foram estabelecidos em diferentes regiões do sul do país, envolvendo associações de produtores, cooperativas e outras instituições. Atualmente, esse programa atinge entre 20.000 a 25.000 hectares de soja, com perspectivas de expansão nos próximos anos, caso sejam implementados outros laboratórios.

MIP Soja em microbacias

Essa é uma estratégia relativamente recente e vai ao encontro dos preceitos do MIP, uma vez que seu objetivo é implementar o MIP Soja em áreas contínuas de microbacias, no sentido de integrar produtores de cada comunidade, visando reduzir a aplicação de inseticidas químicos de amplo espectro e de alta toxicidade e melhorar a qualidade de vida de populações rurais e urbanas no entorno dessas microbacias, muitas das quais servem para a captação de água potável. As ações de MIP envolvem todas as técnicas disponíveis, incluindo: a) monitoramento semanal das pragas e inimigos naturais em todas as propriedades agrícolas de cada microbacia; b) decisão de controle com base em níveis de ação estabelecidos para as principais pragas; c) uso de produtos biológicos (*Baculovírus*, *Bacillus thuringiensis*) ou "inseticidas fisiológicos" contra a lagarta-da-soja; d) liberações de parasitóides de ovos (*T. basalís*) para o controle de percevejos em pontos estratégicos da microbacia, para

¹⁹ CORRÊA-FERREIRA, B. S. Utilização do parasitóide de ovos *Trissolcus basalís* (Wollaston) no controle de percevejos da soja. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1993, 40 p. (Embrapa-CNPSO. Circular Técnica, 11).
CORRÊA-FERREIRA, B. S. & MOSCARDI, F. Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalís*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Belgium, v. 79, p. 1-7, 1996.

favorecer a dispersão e a multiplicação dos parasitóides; e) aplicação de inseticidas nas bordas das lavouras de soja, quando de sua colonização inicial por percevejos ou o emprego, se necessário, de doses reduzidas de inseticidas misturadas com sal de cozinha (0,5%) para o controle desses insetos.²⁰

²⁰ CORSO, I. C. Uso de sal de cozinha na redução da dose de inseticida para o controle de percevejos da soja. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1990, 7 p. (Embrapa-CNPSo. Comunicado Técnico, 45).

Os primeiros estudos em microbacias foram realizados nos municípios de Cafelândia, Realeza e Santa Mariana, Paraná, na safra 1991/92. Na safra 1994/95 iniciou-se um trabalho na microbacia do Rio do Campo (RIOCAM), município de Campo Mourão, Paraná, que será utilizado como um estudo de caso. Na época, a área cultivada na RIOCAM era de 7.000 hectares, sendo 4.600 hectares de soja num total de 65 propriedades. A estrutura incluía um laboratório para a produção do parasitóide *T. basalis*, um sistema de abastecimento de água para a população rural e urbana, estudos sobre a vegetação de mata ciliar, recuperação de estradas rurais, e uma associação de produtores da RIOCAM muito ativa. Várias instituições participam do projeto, incluindo a Embrapa Soja, Associação dos Produtores da RIOCAM, Emater-PR, Coamo (Cooperativa Agrícola Mourãoense), Prefeitura de Campo Mourão, Instituto Ambiental do Paraná e Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná, dentre outras. Após quatro anos de implantação do MIP Soja na RIOCAM, houve drásticas mudanças no controle de insetos pragas e no perfil dos produtos utilizados.²¹ O número médio de aplicações decresceu de 2,80 para 1,23 (56,1%) na RIOCAM, enquanto na região de Campo Mourão e no Estado do Paraná variou entre 2,09 a 2,63 e 2,26 a 2,74, respectivamente. O uso do Baculovírus da lagarta-da-soja atingiu 62,0% na RIOCAM, enquanto na região de Campo Mourão e no Estado do Paraná o uso desse inseticida biológico foi de 16% e 22%, respectivamente. É importante mencionar que inseticidas químicos de amplo espectro e alta toxicidade, que representavam 97,0% das aplicações contra a lagarta-da-soja na RIOCAM, foram substituídos, em grande parte, por produtos seletivos e ambientalmente aceitáveis, como produtos biológicos e "inseticidas fisiológicos". Esse fato, associado a liberações do parasitóide *T. basalis*, resultaram em drástica redução no número de aplicações de inseticidas para o controle de percevejos na RIOCAM (de 0,82 para 0,19 num período de quatro anos). No mesmo período, o número de aplicações contra esses insetos variou de 0,69 a 0,79 para a região de Campo Mourão e de 0,82 a 1,03 para o Estado do Paraná. Também, o monitoramento da água da RIOCAM,

²¹ CORRÊA-FERREIRA, B. S.; DOMIT, L. A.; MORALES, L. & GUIMARÃES, R. C. Integrated soybean pest management in micro river basins in Brazil. *Integrated Pest Management Reviews*, 5: 75-80, 2000.

no período, indicou que houve sensível melhoria de sua qualidade, em benefício da população. Dessa forma, a estratégia de MIP Soja em microbacias apresenta potencial para implementação em outras regiões, visando a sustentabilidade ecológica de sistemas de produção de soja, acrescentando outras táticas de MIP (práticas culturais, cultivares resistentes etc.). Essa é uma estratégia que pode ser adaptada para microrregiões, com características de certa forma uniformes (clima, solo, táticas de manejo da cultura etc.).

MIP em cultivos de soja orgânica

A área cultivada com soja orgânica, especialmente na região sul, vem crescendo a cada ano, sendo que um dos principais desafios relativos à conversão do cultivo convencional para o orgânico é o controle de insetos-pragas. Entretanto, produtores de soja orgânica têm utilizado técnicas importantes de MIP Soja, como o controle biológico, práticas culturais, dentre outras, que permitem solucionar o problema de insetos-pragas sem a aplicação de inseticidas químicos, com patamares de produtividade semelhantes aos obtidos em cultivos convencionais. Mesmo no caso de menores produtividades, a receita líquida pode ser maior no sistema de produção orgânica devido ao melhor preço ofertado ao produto orgânico. Recentemente, foi lançado um livro sobre soja orgânica relativo às alternativas para o manejo dos insetos-pragas, abordando práticas como o controle biológico, a biodiversidade vegetal e outras práticas culturais, o uso de variedades resistentes a insetos, uso de extratos vegetais, uso de armadilhas e de semioquímicos, dentre outras.²² Os mesmos preceitos se aplicam, com os necessários ajustes, à agricultura de pequena escala (familiar, de subsistência), bem como para áreas extensas de monocultivos, visando a sustentabilidade ecológica dos agroecossistemas de produção de soja. No entanto, a pesquisa precisa oferecer, cada vez mais, alternativas que, ao mesmo tempo, sejam viáveis economicamente e ecologicamente aceitáveis, associadas a políticas governamentais que visem, a médio e longo prazo, reverter o impacto negativo de práticas de controle de pragas sobre o meio ambiente.

Considerações finais

Apesar dos consideráveis ganhos em produtividade de diversos cultivos, com safras recordes nos últimos anos, a agricultura brasileira, especialmente a baseada em monocultivos extensivos, é “predatória” em relação ao meio ambiente

²² CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Soja orgânica: alternativas para o manejo dos insetos pragas*. Londrina: Embrapa Soja, 2003.

(poluição do solo e águas de superfície e subterrâneas). Da forma como são conduzidos atualmente os agroecossistemas baseados em monocultivos extensivos, com gastos excessivos de energia não renovável e uso de insumos que poluem o meio ambiente, exigidos cada vez mais para a preservação do potencial produtivo das diversas culturas agrícolas, a degradação ambiental é inevitável. Isso pode prejudicar a competitividade de produtos brasileiros no mercado internacional, dadas as crescentes exigências de países importadores quanto à produção com menor impacto ambiental e a qualidade dos produtos (nível e tipo de resíduos de agroquímicos). No entanto, os efeitos desses produtos no meio ambiente carecem de avaliação criteriosa e sistemática, com base em parâmetros científicos (efeitos sobre animais selvagens em geral, incluindo pássaros, outros vertebrados terrestres e aquáticos e plantas; efeitos na fauna dos solos; contaminação de águas de superfície e subterrânea; desenvolvimento de resistência de insetos, fitopatógenos e plantas daninhas a pesticidas, etc.).

Há a percepção, no meio científico e de outros setores envolvidos com o agronegócio, de que o atual modelo de exploração agrícola no país, apesar dos avanços obtidos, precisa ser reavaliado, de forma a manter altos níveis de produtividade, mas com ações efetivas quanto à sustentabilidade ambiental. Para tanto, são necessários planos consequentes de médio e longo prazo, com a participação dos governos (federal, estaduais e municipais), das instituições de pesquisa e de assistência técnica, bem como da iniciativa privada envolvida com o agronegócio, inserindo a preservação ambiental como prioridade. Talvez seja necessário, pelo menos no início, que os governos propiciem incentivos para que o agricultor abdique de determinadas práticas disruptivas do meio ambiente, em prol de ações que levem em conta o custo ecológico e social das práticas atuais. Isso se constitui em um tipo de subsídio? Com certeza, sim. Mas para um bom propósito – a preservação do ambiente para as gerações futuras. Bem diferente dos propósitos amplamente conhecidos de países ricos quanto aos subsídios que fornecem aos seus agricultores.

É preciso salientar que houve avanços tecnológicos consideráveis ao longo do tempo, relativos à preservação ambiental. Houve um aumento considerável de área com plantio direto na palha, diminuindo problemas de erosão e aumentando a matéria orgânica do solo; houve uma mudança do perfil de produtos inseticidas lançados no mercado (princípios ativos mais seletivos, de menor toxicidade e

impacto ambiental, utilizados em doses reduzidas); houve um acréscimo de opções de MIP, com grande enfoque em produtos biológicos, práticas culturais e cultivares resistentes a pragas (a soja serve como exemplo, além da cana-de-açúcar, do trigo, citrus, dentre outras culturas). Embora haja muito que avançar em programas de MIP, envolvendo insetos e outros invertebrados, plantas daninhas e fitopatógenos, a pesquisa agrícola do país, realizada pela Embrapa, Universidades e empresas estaduais, têm respondido aos desafios, desenvolvendo tecnologias apropriadas de controle de pragas visando a preservação ambiental. Acredita-se que essas instituições terão papel importante quanto à oferta futura de inovações tecnológicas (novos agentes de controle biológico, opções econômicas para a diversificação e rotação de culturas na propriedade, novas variedades resistentes a insetos e fitopatógenos, novas alternativas provenientes da biotecnologia etc.), de modo a atender o desafio da produção agrícola sustentável econômica e ecologicamente. Da mesma forma, acredita-se que as empresas privadas produtoras de insumos químicos, dada a crescente demanda da sociedade por produtos de melhor qualidade e com menor nível de resíduos de agroquímicos prejudiciais à saúde, deverão ofertar, cada vez mais, produtos destinados ao controle de pragas que atendam a essa demanda.

Flavio Moscardi é engenheiro agrônomo, PhD em Entomologia, membro titular da Academia Brasileira de Ciências e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja, Londrina, Paraná.

moscardi@cnpso.embrapa.br