

Capítulo 12

PERSPECTIVAS DO MANEJO DE PRAGAS

Decio Luiz Gazzoni

1. INTRODUÇÃO

Para alinhar as perspectivas dos Programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), é importante efetuar uma análise sintética da retrospectiva histórica, o ciclo de adoção do MIP, os fatos determinantes para a busca de novas alternativas de controle de pragas, os avanços, recuos, acertos e entraves para o seu uso em larga escala, como forma de visualizar os rumos futuros mais prováveis. Pormenores desta análise estão contextualizados no Capítulo 1 – Histórico e Evolução do Manejo de Pragas no Brasil.

Logo após a Segunda Guerra Mundial, iniciou-se um período de intensa expansão do uso de inseticidas organossintéticos, pouco tardando para surgirem os primeiros problemas associados ao seu consumo exagerado. Em resposta a este fato, entomologistas das regiões produtoras de frutas e hortaliças (Califórnia) e de algodão (Arkansas, Louisiana, Mississippi), nos Estados Unidos da América, desenvolveram o conceito de

“controle supervisionado de insetos”. A proposta era monitorar a presença de pragas e inimigos naturais nos cultivos, utilizando-se, quando necessário, inseticidas seletivos ou baixas doses de inseticidas de largo espectro. Se disponíveis, outras técnicas, como o controle biológico, poderiam ser utilizadas. Esta visão perpassou a evolução do MIP e, seguramente, continuará a ser parte fundamental de seu arsenal, no futuro próximo.

O controle supervisionado serviu como uma plataforma para organizar a base conceitual do “controle integrado” que entomologistas da Califórnia articularam na década de 1950. Em seu início, a proposta objetivava a melhor combinação entre controles químico e biológico de um determinado inseto-praga, enfatizando que inseticidas químicos deveriam ser utilizados na forma menos prejudicial para o controle biológico. Além disso, aplicações de inseticidas deveriam ser efetuadas apenas após o monitoramento indicar que a população da praga-alvo atingisse um nível (o nível de dano econômico) em que as perdas econômicas excedessem o custo da aplicação de medidas de controle.

Ao prospectar o futuro do cultivo de soja no Brasil, não é possível dissociá-lo de um sistema de produção intrinsecamente sustentável, lastreado em tecnologias que estejam alinhadas com os conceitos de sustentabilidade da agricultura. Posta a premissa, é imperioso que o sistema de produção incorpore o conjunto de conceitos de Manejo Integrado de Pragas, garantindo os consequentes benefícios sociais e ambientais. O desafio que se antepõe é o desenvolvimento de um conjunto tecnológico que confira suporte aos conceitos do MIP e que, ao mesmo tempo, seja consentâneo com a realidade do cultivo de soja nas décadas vindouras, permitindo a sua adoção em larga escala.

A análise dos desafios que se antepõem permite vislumbrar que a solução não depende exclusivamente de inovações tecnológicas, porém de processos associados, que incluem políticas

públicas de estímulo à adoção do MIP e a conscientização dos produtores com respeito à sua responsabilidade no contexto da sustentabilidade da agricultura brasileira.

2. DESENVOLVIMENTO DO MIP

O MIP expandiu o conceito para o complexo de pragas de uma cultura e foi implementado, incluindo outras táticas, além do controle químico ou biológico, como o controle cultural e variedades resistentes. Em uma etapa seguinte, o conceito foi ampliado, envolvendo entomologistas, fitopatologistas, nematologistas e os cientistas de plantas daninhas, buscando uma abordagem holística dos problemas fitossanitários da cultura. Como uma derivada deste conceito, surgiu a proposta de “Area Wide Pest Management”, cujo foco consiste no controle de insetos em áreas geográficas que ultrapassam os limites da propriedade agrícola utilizada para determinado cultivo, incluindo a supressão de pragas de alta mobilidade, antes de sua migração dos hospedeiros nativos para as lavouras. Este conceito foi aplicado em alguns projetos-piloto do MIP-Soja, como aquele conduzido na Bacia Rio do Campo, em Campo Mourão-PR (CORRÊA-FERREIRA et al., 2000).

Do ponto de vista histórico, os programas de MIP desenvolvidos para diferentes cultivos, em diversas regiões, representaram uma reação ao uso unilateral de inseticidas para controle de insetos, que redundavam em efeitos colaterais indesejáveis, como impacto ambiental negativo, biomagnificação na cadeia alimentar, perigo à saúde de agricultores e consumidores, ameaças à biodiversidade, depressão do controle biológico natural, ressurgência de pragas, aumento da população de pragas secundárias, desenvolvimento de resistência de insetos a inseticidas e aumento do custo de produção, entre outros problemas.

A lógica dos diferentes programas de MIP tinha um paradigma comum, lastreado no monitoramento das pragas, no estabelecimento de limites aceitáveis da população de insetos pragas ou de seus danos e na utilização dos métodos de controle comprovadamente eficientes e disponíveis para cada situação. Nesse caso, uma condição importante é a possibilidade de uso concomitante de diferentes métodos, que se integrem de forma sinérgica ou, ao menos, sem que um deles apresente efeito deletério muito intenso sobre os demais. Eminentemente cientistas como R. Smith e P. Adkisson, laureados com o World Food Prize 1997 (http://worldfoodprice.org/en//laureates/19871999_laureates/1997_Smith_and_Adkisson), R. van den Bosch (VAN DEN BOSCH, 1971, 1966), D. Pimentel (PIMENTEL, 2002), V. Stern (STERN, 1973; STERN et al., 1959), P. Geier (GEIER, 1966) e L. Newson (NEWSON, 1970) foram fundamentais para elaborar a filosofia do Manejo Integrado e estabelecer alguns modelos práticos precursores. Especificamente no caso da soja, entre os principais mentores conceituais destacam-se Marcos Kogan (KOGAN, 1976), Samuel Turnipseed (TURNIPSEED; KOGAN, 1976) e Larry Pedigo (PEDIGO, 1989), que formularam e implementaram os programas pioneiros, nos Estados Unidos da América, e que foram, mais tarde, emulados em outros países, como no Brasil.

Nos Estados Unidos, o MIP foi transformado em política pública em fevereiro de 1972, quando o Presidente Richard Nixon determinou às agências federais que implementassem este conceito em todos os cultivos relevantes do agronegócio norte-americano. Em 1979, o presidente Carter estabeleceu um Comitê de Coordenação Interagências do MIP, para garantir o desenvolvimento e implementação de suas práticas. No Brasil, apesar de ações governamentais de apoio e estímulo à adoção do MIP, não existe uma política pública específica de estímulo à adoção.

3. IMPLEMENTAÇÃO DO MIP

A análise da situação atual da adoção de programas de MIP, incluso o MIP-Soja, apresenta números e fatos pouco otimistas. Apesar das vantagens agronômicas, econômicas, ambientais e de saúde pública, sobejamente demonstradas não apenas previamente, através de modelos teóricos, bem como *a posteriori*, pela análise das sucessivas implementações de programas de MIP, e não obstante os esforços governamentais e privados para a implementação dos programas em larga escala, os resultados práticos permanecem abaixo da expectativa desejável, considerando-se como indicador a adoção parcial ou integral do MIP, pelos agricultores. O relato de Ehler e Bottrell (2000) é revelador já a partir do título da publicação (A ilusão do Manejo Integrado de Pragas) e prossegue com uma avaliação pessimista ao afirmar que, apesar de três décadas de pesquisa, existe muito pouco "I" no MIP e que é o momento de pensar em uma reformulação completa dos programas, com metas exequíveis. Esta conclusão se aplica integralmente quando se analisa o futuro do MIP Soja no Brasil.

Ehler e Bottrell (2000) referem-se, particularmente, a um ambicioso programa proposto conjuntamente, em 1993, pelo Departamento de Agricultura (USDA), pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) e pelo Departamento de Alimentos e Medicamentos (FDA) dos EUA. O programa tinha como meta a adoção do MIP em 75% da área cultivada EUA, até o ano 2000. Os autores afirmam que, passados sete anos, as práticas agrícolas pouco haviam mudado e que a área agrícola onde, efetivamente, as práticas de MIP estavam implementadas, variavam entre 4% e 8%, muito distantes da meta inicial de 75%. Observa-se que este fenômeno não se restringe aos EUA – ao contrário, os autores julgam que a adoção nos demais países seria inferior à verificada nos EUA. No caso do MIP-Soja no Brasil, a assertiva

afigura-se verdadeira, pois, embora não existam estatísticas recentes, as informações disponíveis apontam para índices de adoção inferiores aos 4% verificados para os EUA.

Além dos EUA, os programas de MIP foram implantados em diversos países e em diferentes culturas, em alguns casos através de políticas públicas, em outros por ações programáticas de instituições de pesquisa e de extensão, associados com organizações de agricultores, como entidades cooperativistas ou associativistas. Na revisão efetuada por Way e Van Emden (2000), a necessidade de investimentos mais portentosos em pesquisa e desenvolvimento para embasar os programas de MIP em países emergentes é ressaltada e é um dos principais desafios do Brasil.

No Brasil e, especificamente na cultura de soja, após um pico de adoção na década de 1980, observa-se um retrocesso ao longo da década de 1990 e a sua estabilização em patamares muito baixos, a partir do início do presente século, havendo, inclusive, reversão na tendência anterior de redução do número de aplicações de inseticidas, que se aproximam perigosamente dos níveis observados no início da implantação do programa, na década de 1970. Diversos fatores contribuíram para que agricultores adotantes do MIP abandonassem a prática, bem como para que ocorresse falta de incentivo à adoção por parte dos novos agricultores. A análise desses fatores é fundamental para buscar fórmulas de reversão dessa tendência.

4. PRINCIPAIS RESTRIÇÕES À ADOÇÃO

São inquestionáveis os ganhos obtidos pelos produtores adotantes do MIP e, por extensão, mesmo para os não adotantes, devidos à redução do número médio de aplicações de inseticidas e as suas consequências benéficas, como populações equilibradas de insetos, presença de controle biológico natural,

redução do custo e de perdas de produção, menor impacto ambiental e redução dos casos de intoxicação de aplicadores e manipuladores de inseticidas. Entretanto, e de forma contraditória, os índices de adoção do MIP não mantiveram correspondência com os benefícios auferidos pelos produtores de soja. O descompasso entre os benefícios potenciais e os índices de adoção é explicado pelas restrições que os produtores referem como razões para o não seguimento das recomendações do MIP.

Analisar as perspectivas do MIP-Soja implica em identificar e analisar as atuais restrições à sua adoção, propondo fórmulas para superar estes entraves, a fim de viabilizar a adoção futura. Especificamente para a cultura da soja, no Brasil, existem razões práticas, de caráter econômico, cultural e institucional que têm impedido uma adoção em larga escala do MIP. O aumento da adoção do MIP é fundamental para atingir objetivos relacionados à sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola no Brasil. A análise dessas razões permite antecipar uma agenda de pesquisa, de políticas públicas ou de ações institucionais para solucionar os entraves detectados, de forma a conferir uma perspectiva de mudança do quadro atual, no futuro imediato.

Dentre os principais problemas que, reconhecidamente, foram responsáveis pela redução no índice de adoção e que podem permanecer como entraves a uma adoção mais ampla do MIP em soja nos próximos anos, é possível elencar:

i. Aplicações conjuntas com outros agrotóxicos. O surgimento de cultivares RR (tolerantes ao glifosato) alterou o sistema de produção, ao exigir uma aplicação deste herbicida na fase inicial da cultura da soja. Com o intuito de evitar o custo da aplicação de inseticida, muitos agricultores efetuam aplicações conjuntas do herbicida e de um ou mais inseticidas, na maioria das vezes sem necessidade, sem respaldo técnico para esta aplicação e em desacordo com a legislação vigente. A justificativa é

a absorção do custo de produção pela aplicação compulsória do herbicida, aliada ao custo muito baixo do inseticida. A mesma situação ocorre com a aplicação de fungicidas para controle da ferrugem da soja, em que o agricultor aproveita a oportunidade para adicionar inseticida(s) no tanque de aplicação, normalmente sem que haja real necessidade disso.

ii. Monitoramento de pragas. São recorrentes as queixas em relação aos métodos de amostragem, que incluem o número a realizar, o tamanho da área a ser coberta e a frequência, e que se constituem em motivos de desestímulo à realização do monitoramento. O rápido crescimento populacional de pragas como lagartas ou percevejos exige levantamentos frequentes, pois, se espaçados de apenas uma semana, podem mostrar, inicialmente, uma situação tranquila e, posteriormente, populações ou danos que ultrapassaram os níveis de ação. Para contornar esse problema, a recomendação é aumentar a frequência das amostragens, especialmente naqueles períodos em que se antecipa rápido crescimento da população. Este é outro ponto de conflito, pois já existe uma aversão natural a efetuar o monitoramento, que se potencializa se o agricultor deve realizá-lo com frequência ainda maior. Ao longo da última década, outro problema agravou ainda mais a situação, pois agricultores ou administradores de fazenda ponderam a respeito da dificuldade de contratação e do elevado custo de manter equipes de “pragueiros” (empregados treinados para efetuar levantamentos de pragas), assim como a dificuldade de obter as informações em tempo hábil para a tomada de decisão.

A dificuldade de contratação de mão de obra na zona rural é um problema estrutural, que se incorpora ao negócio agrícola de forma definitiva, o que impõe a busca de métodos de monitoramento de pragas que sejam menos intensivos no uso deste recurso. A técnica que se aventa mais promissora, embora

carente de pesquisa básica, desenvolvimento e validação, é o acompanhamento da população de pragas e seus danos por meio de imagens de satélite, as quais poderiam ser utilizadas por agricultores, administradores ou agentes de assistência técnica para a tomada de decisão.

iii. Capacidade de identificação de pragas e conhecimento da biologia do inseto. Na maioria dos casos, o dono, o administrador ou um empregado da propriedade agrícola é responsável pelo controle fitossanitário e, conseqüentemente, pela identificação das pragas. Mesmo quando um profissional de Agronomia é responsável pela supervisão do monitoramento, trata-se de um generalista, que cobre diversas culturas e diferentes disciplinas. Apesar dos esforços de oferecer treinamento adequado por parte das instituições de pesquisa, é possível perceber profundas lacunas de conhecimento, envolvendo a correta identificação das pragas e de seus danos.

Um agravante, que aumentou de importância nos últimos anos, é o surgimento de novas espécies de pragas, que ingressaram recentemente no rol de pragas principais, sem que os responsáveis pela sua identificação no campo dispusessem da informação e o treinamento adequados. Esta constatação, embora não se inclua entre as principais restrições à adoção do MIP, deve ser entendida como uma necessidade de reforçar o fluxo de informações para o produtor ou responsáveis, a fim de que possam identificar adequadamente as pragas nos diferentes estádios e os danos por elas causados.

iv. Níveis de ação. Tanto agricultores quanto extensionistas ou consultores expressam dúvidas recorrentes quanto à adequação dos níveis de ação propostos pelo MIP na cultura da soja, entendendo que estes seriam muito elevados e que a sua fiel observância aumentaria muito o risco de prejuízos econômicos na cultura. As desconfianças se acentuam à medida em

que a soja se expande para novas áreas, com o argumento de que os níveis foram estabelecidos para condições temperadas e que não seriam adequados para lavouras conduzidas em regiões tropicais ou subtropicais.

O mesmo argumento é verbalizado em relação às mudanças no sistema de produção, como novos materiais genéticos, que seriam mais suscetíveis a danos de insetos; cultivares de ciclo precoce ou superprecoce, as quais disporiam de menos tempo para recuperação de danos de insetos pragas; cultivares de ciclo indeterminado, com período de floração estendido e superposto com a presença de vagens, alterariam o comportamento e a intensidade do ataque de percevejos; cultivares de porte ereto, com pouca ou nenhuma ramificação lateral, também seriam mais suscetíveis ao desfolhamento e, nesse caso, permitiriam a germinação das sementes de plantas invasoras, pelo menor sombreamento do solo, com a cultura em fase avançada, gerando competição por radiação e nutrientes e exigindo medidas de controle dessas plantas invasoras; novos arranjos de plantas (espaçamento entre linhas e densidade de plantas na linha) também influenciariam a relação insetos-praga e soja, exigindo redefinição dos níveis de ação. Cabe ressaltar que, embora muitas dessas dúvidas tenham sido objeto de novos estudos pela pesquisa oficial, reafirmando os níveis de ação estabelecidos, o tema é recorrente, sendo reapresentado como demanda de pesquisa com frequência.

v. Crescente aumento do tamanho das lavouras de soja.

Nas últimas duas décadas, com a expansão da cultura de soja para o Centro-Oeste do Brasil (especialmente no norte do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) e para a região denominada MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), ocorreu um aumento considerável no tamanho médio da lavoura de soja, que passou de, aproximadamente, 60 ha no Sul do país,

entre 1970 e 1980, para dimensões superiores a 1.000 ha por lavoura, sendo frequentes lavouras com extensões praticamente contínuas de 5.000 ha, 10.000 ha, por vezes ultrapassando 20.000 ha. Em decorrência, potencializou-se o problema de dificuldade de monitoramento da área, além do surgimento de um novo problema atinente à capacidade de efetuar o controle de pragas em grandes áreas, com restrições de equipamento terrestre ou de disponibilidade de aviões de pulverização agrícola, agravado pelo risco sempre presente de chuvas nestas regiões, durante a safra, e pela ocorrência simultânea de praga, em lavouras próximas, que disputam os mesmos equipamentos para o controle de pragas.

De acordo com o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG), cerca de 30% das aplicações de agrotóxicos na cultura de soja são efetuadas por via aérea, de forma terceirizada (informação pessoal de Nelson Antonio Paim, presidente do SINDAG). Estima-se que entre 5% e 10% do restante das aplicações seja efetuado por via aérea, com aviões pertencentes às fazendas onde a soja é cultivada. Embora as aplicações aéreas sejam menos afetadas pela ocorrência de chuvas (que limitam o ingresso de pulverizadores na lavoura), a sua ocorrência promove uma redução no tempo útil de voo dos aviões, que são limitados pela velocidade dos ventos e pela hora do dia, pois as pulverizações não ocorrem no período de temperatura mais alta. Igualmente, os aviões não operam durante a noite e madrugada, o que, em termos práticos, obriga o agricultor a submeter-se ao agendamento de pulverizações com grande antecedência, sob pena de indisponibilidade de equipamento quando uma aplicação de inseticida for necessária.

vi. Elevado preço da soja e baixo custo de controle de pragas. Parcela ponderável dos produtores rurais entende que o custo de controle de insetos-praga é muito baixo, se comparado

ao custo de produção total e ao resultado bruto da lavoura. Como tal, desenvolveu-se uma aversão ao risco e ao custo, representada pela sequência monitoramento/níveis de ação/uso de inseticidas específicos. O entendimento generalizado é que o custo das aplicações, embora desnecessárias, seria compensado pela eliminação do risco de eventuais reduções de produção atribuíveis ao controle tardio de uma praga, mesmo que de pequena monta, porém de um produto com alta cotação no mercado, como é o caso da soja. Para conferir magnitude numérica a esta afirmativa, pode-se contrastar o custo estimado de aplicação de inseticida por hectare de soja, de R\$ 32,43 com o custo total de produção de soja de R\$ 1.377,15 (RICHETTI, 2011), redundando que a aplicação de inseticidas (aquisição do inseticida mais custo de aplicação) representa somente 2,3% do custo de produção da cultura. Outra comparação possível é com a renda bruta da lavoura de soja, para uma produtividade superior a 3.000 kg/ha (CONAB, 2011), que, pela cotação média da soja no primeiro semestre de 2011, faz com que o custo de controle de insetos pragas represente apenas 1,2% desta renda.

Um caso prático, embora esteja distante de ser representativo da média das lavouras de soja do Brasil, refere-se ao produtor que detém o recorde de máxima produtividade de soja no Brasil, o qual efetuou sete aplicações de inseticida para controle de pragas, na safra 2011/12, entendendo-se que algumas destas aplicações foram desnecessárias. Para este agricultor, o custo dos agrotóxicos foi de R\$90,57, para um custo de produção total de R\$2.253,61, com os inseticidas representando 4% do custo da lavoura. Comparativamente à receita da lavoura, o produtor colheu 108,71 sacos de soja por hectare que, na cotação média de R\$76,00/saco, para o município de Luiz Eduardo-BA, local de comercialização mais próximo da lavoura, significa uma receita bruta de R\$ 8.262,00 (CESB, 2012). Assim, o custo do

inseticida significou menos de 1% do faturamento do produtor. Raciocinando em termos meramente financeiros, reduzir em 50% a aplicação de inseticidas implicaria em aumentar a margem do agricultor em 0,5% ou o equivalente, em sacas de soja, a meio saco de soja.

O argumento do agricultor é que, na hipótese de redução do uso de inseticidas, a perda na lavoura seria superior a 0,5 saco, portanto, em um raciocínio exclusivamente financeiro, seria compensador manter um número elevado de aplicações de inseticidas. Como a busca por aumento de produtividade torna-se uma regra entre os produtores de soja e um imperativo para o Brasil, o desafio de manter as aplicações de inseticidas restritas àquelas absolutamente necessárias fica potencializado pelo baixo custo e baixa participação dos inseticidas no custo de produção da soja.

vii. Surgimento de novas pragas e ataques mais intensos de pragas. O excesso de aplicação de agrotóxicos tem como uma de suas consequências o desequilíbrio entre pragas e seus inimigos naturais, fazendo com que aquelas desenvolvam populações muito superiores às que seriam observadas, caso houvesse um controle biológico natural eficiente. Em especial ao longo da primeira década deste século, ocorreram mudanças sensíveis no *status* de pragas principais, na sua densidade populacional e seus danos, com o surgimento de novas pragas e a ocorrência de altas populações de pragas anteriormente consideradas secundárias.

Em particular, o complexo de percevejos tem se constituído em uma ameaça crescente aos índices de produtividade da soja, pela sua ocorrência em altas populações e pela dificuldade de seu controle. Houve uma mudança muito rápida e profunda nos sistemas de produção, na principal região de expansão da soja brasileira, nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. A

soja, apesar de manter seu protagonismo como cultura principal de verão, é semeada no início do período chuvoso (final de setembro), com o uso cada vez mais intenso de cultivares superprecoces. A partir de janeiro, ocorre a colheita da soja, com a semeadura concomitante de milho, algodão ou feijão. Eventualmente, até três cultivos são realizados na mesma área que, a partir de maio, pode ser ocupada com pastagem para engorda de gado durante o inverno.

A ocupação do mesmo espaço geográfico, por diferentes culturas extensivas, levou a uma adaptação de algumas pragas, que se estabelecem nas diferentes culturas de forma praticamente contínua, ao longo de sete meses do ano. Como tal, é previsível que os ataques possam ser mais frequentes e intensos, bem como seja potencializado o risco de desenvolvimento de resistência das pragas aos inseticidas usados para seu controle, pela maior pressão de seleção.

Os entraves acima expostos constituem-se em desafios a superar, através de investimentos em uma agenda de pesquisa e desenvolvimento, porém, com muito maior intensidade, de transferência de tecnologia, para conferir uma real perspectiva de incremento na taxa de adoção do MIP pelos produtores de soja. Alguns aspectos, entretanto, são de difícil solução por esta via e passam por uma tomada de consciência do produtor para o elenco de vantagens de adoção do MIP, o que significa um trabalho pastoral de educação continuada, com apoio de formadores de opinião e da mídia especializada.

5. PERSPECTIVAS DA CULTURA DA SOJA

Até a década de 2050, a produção mundial de grãos deverá crescer cerca de 70% (Figura 1), com a produção de soja incrementando-se acima deste índice (Figura 2), em virtude da forte demanda, associada aos seus múltiplos usos, devendo o Brasil

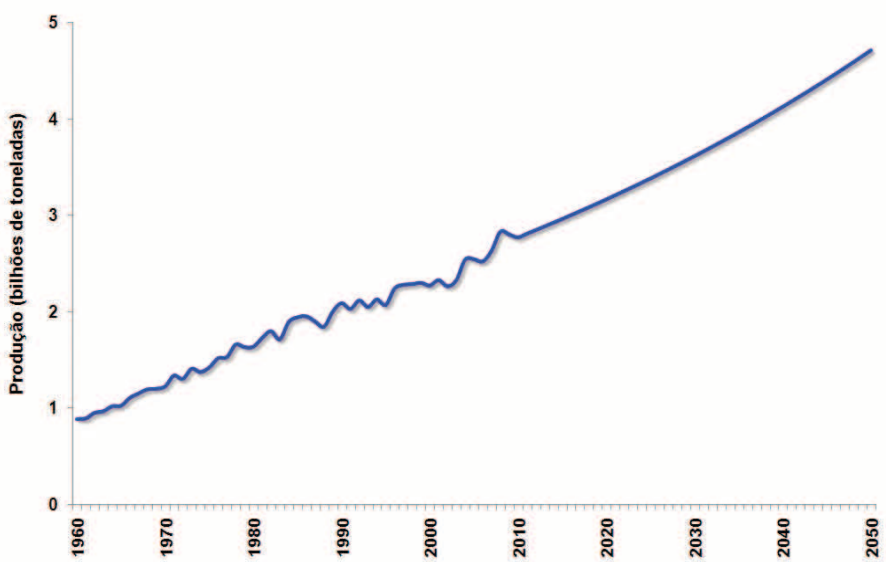


Figura 1. Produção mundial de grãos observada (até 2011) e estimada (até 2050).
 Fonte: Gazzoni (2012).

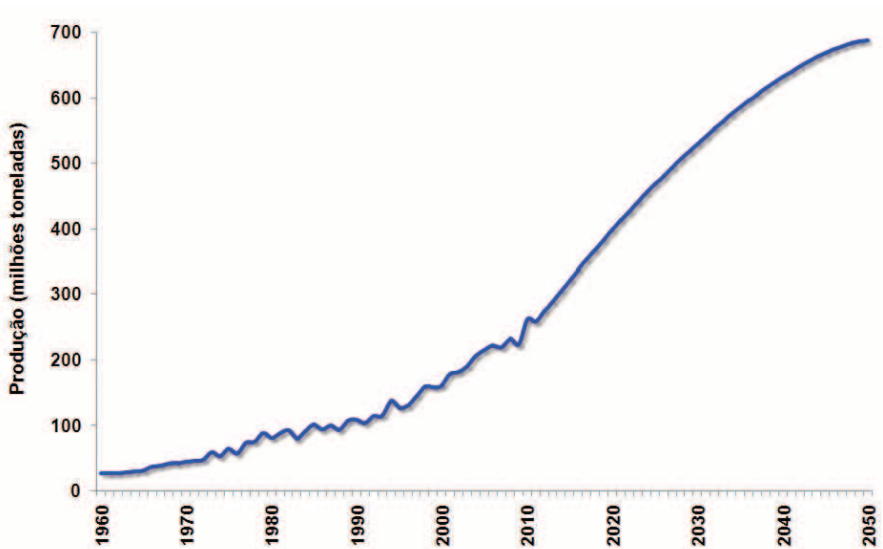


Figura 2. Produção mundial de soja observada (até 2011) e estimada (até 2050).
 Fonte: Gazzoni (2012).

ser um dos principais protagonistas na produção de grãos, particularmente de soja. Em 2011, a área de soja do Brasil foi de 24.181.000 ha, gerando 75.324.000 t de grãos, com produtividade média de 3.115 kg/ha (CONAB, 2011). A produção brasileira, colhida em 2011, representou pouco menos de um terço da produção mundial de soja. Na safra de 2012, a produção mundial está estimada em 260 milhões de toneladas, produzidos em uma área de, aproximadamente, 90 milhões de hectares (FAO, 2012). No Brasil, em 2012, foram plantados 24.972.200 hectares de soja, com produção de 68.745.500 kg (CONAB, 2012).

Devido à frustração da safra norte-americana e a manutenção da elevada demanda mundial, com perspectivas de que o Brasil venha a ser o maior produtor de soja em escala mundial, indica-se que a área plantada com soja deverá atingir 27 milhões de hectares, para a safra 2012/13. Para os próximos anos, as projeções indicam que a demanda do comércio internacional de grãos (que em 2011 movimentou quase 100 milhões de toneladas), associada à demanda doméstica dos países produtores, continuará a crescer em taxas próximas a 5% ao ano (Figura 3). A Figura 4 apresenta estimativas baseadas no cenário ajustado (GAZZONI, 2012) para os principais países produtores de soja. As projeções apontam para o protagonismo do Brasil na produção mundial de soja, em que a cultura deverá ocupar estimados 32 milhões de hectares, até 2025, partindo-se da premissa que, antes daquela data, sejam resolvidos os problemas inerentes ao custo Brasil¹. A expansão será fortemente induzida pela

¹ Por custo Brasil entende-se um conjunto de entraves que impedem a plena expressão do potencial do agronegócio, e de outros setores da economia brasileira, que incluem limitação de crédito, alta pressão tributária sobre o PIB, excessiva burocracia e regulamentação governamental, taxa de câmbio desfavorável e descompasso e anacronia da infraestrutura e logística, especialmente de armazenagem e transporte.

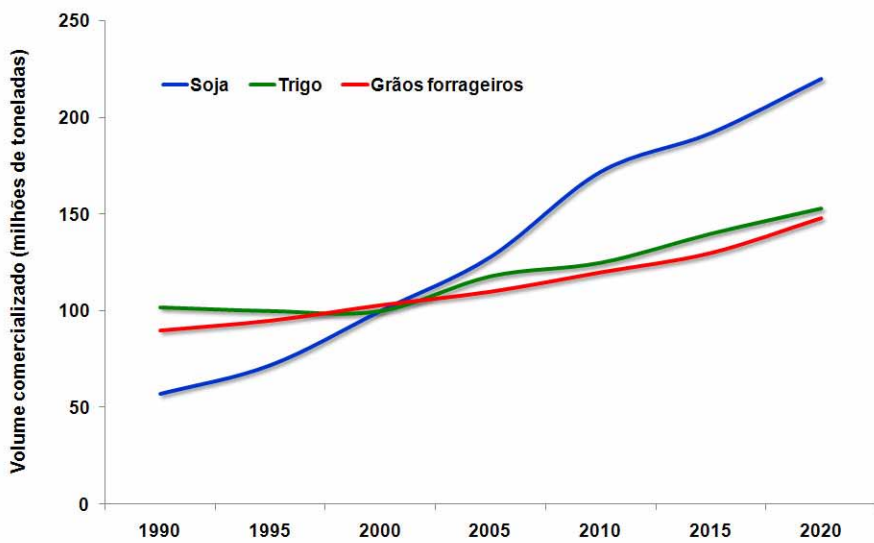


Figura 3. Volume comercializado no mercado internacional de grãos, observado (até 2011) e projetado (até 2020).

Fonte: USDA (2012).

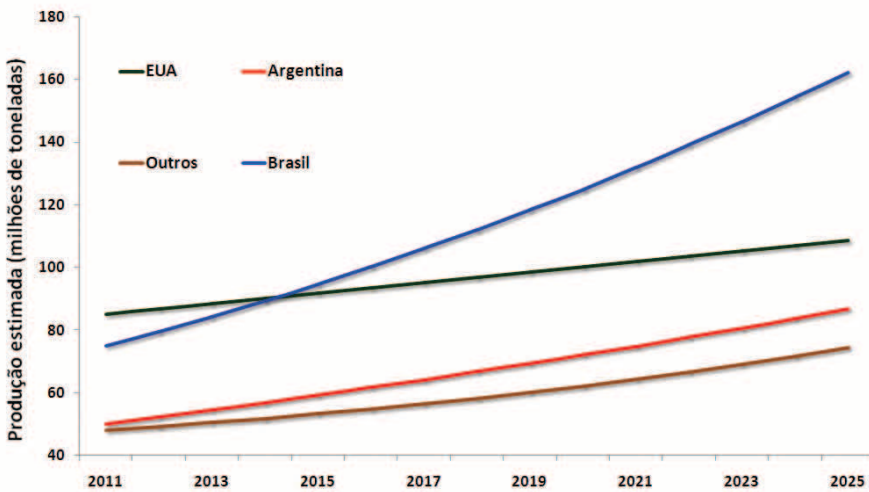


Figura 4. Produção estimada de soja para os principais países produtores.

Fonte: Gazzoni (2012).

tendência de cotações elevadas para os grãos no mercado internacional, com ênfase para a soja (Figura 5). A extensão da área cultivada com soja é muito importante do ponto de vista da adoção do MIP-Soja, em função da expansão para áreas novas, do aumento do tamanho da propriedade e das interações no sistema de produção.

Para visualizar a ocupação de espaço de mercado de soja pelo Brasil, o fulcro da análise deve estar centrado na capacidade de oferta dos atuais países produtores e, eventualmente, em novos *players* do mercado. Em condições *ceteris paribus*, os Estados Unidos, maior produtor mundial de soja, cederá a posição para o Brasil, ao longo desta década. A razão para essa inversão de posições está nas vantagens comparativas do Brasil, que possui área de expansão disponível e que obtém alta

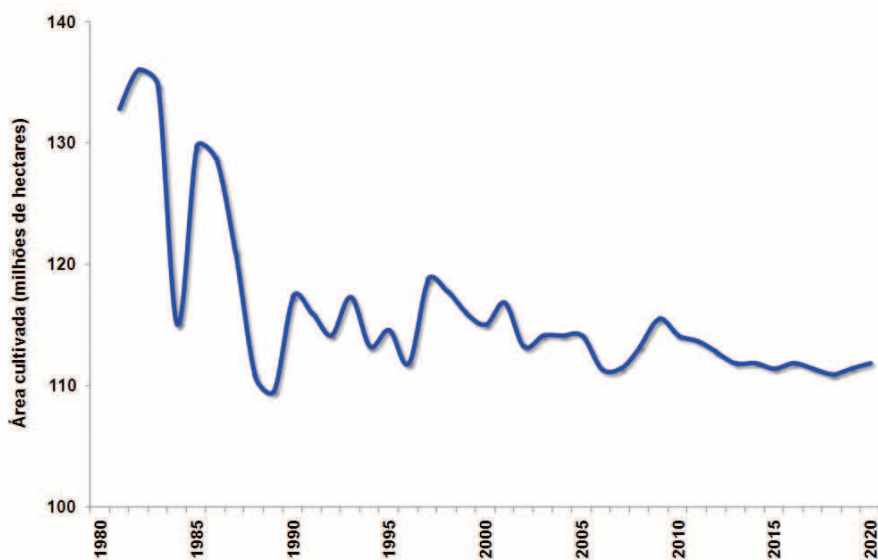


Figura 5. Área cultivada com os seis principais grãos (soja, trigo, milho, sorgo, algodão, arroz), nos EUA.

Fonte: USDA (2012).

produtividade nas áreas cultivadas. De sua parte, os EUA esgotaram sua área de expansão agrícola, dependendo de *trade off* de área entre grandes culturas, em especial entre soja e milho (Figura 5). Entretanto, de acordo com USDA (2011), os incentivos para a produção de milho naquele país, em especial para a produção de etanol, induzem o agricultor a ampliar os investimentos nesta cultura, em detrimento da soja. Como tal, as projeções para 2020 indicam que a área plantada com milho deverá crescer 6% e a produção 20%, enquanto a área de soja crescerá 2% e a produção 10% (USDA, 2011). Estes números apontam claramente que o vetor de aumento da produção de soja nos EUA é o incremento da produtividade, mantendo a área relativamente estabilizada.

O terceiro maior produtor de soja em escala mundial é a Argentina, cuja principal área de produção (*Pampa umeda*) se encontra em vias de esgotamento e a expansão somente poderá ocorrer em regiões sem as vantagens topográficas, de fertilidade de solo, de oferta de água e de proximidade de portos, como a atualmente explorada. Como tal, reduz-se a rentabilidade e a competitividade da Argentina, limitando a expansão da produção que, no entanto, somente deve ser percebida com maior intensidade pelo mercado posteriormente a 2020. Outros países sul-americanos (Uruguai, Paraguai e Bolívia) possuem áreas limitadas de expansão, que devem esgotar-se no início da próxima década.

Outros países produtores, como Canadá, China e Índia, possuem enormes limitações de expansão de área, devendo o incremento de sua oferta ser marginal, comparativamente ao aumento da demanda mundial. Existem grandes investimentos agrícolas em curso em países da África, porém as perspectivas de um impacto efetivo no mercado devem ser vislumbradas de forma conservadora, posto que estes países carecem de fatores competitivos básicos. Entre eles devem-se mencionar deficiências

de tecnologia, logística, infraestrutura, mão de obra qualificada, marcos institucionais sólidos, garantias de cumprimento de contratos, entre outros aspectos. Também existem outras desvantagens, como guerras civis e tribais quase permanentes, endemias e epidemias, baixa qualidade de ensino, deficiências de saneamento básico e de serviços de saúde, que os tornam pouco atrativos para pessoal qualificado e criam um ambiente adverso à atração de investimentos produtivos. Esses entraves devem ser mitigados ou solucionados no curso de uma geração e permitir maior expansão da produção de soja na África, a partir da década de 2030.

Como tal, o Brasil surge como o país com melhores vantagens comparativas para apropriar-se da maior parcela da expansão do mercado de soja, no médio prazo. Do ponto de vista econômico e de desenvolvimento do país, esta é uma excelente perspectiva, à qual devem ser adendadas as oportunidades que se abrem para a exportação de milho em grão ou através de produtos derivados de animais (suínos e aves) e de algodão. Entretanto, pela óptica dos Programas de Manejo Integrado de Pragas, a contínua expansão de área e o crescimento da produção verticalizada, na forma de duas e até três safras de grãos por ano, na mesma área, potencializam desafios já enfrentados atualmente.

Um dos principais problemas remete à adaptação de pragas de uma cultura a outra, como já observado com espécies do gênero *Spodoptera*, pragas tradicionais do milho, que passaram a alimentar-se de soja e a lagarta-da-maçã do algodão [*Heliothis virescens* (Fabricius, 1781)], cujo ataque às vagens de soja tem se constituído em preocupação para os produtores, ou da dispersão de percevejos [*Nezara viridula* (Linnaeus, 1758), *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) e *Euschistus heros* (Fabricius, 1798)], atacando plântulas de milho ou mesmo maçãs do algodão cultivado após a colheita da soja no Brasil

Central. Com os plantios consecutivos, na mesma área, aumenta a disponibilidade de alimento, em forma contínua, para pragas adaptadas a mais de uma cultura.

6. MACROTENDÊNCIAS QUE AFETARÃO O MIP

Conceitualmente, não são vislumbradas mudanças que representem quebras de paradigmas conceituais nos Programas de MIP, para a próxima década. Além da necessidade de superar os entraves que impediram sua adoção em larga escala, alguns aspectos merecem destaque, pela importância que virão a ocupar, quais sejam:

i. Soja cultivada em áreas extensas e contínuas. Como referido anteriormente, o aumento do tamanho médio da lavoura de soja representa um dos principais entraves à adoção do MIP pelas dificuldades para o monitoramento das pragas, pela relação ajustada entre área e disponibilidade de aviões de pulverização agrícola, de máquinas, implementos e mão de obra, pelas restrições climáticas e pela coincidência de demanda de controle fitossanitário entre lavouras da mesma região, que impede o uso mais racional das técnicas de controle.

O aumento da demanda mundial de soja – que deve ser acompanhada pelo aumento concomitante da demanda de milho e de algodão – implica em áreas progressivamente mais extensas e farta disponibilidade de alimento para os insetos, em forma contínua, com as restrições de controle acima citadas. Adicionalmente, a expansão da área de cultivo de soja e de outros grãos deverá ocorrer na região tropical do país (Centro-Oeste e MATOPIBA), onde os insetos encontram as condições mais adequadas para o seu desenvolvimento e reprodução em larga escala, originando altas populações que colonizam e afetam a produção das culturas. A agenda de pesquisa deve contemplar o desenvolvimento de métodos que permitam contornar essas limitações.

ii. Elevado preço das commodities. De acordo com analistas do mercado internacional de produtos agrícolas, a tendência para a presente década é a manutenção de altos preços para as principais commodities agrícolas, em especial grãos com alta demanda (soja, milho, trigo), além do açúcar e do algodão. Esta tendência já vinha sendo observada desde o início do presente século (Figura 6), pois, apesar da perturbação ocasionada pela crise financeira de 2008/09, a tendência registrada entre 2002 e 2012 é de preços em ascensão, destacando-se os grãos (soja, milho, trigo e arroz) como aqueles de preços mais firmes e de melhor perspectiva.

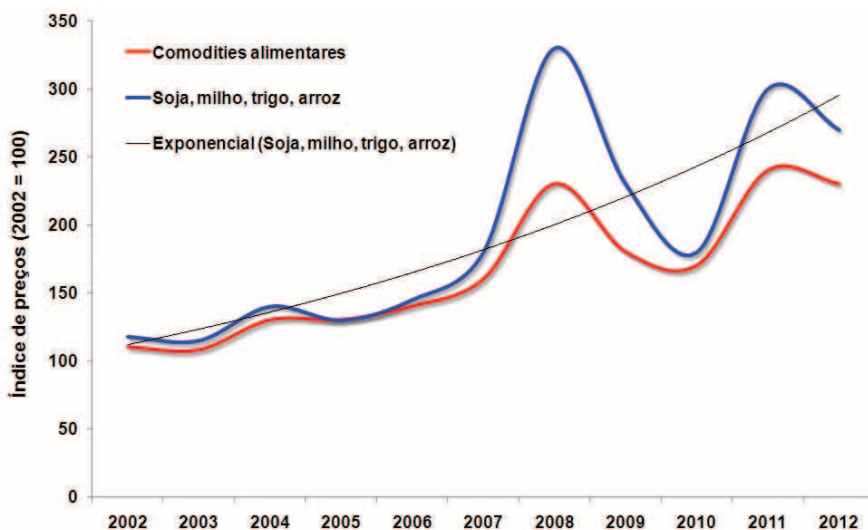


Figura 6. Preços de *commodities* agrícolas, destacando soja, milho, trigo e arroz. Fonte: Adaptada de Trostle (2012).

Com o preço em alta, altera-se o patamar de decisão da relação custo de controle e valor da produção que seria perdida com o ataque das pragas. Como tal, a percepção do agricultor é que um número maior de aplicações de inseticidas, mesmo que

algumas sejam desnecessárias, constituir-se-ia em uma estratégia conservadora adequada, considerando a baixa participação ponderal do controle de insetos no custo de produção da soja e o elevado valor de mercado do grão. Esse é um dos principais desafios a serem vencidos para alcançar elevados índices de adoção do MIP-Soja, não sendo muito dependente de inovações tecnológicas, porém de um processo educacional dos agricultores.

iii. Dificuldade de controle de percevejos. O complexo de percevejos, em especial a espécie *E. heros*, tem ganhado importância como praga de soja, com elevado potencial de danos que redundam em aumento de custos (mais aplicações de inseticidas) e prejuízos econômicos (redução da produtividade e da qualidade). Estima-se que, atualmente, cerca de 40% das aplicações de inseticidas na cultura de soja objetivem o controle de percevejos. As poucas alternativas de inseticidas existentes e a dificuldade para seu controle exigem atenção especial e ações específicas de pesquisa e desenvolvimento. Tanto os pesquisadores quanto agentes de assistência técnica e agricultores se ressentem da falta de alternativas, em especial de um leque de inseticidas efetivamente eficientes e consentâneos com as exigências do MIP.

Além da dificuldade natural de identificação de novas moléculas de inseticidas para controle de percevejos, tanto a legislação de registro de agrotóxicos quanto a legislação de inocuidade de alimentos refletem os anseios da sociedade, cada vez menos tolerante com agressões ao ambiente e com perigos à saúde. Em decorrência, as condições para que um novo inseticida ingresse no mercado são cada vez mais restritivas e o custo de desenvolvimento maior, o que implica em menor número de opções, limitadas aos mercados suficientemente amplos para assegurar o retorno do investimento em um prazo compatível com a rentabilidade almejada pelos investidores.

À época da redação deste capítulo, não havia perspectiva de novas moléculas de inseticidas, para controle de percevejos no âmbito do MIP-Soja, que pudessem estar disponíveis no mercado ainda nesta década. Esse fato se potencializa quando se considera o aumento constante nas populações de percevejos e o aumento da interação com outras culturas nas quais os percevejos também são pragas importantes. Associando esses fatos com a introdução da soja Bt no sistema de produção, estima-se que, até o final da presente década, mais de 60% das aplicações de inseticidas em soja serão destinadas ao controle de percevejos.

iv. Introdução da soja Bt. O estudo de cultivares transgênicas tolerantes ou resistentes a insetos remonta ao início da década de 1990 (PARROTT et al., 1994) e representa o principal avanço que se antecipa para os programas de MIP na próxima década (FERRY et al., 2006), cujas vantagens foram elencadas na revisão de Kumar et al. (2008). O principal aspecto desta inovação é a conjugação de controle biológico e resistência de plantas, que passam a ser utilizadas concomitantemente. Com a liberação pela CTNBio, em 2010, da cultivar de soja resultante do cruzamento entre as cultivares transgênicas MON 87701 (contendo o gene *Cry1Ac*, originário de *Bacillus thuringiensis* Berliner, e resistente a insetos) x MON 89788 (soja contendo o evento RR2, resistente ao herbicida glifosato), a perspectiva é de que ela ingresse brevemente no circuito comercial.

Análises preliminares da aceitação da tecnologia pelo agricultor, baseadas em exemplos similares no Brasil e no exterior, permitem antever que, em cinco anos após o início do cultivo comercial, a adoção deverá situar-se em torno de 60% a 70% da área de soja. Considerando que, em teoria, cerca de 10% da área deve ser reservada para refúgio, o teto de adoção de cultivares Bt será de 90%, o que deve ocorrer na primeira metade

da década de 2020. Portanto, é possível antecipar algumas mudanças no uso de inseticidas para controle de pragas de soja. As estimativas disponíveis indicam que, em 2010, cerca de 60% do volume de inseticida utilizado em soja destinava-se ao controle de lagartas, valor este que deve situar-se abaixo de 30% até 2020.

O sistema de produção de soja, em especial o MIP, deverá adaptar-se a esta inovação tecnológica, que contará com uma poderosa tática de controle de insetos mastigadores, com uma externalidade positiva, que é o menor impacto de inseticidas sobre inimigos naturais, no início da estação. Em teoria, esse fato permitirá atuação mais intensa do controle biológico natural sobre as posturas iniciais de espécies de percevejos fitófagos, reduzindo a necessidade de aplicação de inseticidas. Como a tecnologia de variedades, cultivares e híbridos Bt é muito recente, não está claro o que deve ocorrer, após alguns anos de seu cultivo, em relação à ocupação do nicho ecológico e o aproveitamento da disponibilidade de alimento por outras pragas, sejam elas pragas secundárias ou pragas que não ocorriam anteriormente na cultura.

Apenas o monitoramento da entomofauna da soja, ao longo de todo o ciclo, em diferentes localizações geográficas, épocas de plantio e sistemas de produção, permitirá identificar as eventuais modificações na composição das pragas e as evoluções necessárias nas recomendações do MIP. Entretanto, existe uma ameaça à sua longevidade, representada pelo risco de desenvolvimento de resistência de insetos aos eventos, não obstante os estudos de Bates et al. (2005) e de Ferry et al (2006) concluírem que, uma década após o início do uso comercial de cultivares e variedades Bt, em diversos cultivos e regiões, não havia sido registrado nenhum caso de desenvolvimento de resistência.

Segundo Kumar et al. (2008), o uso de áreas de refúgio, representadas pela semeadura de cultivares suscetíveis no entorno nas lavouras de soja semeadas com cultivares Bt, é a principal estratégia para evitar o desenvolvimento de resistência. Embora evitar o fenômeno de resistência de pragas a inseticidas (químicos ou biológicos) deva ser uma preocupação constante, no caso de cultivares Bt, a estratégia recomendada implica em ações que demandam tempo e uso de máquinas, o que pode resultar em aversão dos agricultores à sua observância, redundando no menor tempo de vida útil de cultivares com esta característica, o que aponta para ações de reforço contínuo para que a tática seja adotada por todos os agricultores que cultivem soja Bt.

O exemplo recente do uso de tecnologia similar (cultivares RR, resistentes ao glifosato) indicam que o risco de obsolescência precoce é real, pois já existem inúmeros casos, em diferentes países, de plantas daninhas que se tornaram resistentes ao glifosato, colocando em risco a continuidade de uso da tecnologia. No caso de soja Bt, a presença de refúgios implica em plantios diferenciados e em controle de lagartas, através de inseticidas químicos, apenas na área de refúgio. Observa-se uma resistência do agricultor em situações similares, nas quais são exigidas práticas que fogem da rotina do estritamente necessário para a implantação e manutenção da lavoura. Portanto, o advento de cultivares Bt, resistentes a lagartas, representa uma esperança de contrapor-se à ampliação do uso de inseticidas, porém existe um risco real de a vida útil da tecnologia ser abreviada pela não observância de critérios rigorosos de manutenção de refúgios, para evitar a quebra da resistência e o surgimento de pragas adaptadas à alimentação em cultivares resistentes. Portanto, o esforço para que a tecnologia seja usada pelos agricultores de forma correta deve constituir-se em prioridade das ações do MIP.

v. Resistência a insetos. O uso de cultivares Bt não é a única tática possível para desenvolvimento de cultivares resistentes a insetos-praga. Através da identificação de fontes adequadas de resistência e por processos clássicos de melhoramento genético, é possível desenvolver cultivares convencionais de soja resistentes a insetos. Um programa desta natureza foi iniciado na Embrapa Soja na década de 1990, com boas perspectivas de lançamento de cultivares comerciais no futuro próximo. Além disso, a identificação de metabólitos secundários de defesa da soja, constitutivos ou induzidos, e suas rotas metabólicas podem acelerar o processo de obtenção de genótipos resistentes (PIUBELLI et al., 2003, 2005).

Segundo Parrot et al. (2008), qualquer gene que se encontra na rota que leva à produção de um composto de defesa (por exemplo, maisin em milho) pode ser considerado um gene de resistência a insetos. Uma das dificuldades de desenvolvimento de cultivares resistentes é o antagonismo com o caráter alta produtividade, devido ao custo metabólico da resistência a insetos, ou seja, a dificuldade prática de desenvolver cultivares resistentes a insetos que também sejam altamente produtivas. Igualmente existe o risco sempre presente de modificação na composição genética das populações de pragas no campo, com capacidade de contornar as defesas introduzidas nas plantas de soja, permitindo o seu desenvolvimento e reprodução de forma similar às cultivares sem características específicas de resistência a pragas.

vi. Controle comportamental. As plantas emitem uma mistura de compostos orgânicos voláteis em resposta aos danos causados por insetos herbívoros, que podem servir como pistas para localização das pragas por seus inimigos naturais. Fabáceas como a soja e o guandu, após sofrerem danos de *E. heros*, liberam voláteis que atraem o parasitoide de ovos, *Telenomus*

podisi Ashmead, 1893 (MORAES et al., 2005), sendo esta estratégia compatível com a característica de resistência de genótipos de soja como 'IAC-100' e 'Dowling' (MICHEREFF et al., 2011). Esta característica pode ser potencializada para facilitar a atuação dos inimigos naturais de pragas. Igualmente, a evolução no desenvolvimento de técnicas de amostragem ou de controle de insetos, através do uso de feromônios, pode constituir-se em uma tática adicional do MIP para o futuro próximo, como apregoa Hare (2011).

vii. Controle biológico. O incremento da densidade populacional, a importação e liberação, e a conservação de inimigos naturais constituem as três abordagens básicas para o controle biológico de insetos no âmbito do MIP, de conformidade com Landis e Orr (2011). Técnicas específicas dentro dessas abordagens estão sendo constantemente desenvolvidas e adaptadas para atender às necessidades de mudança do manejo de pragas. Melhorias na criação e técnicas de liberação e melhoramento genético de inimigos naturais resultaram em mais programas de aumento efetivo de inimigos naturais no campo. A aplicação da teoria ecológica está transformando a óptica de pesquisa para a conservação de inimigos naturais.

O aperfeiçoamento contínuo e adaptação de métodos de controle biológico são necessários para otimizar o potencial desta técnica, em um contexto em que o controle químico sofre fortes restrições de uso. O desafio do controle biológico será o de desenvolver inimigos naturais altamente eficientes, sistemas de criação em larga escala e sistemas de comercialização abrangentes e adequados, a um custo competitivo com os agrotóxicos. O emprego do vírus de poliedrose nuclear da lagarta-da-soja, que foi largamente usado para o controle da praga nas décadas de 1980 e 1990, e que praticamente desapareceu na década atual, necessita ser analisado para identificar as razões do declínio de seu uso, para evitar sua repetição em programas futuros. Uma

política pública de suporte ao MIP seria o incentivo governamental para a criação e manutenção de laboratórios destinados a produzir agentes de controle biológico para uso comercial.

viii. MIP envolvendo o sistema de produção. O sistema predominante na maior parte das regiões agrícolas importantes do Brasil, que envolve a sucessão de cultivos como soja, milho, trigo, feijão e algodão, impõe que os programas de MIP sejam transversais às culturas, pela similaridade de problemas fitossanitários e pelo fato de as pragas de uma cultura estarem se adaptando às demais, com as quais convivem no mesmo espaço agrícola, por uma estratégia de coevolução.

Conforme referido em (i), a tendência para os próximos anos é de crescimento contínuo das lavouras de soja, milho e algodão, reafirmando a necessidade de que o MIP seja planejado para o sistema de produção efetivamente utilizado. Este fato implica em um desafio de pesquisa, pois exigirá a formação de equipes multidisciplinares de pesquisa para a condução de estudos que envolvam as pragas em um sistema de multicultivo. Além disso, representa um desafio para os agentes de assistência técnica e para os agricultores, enfocando o controle integrado de pragas dentro de um sistema mais amplo do que cada cultura individualmente, como vem sendo feito atualmente.

ix. Agricultura de precisão. Recentemente, este conjunto tecnológico vem conquistando adeptos no Brasil, em especial na cultura da cana-de-açúcar, porém com desdobramentos nas culturas de grãos, como milho e soja. Embora os instrumentos de precisão estejam mais voltados para as operações de plantio, fertilização e controle de plantas daninhas, observa-se o interesse de diferentes grupos de pesquisa em adequar o instrumental para uso no controle de pragas, incluindo novas técnicas de amostragem e sensoriamento, bem como de aplicação de inseticidas para controle de pragas.

Os desafios de pesquisa se voltarão para novas técnicas de amostragem e levantamento de populações, definições de talhões dentro de lavouras maiores, que exigirão medidas de controle diferenciadas, o desenvolvimento de métodos de aquisição e processamento dos dados obtidos e sua inserção em sistemas de posicionamento geográfico global e o desenvolvimento de equipamentos de aplicação que se adaptem às condições exigidas para a implantação de agricultura de precisão.

x. Novas pragas e ingresso de pragas exóticas. Devido à expansão da soja para novas áreas, ao cultivo e rotação ou sucessão de outras culturas, é factível esperar, para os próximos anos, que novas pragas venham a se adaptar à cultura da soja, eventualmente algumas delas tornando-se pragas principais. Embora limitado, o risco de ingresso de novas pragas no país é um evento sempre presente, conforme aumenta o intercâmbio comercial do Brasil com outros países. O Capítulo 7, que trata de pragas exóticas, ou seja, insetos que atacam a soja em outros países, alinha algumas espécies que, na eventualidade de seu ingresso no país e de adaptação às suas condições ecológicas, poderiam se constituir em novas e sérias ameaças, pelos danos causados à cultura, nos países em que já se encontram estabelecidas. As necessidades de pesquisa e de ações para evitar ou reduzir o risco de ingresso também são explicitadas no Capítulo 7. As ações do MIP, em especial o monitoramento e o acompanhamento das pragas e seus danos, deve incluir a possibilidade de ingresso eventual de uma praga exótica.

xi. Mudanças climáticas globais. Em função do aumento das emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa, o clima do planeta passa por profundas transformações que, conjuntamente, aumentam a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos e que, no longo prazo, modificam o padrão de precipitação pluviométrica, as médias de temperaturas

máximas e mínimas, com tendência de aumento da temperatura média global.

Sabe-se que a biologia dos insetos guarda uma estreita correlação com a oferta térmica e que mesmo pequenos aumentos da temperatura média (por exemplo, 1 °C) conduzem à redução da duração do ciclo do inseto, permitindo colonização mais precoce e eventual aumento do número de gerações de insetos pragas, como *A. gemmatilis*, em determinados cultivos (SILVA et al., 2012). Igualmente, a redução das restrições térmicas e o aumento da oferta de alimento, em um momento do calendário que não era tradicionalmente ocupado por culturas agrícolas, podem aumentar ainda mais a população e os danos das pragas.

Estudos básicos da biologia das diferentes espécies de pragas, bem como de seus inimigos naturais, em condições de alteração do regime térmico e pluviométrico, na umidade relativa do ar e na concentração de gás carbônico na atmosfera serão necessários. Como as plantas, cultivadas ou não, também serão afetadas pelas mudanças climáticas, será necessário estudar as interações tritróficas entre plantas, insetos e seus inimigos naturais, para entender as alterações que ocorrerão e para efetuar as necessárias adaptações na tecnologia do MIP-Soja.

xii. Terceirização do controle de pragas. Embora existam na legislação trabalhista brasileira aspectos que se constituem em obstáculos à terceirização de atividades consideradas como fundamentais para a produção agrícola, a contratação de empresas especializadas no controle de pragas é uma atividade corrente em muitos países, incluindo os vizinhos Argentina e Uruguai. Avalia-se que esta tendência deverá firmar-se no Brasil, no futuro próximo, criando um novo elo no âmbito do planejamento da implantação dos programas de MIP em larga escala.

Atualmente, cerca de 30% do controle de pragas nas lavouras de soja é efetuado através de aplicação aérea terceirizada (não computadas as aplicações aéreas com aeronaves próprias), e os conflitos entre as recomendações do MIP e as condições práticas de controle são uma antevisão do que poderá ocorrer com um sistema em que a terceirização ganha maior escala. O principal ponto de conflito se refere ao calendário de uso dos equipamentos, que segue uma lógica geográfica e de “fila de atendimento”, em que o agricultor se obriga a reservar uma data para as operações de controle de pragas com relativa antecedência, sem o que enfrenta o risco de não dispor de meios de controle de pragas.

Os mesmos equipamentos utilizados para controle de insetos-praga também são requeridos para controle de doenças, em especial a ferrugem-da-soja, acirrando ainda mais a disputa por equipamento em curtos períodos de tempo, como é o caso do período entre R3 e R7, em que a demanda por controle de percevejos coincide com a necessidade de aplicações de fungicidas para controle da ferrugem-da-soja.

xiii. Assistência técnica. Nos últimos 30 anos, ocorreram o surgimento e o desaparecimento das empresas públicas de assistência técnica (EMATERs). Por inúmeras razões, as instituições não mais existem em diversos estados, sendo poucos os locais em que são ativas e atuam fortemente junto aos agricultores. A assistência técnica prestada por cooperativas agrícolas é relativamente limitada, e mesmo o contingente de consultores independentes não acompanhou o crescimento da área agrícola do país, nos últimos 15 anos.

Grande parte da assistência técnica atualmente é prestada diretamente por empresas produtoras ou revendedoras de insumos, sendo flagrante o conflito entre as recomendações técnicas do MIP-Soja – que buscam minimizar o uso de

inseticidas ao estritamente necessário – e as metas de vendas de inseticidas que necessitam ser cumpridas pelos agentes de assistência técnica, vinculados aos fabricantes ou revendas. Esta não é uma questão que possa ser resolvida por via tecnológica, e sua solução passa por medidas institucionais e organizacionais mais amplas, buscando uma solução de compromisso de mais longo prazo que melhor atenda os interesses do Brasil.

xiv. Restrições no comércio internacional. A presença de contaminantes químicos ou biológicos, como resíduos de inseticidas ou presença de insetos (ovo, pupa, adulto) em armazenamento, redundam em severas restrições ao comércio internacional, posto que a legislação dos países importadores de alimentos tem se tornado progressivamente mais rígida, nos últimos anos, como forma de proteção à saúde de seus cidadãos, ao seu meio ambiente e à sua produção agrícola. Portanto, a estrita observância dos parâmetros de controle de pragas, evitando qualquer forma de contaminação, o que implica em aplicação mínima de inseticidas, é um requisito fundamental imposto ao produtor de soja, para garantir o acesso aos mercados. Na esteira desta exigência, programas voluntários ou políticas públicas de rastreabilidade e certificação que comprovem a utilização de Boas Práticas Agrícolas, Boas Práticas Ambientais e observância da Legislação Trabalhista compõem-se em pilstras que podem induzir a maior adoção do MIP.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios futuros do MIP-Soja se mostram muito maiores que aqueles enfrentados na fase inicial de sua implantação no Brasil. Após o período inicial de implantação do MIP-Soja no Brasil, em que houve uma redução superior a 80% nas aplicações de inseticidas para controle de pragas da soja, reduzidas de 5-6 para 1-2 aplicações por safra (GAZZONI, 1994), que

perdurou até a década de 1990, observou-se um progressivo aumento no uso de inseticidas na cultura e, na década de 2010, são frequentes as lavouras nas quais observa-se um retorno aos níveis de uso intenso de inseticidas, observados no início da década de 1970. Essa situação é claramente insustentável e não pode persistir, sob pena de graves problemas ambientais e agrônômicos, com eventuais desdobramentos de impactos negativos na saúde pública, no custo de produção e em barreiras à comercialização externa da soja brasileira.

Apesar dos avanços impressionantes da capacidade de investigação entomológica, o que inclui melhor qualificação de profissionais, equipamentos modernos, acesso à literatura, intercâmbio de informações, participação em redes de pesquisa nacionais e internacionais, as necessidades de pesquisa básica e de desenvolvimento tecnológico são mais complexas que no início da implantação do MIP-Soja, na década de 1970. O corolário desta constatação é a necessidade de conferir alta prioridade para as pesquisas e para a transferência de tecnologia que envolva o MIP.

O primeiro desafio será desenvolver fórmulas inovadoras de aplicação de conceitos de manejo integrado de pragas que sejam consentâneas com a nova e dinâmica realidade de campo, o que inclui o predomínio das regiões tropicais para cultivo de soja, a sua integração em sistemas de produção mais complexos e com grande sobreposição de pragas comuns a diferentes culturas no mesmo sistema, e a grande extensão das lavouras. Emoldurando este conjunto encontra-se um fenômeno que cresceu em importância nos últimos dez anos, preocupando sobremaneira os produtores rurais, que é a ausência de mão de obra disponível para as lides do campo.

Portanto, será necessário formular um sistema de MIP abrangente, que contemple diferentes sistemas de produção,

em que as pragas e inimigos naturais coabitem ao mesmo tempo ou em sucessão, em especial envolvendo as culturas de soja, milho, algodão, feijão e trigo. Como exemplo, em 2008, profissionais de instituições de pesquisa e ensino, da assistência técnica e extensão rural, da Secretaria da Agricultura do Paraná e do SENAR constituíram um Grupo Gestor do MIP no Paraná, com a missão de discutir as necessidades de pesquisa e de transferência de tecnologia para a retomada da adoção do MIP, visando a racionalização no uso de agrotóxicos nas principais culturas do Estado do Paraná. Exemplo similar também está em curso no Estado de Goiás. A disponibilidade de alimentação de qualidade às pragas, ao longo da maior parte do ano, obriga a que o sistema de produção seja o ponto focal do MIP, que não pode mais atentar apenas para cada cultivo, isoladamente.

Outro desafio importante será o entendimento das sinergias e antagonismos representados pelo conjunto de medidas fitossanitárias aplicadas no sistema, o que inclui o controle de outras pragas como plantas invasoras, nematoides e enfermidades de plantas. Por exemplo, a necessidade de uso de fungicidas em larga escala, para controle da ferrugem-da-soja, provocou um enorme impacto entre fungos que atuavam como importantes agentes de controle biológico de pragas, provocando a mudança de *status* de pragas secundárias para principais ou o surgimento de novas pragas. As misturas em tanque, envolvendo herbicidas e inseticidas ou fungicidas e inseticidas, em que a decisão do momento de aplicação é tomada com base na necessidade de controle de plantas invasoras ou fungos, além de ilegal, é uma ameaça constante à adoção do MIP.

Efetuar levantamentos de pragas em áreas extensas, sob o sol escaldante das regiões tropicais, com restrições de disponibilidade de mão de obra exige aplicar outras metodologias que não o uso do pano-de-batida, que é o método comprovadamente

eficiente e tradicional do MIP-Soja. Entender as migrações que ocorrem entre as diferentes culturas e lavouras será importante para estabelecer sistemas de monitoramento de pragas que extrapolem uma cultura isolada e mesmo uma única propriedade. Estes condicionantes impõem a necessidade de estudos para o desenvolvimento de novas técnicas de levantamento e monitoramento de pragas de soja, porém, enquanto uma nova técnica de amostragem não estiver disponível, o método do pano continua sendo a indicação oficial.

Desenvolver tecnologias de controle biológico que sejam tecnicamente factíveis e economicamente competitivas também será um grande desafio, face a diversidade de pragas do sistema de produção e o impacto que outras formas de controle, mormente inseticidas e fungicidas, terão sobre os agentes de controle biológico.

O surgimento de cultivares Bt significa um avanço importante entre as táticas disponíveis para controle de pragas de diversas culturas, como milho, canola, algodão e, no futuro breve, soja. Além de controlar algumas espécies importantes de lepidópteros, uma externalidade positiva do uso de cultivares Bt será a preservação de insetos que atuam como predadores ou parasitoides de pragas, devido ao menor uso de inseticidas para o controle de lagartas, não seletivos a estes agentes de controle biológico. Entretanto, existe o risco sempre presente de surgimento de populações de lepidópteros insensíveis às toxinas produzidas pelas cultivares Bt, devido ao não uso de refúgio por parte dos agricultores. Como os eventos são similares para as diferentes culturas com cultivares ou variedades Bt, e algumas das pragas atacam mais de uma cultura para as quais existem eventos Bt, aumenta o risco de surgimento de populações insensíveis. A transferência de tecnologia do MIP deve incorporar a necessidade de utilização de áreas de refúgio e o seu manejo

adequado, para contornar o risco de desenvolvimento de insensibilidade das pragas à soja Bt.

O desenvolvimento de cultivares de soja resistentes a pragas, além das cultivares Bt, é um objetivo a ser perseguido como forma de tornar mais consistente o MIP Soja. Alguns obstáculos importantes necessitarão ser superados, em especial a dificuldade de reunir em uma mesma cultivar diversas características desejadas, como alta produtividade, arquitetura de plantas, ciclo, tolerância ou resistência a doenças e nematoides, ciclo, dentre outras.

As imposições legais para o registro e uso de agrotóxicos, vigentes nos principais países, se tornaram extremamente severas em relação aos impactos ambientais e de saúde humana dos agrotóxicos. Embora as indústrias químicas sintetizem, anualmente, diversas moléculas com efeito inseticida, praticamente todas têm sido descartadas nos testes de toxicidade humana ou de impacto ambiental. Em consequência, a disponibilidade de inseticidas (mesmo sem características importantes, como a seletividade a inimigos naturais) para controle de algumas pragas-chave, como percevejos, é cada vez menor, e as perspectivas futuras são pouco animadoras. Com uma área cultivada que, no curto prazo, superará 30 milhões de hectares de soja, a dependência de um ou dois ingredientes ativos para controle de percevejos permite inferir que, em médio prazo, populações resistentes a esses inseticidas surgirão, dificultando ainda mais o seu controle. Portanto, impõe-se a necessidade de utilização de critérios rígidos para a decisão de efetuar uma aplicação para controle de pragas, evitando o desenvolvimento de resistência aos inseticidas.

O sistema de assistência técnica e extensão rural sofreu profundas transformações nos últimos 20 anos, com o desmonte quase total do sistema de extensão rural público, atualmente

restrito a poucos estados e com foco exclusivo nos assentamentos de reforma agrária e nos pequenos produtores rurais, que não terão a soja como cultivo importante. O sistema cooperativista e os escritórios privados de assistência técnica também perderam importância relativa como fonte de transferência de tecnologia aos produtores. Os grandes proprietários rurais dispõem de profissionais de Agronomia exclusivos, que se valem de consultores especializados em determinados temas (nutrição, fitossanidade, maquinaria) para atender suas necessidades de informação e recomendação tecnológica. Este deve ser um público preferencial para as ações de transferência da tecnologia do MIP.

A maior mudança que ocorreu no sistema de transmissão de informações ao agricultor, em tempos recentes, foi a criação de grupos de assistência técnica vinculados às grandes corporações produtoras de insumos (sementes, agrotóxicos, fertilizantes), que mesclam atividades comerciais de vendas destes insumos com as recomendações de manejo do solo e da cultura, reduzindo ainda mais o espaço para transmissão das recomendações do MIP.

O desafio a superar será encontrar novos canais para fazer com que as recomendações do MIP cheguem à assistência técnica e, particularmente, ao produtor rural, como elemento essencial para revitalizar a adoção das recomendações do MIP e consequente sustentabilidade do sistema produtivo.

Ainda assim, o desafio final vai além das soluções tecnológicas, postas as suas limitações, dependendo da adesão dos produtores, decorrente de um processo de conscientização da importância da adoção de tecnologias sustentáveis, e de estímulos provenientes de políticas públicas voltadas à sustentabilidade da agricultura brasileira.

8. REFERÊNCIAS

- BATES, S.L.; ZHOU, J.Z.; ROUSH, R.T.; SHELTON, A.M. Insect resistance management in GM crops: past, present and future. **Nature Biotechnology**, v. 23, p. 58-62, 2005.
- CESB – Comitê Estratégico Soja Brasil. 2012. **Apresentação do case campeão de produtividade de soja Norte/Nordeste e Nacional**. Disponível em: <http://www.desafio soja.com.br/Arquivos/Case_Regiao_NorteNordeste.pdf>. Acesso em: 4 set. 2012.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira** – décimo segundo levantamento, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_19_09_49_47_boletim_setembro-2011.pdf>. 40 p. 2011. Acesso em: 31 Out. 2011.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira** – décimo segundo levantamento, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. 30 p. Acesso em: 11 out. 2012.
- 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 Review**, v. 5, p. 75-80, 2000.
- EHLER, L.E.; BOTTRELL, D.G. **The illusion of integrated pest management**. Science and Technology, National Academy of Sciences. 2000. Disponível em: <<http://www.issues.org/16.3/ehler.htm>>. Acesso em: 31 out. 2011
- FAO – Food and Agriculture Organization. FAOSTAT, **Crops database**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 4 set. 2012.
- FERRY, N.; EDWARDS, M.G.; GATEHOUSE, J.; CAPELLI, T.; CHRISTOU, P.; GATEHOUSE, A.M.R. Transgenic plants for insect pest control: a forward looking scientific perspective. **Transgenic Research**, v. 15, p.13-19, 2006.
- GAZZONI, D.L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Londrina: Embrapa-CNPSo, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 72 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 78).
- GAZZONI, D.L. **Soja: ameaças e oportunidades**. Disponível em: <http://www.desafio soja.com.br/Arquivos/Palestra_Ameacas_e_Oportunidades_Cultura_da_Soja-Decio_Gazzoni.pdf>. Acesso em: 4 set. 2012.
- GEIER, P.W. Management of insect pests. **Annual Review of Entomology**, v. 11, p. 471-490. 1966.
- HARE, J.D. Ecological role of volatiles produced by plants in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 161-80, 2011.

- KOGAN, M. Plant Resistance in pest management. In: METCALF, R.L. e LUCKMAN, W.H. (Ed.) **Introduction to insect pest management**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 587 p.
- KUMAR, S.; CHANDRA, A.; PANDE, K.C. *Bacillus thuringiensis* (Bt) transgenic crop: an environment friendly insect-pest management strategy. **Journal of Environmental Biology**, v. 29, p. 641-653, 2008.
- LANDIS, D.A.; ORR, D.B. Biological control: approaches and applications. In: RADCLIFFE, E.B.; HUTCHISON, W.D.; CANCELADO, R.E. (Ed.). **Radcliffe's IPM world textbook**. St. Paul: University of Minnesota, 2011. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu>>. Acesso em: 1 nov. 2011.
- MICHEREFF, M.F.F.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M.; MICHEREF-FILHO, M.; DINIZ, I.R.; FARIA-NETO, A.L.; MORAES, M.C.B. Volatiles mediating a plant-herbivore-natural enemy interaction in resistant and susceptible soybean cultivars. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, p. 273-285, 2011.
- MORAES, M.C.B.; LAUMANN, R.A.; PIRES, C.S.S.; SUJII, E.R.; BORGES, M. Induced volatiles in soybean and pigeon pea plants artificially infested with the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, and their effect on the egg parasitoid, *Telenomus podisi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 115, p. 227-237, 2005.
- NEWSON, L.D. The end of an era and future prospects for insect control. Proceedings Tall Timbers Conference Ecology Animal Control by Habitat Management, v. 2, p. 17-36, 1970.
- PARROTT, W.A.; ALL, J.N.; ADANG, M.J.; BAILEY, M.A.; BOERMA H.R.; STEWART, C.N. Recovery and evaluation of soybean plants transgenic for a *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* insecticidal gene. **Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 30, p. 144-149, 1994.
- PARROTT, W. A.; WALKER, D.; ZHU, S.; BOERMA H. R.; ALL, J. Genomics of insect-soybean interactions. In: STACEY, G. (Ed.). **Genetic and genomics of soybean**. Springer Science + Business Media, 2008. p. 269-291.
- PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. New York: MacMillan Inc., 1989. 646 p.
- PIMENTEL, D. **Encyclopedia of Pest Management**. CRC Press: Boca Raton, 2002. 532 p.
- PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; ARRUDA, I.C.; FRANCHINI, J.C.; LARA, F.M. Flavonoid increase in soybean as a response to *Nezara viridula* injury and its effect on insect-feeding reference. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, p. 1573-1561, 2003.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, p. 1509-1525, 2005.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2011/2012, em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 9 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico ,168). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42298/1/COT-168-2011.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2012.

SILVA, D.M. da; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; BUENO, A. de F.; BUENO, R.C.O. de F.; OLIVEIRA, M.C.N. de; MOSCARDI, F. Biological characteristics of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) for three consecutive generations under different temperatures: understanding the possible impact of global warming on a soybean pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 285-292, 2012.

STERN, V.M. Economic thresholds. **Annual Review of Entomology**, v. 18, p. 259-280 1973.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R. ; HAGEN, R.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

TROSTLE, R. **Food commodity prices: past developments and future prospects**. Presentation made on the Agricultural Outlook 2012. Disponível em: <www.usda.gov/2Foce%2Fforum%2F2012_Speeches%2FTrostle.ppt&ei=1P1FUJvabiWQ9QSAtoC4Dw&usq=AFOjCNHS7C6fy9HS7ZBw38L1Y_fQHT8mZw>. Acesso em: 4 set. 2012.

TURNIPSEED, S.G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p. 247-281, 1976.

USDA. **USDA agricultural projections to 2020**. 2011. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/archive_projections/USDAgriculturalProjections2020.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2011.

USDA. **USDA agricultural projections to 2021**. 2012. Disponível em: <http://www.usda.gov/oce/commodity/archive_projections/USDAgriculturalProjections2021.pdf>. Acesso em: 4 set. 2012.

VAN DEN BOSCH, R. Biological control of insects. **Annual Review Ecology Systems**, v. 2, p. 45-66, 1971.

VAN DEN BOSCH, R. **The pesticide conspiracy**. New York: Doubleday e Co. Inc., 1966. 212 p.

WAY, M.J.; VAN EMDEN, H.F. Integrated pest management in practice — pathways towards successful application. **Crop Protection**, v. 19, p. 81-103, 2000.

