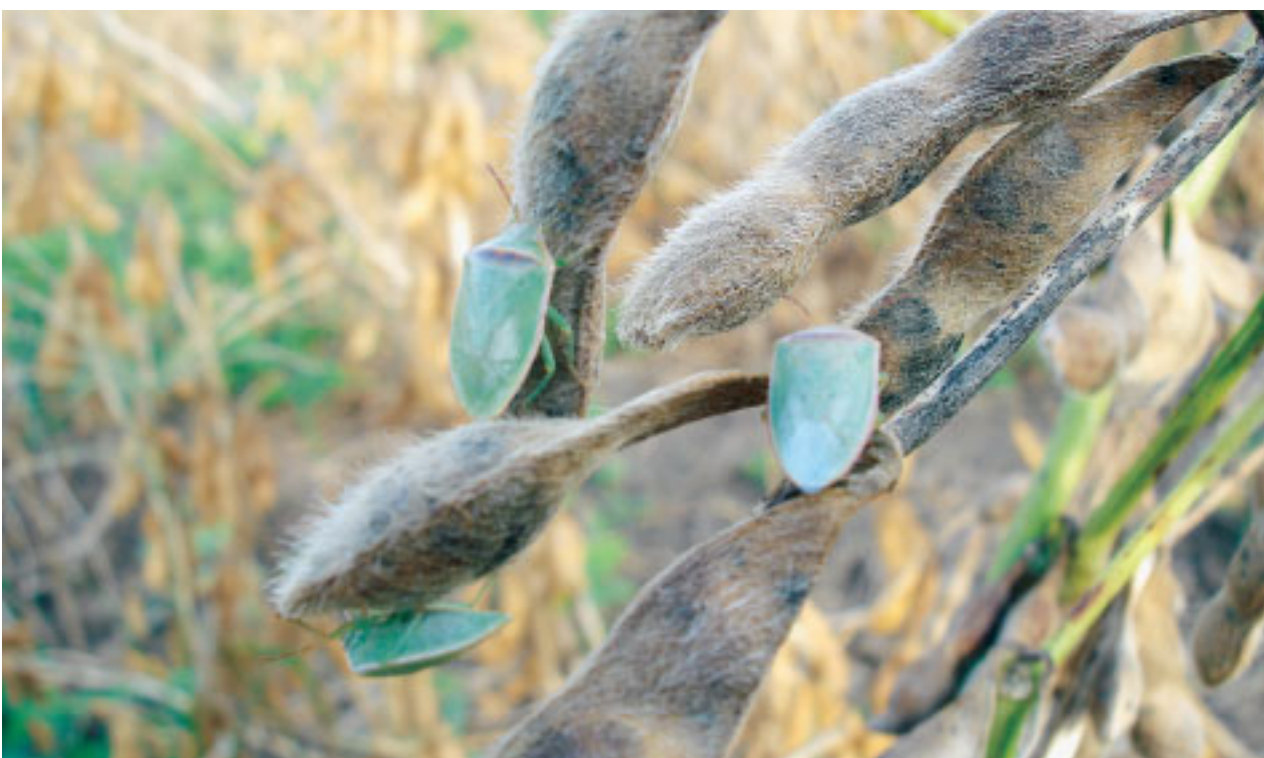


*Insetos-praga*

# Programas geram cultivares de soja resistentes a insetos

José Baldin Pinheiro, José Djair Vendramim e André Luiz Lourenção\*

JOSÉ BALDIN PINHEIRO/USP FESALQ



*Ataque de percevejos em vagens de soja; Anhembi, SP, 2006*

A incorporação da soja na agricultura brasileira ocasionou uma verdadeira revolução no setor. Rapidamente, ela se tornou um dos principais produtos da exploração agrícola e da economia nacional. Seu cultivo firmou-se como prática tradicional nas Regiões Sul, Sudeste e, mais recentemente, nas Regiões Centro-oeste e Nordeste. Para isso, foi necessário o desenvolvimento de novas cultivares, que permitiram elevar os pa-

tamares de produtividade em áreas tradicionais, assim como adaptar o cultivo a novas áreas. Com essa expansão, também aumentaram gradualmente os prejuízos causados por insetos-praga.

A agricultura moderna caracteriza-se pela produção monocultural, frequentemente em grandes áreas, prática que resulta em agrossistemas altamente vulneráveis a patógenos e insetos-praga. Apesar do uso de mais de 2,5 milhões de to-

neladas de pesticidas por ano, ao custo de US\$ 30 bilhões, insetos-praga, patógenos de plantas e plantas daninhas continuam a destruir, em todo o mundo, mais de 40% da produção potencial de alimentos (Pimentel, 1997). Estima-se em 5% (US\$ 281 milhões) os prejuízos financeiros causados por insetos durante a safra de soja de 1996/1997 no Brasil – terceiro lugar entre as culturas que mais sofrem prejuízos financeiros por essa razão. Para chegar a

esse cálculo, Bento (2000) multiplicou a produção anual de cada cultura pelos preços médios unitários dos produtos, obtendo o valor correspondente à porcentagem perdida em razão dos ataques de insetos.

A soja é atacada por diversas espécies de insetos, entre os quais se destacam os percevejos sugadores de vagens (*Piezodorus guildinii*, *Nezara viridula* e *Euschistus heros*, Figuras de 1 a 3), a mosca branca (*Bemisia tabaci*) e os insetos desfolhadores (lagartas, destacando-se a *Anticarsia gemmatilis*, Figura 4, e os besourinhos crisomelídeos, de diversas espécies). Historicamente, as infestações de pragas nas culturas foram suprimidas por meio de produtos químicos. Uma estratégia alternativa, ou pelo menos complementar ao uso de inseticidas, decorre de pesquisas objetivando o melhoramento genético das plantas, de forma a torná-las mais resistentes aos insetos-praga. Esse tem sido um dos fatores estabilizadores da produtividade, com vantagens significativas sobre o uso de inseticidas: não provoca danos ecológicos, não traz ônus adicional aos agricultores, não implica transferência de nova tecnologia e é compatível com outros métodos de controle das pragas. Contudo, a resistência a pragas não tem sido prioridade para os programas de melhoramento.

Para que um programa de melhoramento seja eficiente, o “melhorista” deve ter um bom conhecimento da genética da

espécie e das potencialidades genéticas dos materiais, a partir dos quais efetuará o melhoramento. O conhecimento da genética da resistência pode ser de grande valor nesses programas, por proporcionar base quantitativa para a recombinação, a seleção e a estabilização da planta contra a plasticidade genética da praga. Dois tipos de heranças genéticas são relatados para características de resistência a insetos: a oligogênica (gene maior ou principal) e a poligênica (gene menor).

A herança oligogênica é controlada por um a três genes nucleares principais, dentre os quais os efeitos individuais são relativamente fáceis de detectar. É consideravelmente estável às influências ambientais, mas hoje se aceita que seja menos estável contra o desenvolvimento de biótipos do que a herança poligênica. A resistência poligênica é controlada por muitos genes nucleares, cada um com um pequeno efeito. É freqüentemente complexa e pode ser associada a características quantitativas, como a produtividade. Esse tipo de resistência proporciona um considerável efeito “tampão” contra biótipos, embora a influência ambiental seja grande, podendo modificar a expressão da resistência.

Um objetivo prático e imediato do melhoramento, visando à obtenção de plantas mais resistentes, é a determinação do grau de controle proporcionado a insetos-praga. No estágio inicial de determinação, deve-se concentrar o trabalho na identificação das plantas que

apresentarem menor índice de ataque e/ou dano. A determinação inicial é feita comumente no campo, com infestação natural de insetos, porque é necessário avaliar-se grandes populações de plantas. A seleção no campo também é desejável porque a expressão e a magnitude da resistência estarão sujeitas a modificações por fatores ambientais.

Uma importante limitação ao uso de métodos de determinação no campo é a ocorrência de pragas em baixas populações. Esse problema pode ser resolvido pela manipulação externa, que incluiria a criação “massal” do inseto ou sua coleta, em lavouras no campo, e liberação na área experimental; ou ainda as culturas-armadilha, seguidas de infestações, com hospedeiros suscetíveis à atração ou uso de iscas; o uso de inseticidas não-seletivos, para a eliminação de inimigos naturais; as espécies competidoras; e o uso de práticas culturais que favoreçam a praga. Essas estratégias são empregadas para que os insetos atinjam níveis adequados à avaliação dos genótipos.

Um elemento final e importante no processo de seleção e desenvolvimento de genótipos resistentes é o entendimento da reação da planta ao dano provocado pela praga. Em soja, esse dano é avaliado pela área foliar consumida, quando se refere aos insetos desfolhadores. Para insetos sugadores, avaliam-se as vagens danificadas, a retenção foliar, o período de enchimento de grãos,

FIGURA 1 | PERCEVEJO *PIEZODORUS GUILDINII*



FIGURA 2 | PERCEVEJO *NEZARA VIRIDULA*

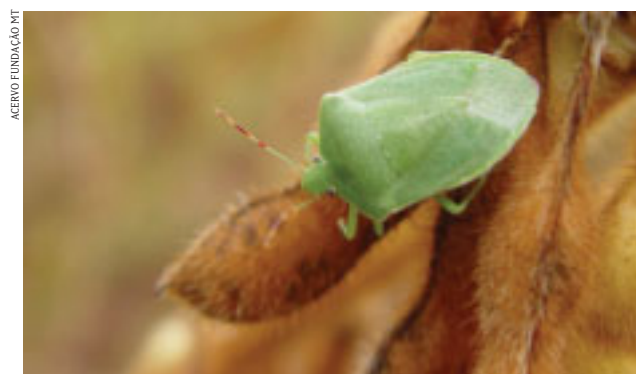


FIGURA 3 | PERCEVEJO *EUSCHISTUS HEROS*FIGURA 4 | LAGARTA *ANTICARSIA GEMMATALIS*

a incidência da mancha de levedura (*Nematospora coryli*) e o tamanho dos grãos. Esses parâmetros sempre devem estar associados aos demais caracteres agrônômicos e à produtividade.

O conhecimento de características específicas das plantas, condicionantes de sua resistência, é utilizado para se entender a natureza genética dessa resistência, seu modo preciso de ação, o aprimoramento dos métodos de seleção e os procedimentos a serem usados no melhoramento. Todavia, várias cultivares já foram lançadas, mesmo não se conhecendo, em detalhes, suas genéticas de resistência. Em muitos casos, a resistência é identificada em linhagens não adaptadas e com baixo valor agrônômico, fato que aumenta consideravelmente o tempo necessário à incorporação da resistência em cultivares com boas características agrônômicas.

São recentes os trabalhos com soja visando à resistência a insetos-praga. Tiveram início, principalmente nos Estados Unidos, no final dos anos 60. Como a principal praga dessa cultura, naquele país, é o besouro-mexicano (*Epilachna varivestis*), a pesquisa de resistência voltou-se para essa praga, sobre a qual maiores avanços foram conseguidos. O material avaliado mostrou-se resistente também a outras pragas da soja. Pesquisadores identificaram as PIs 171451 (*Kosamame*), 229358 (*Sodendaizu*) e 227687 (*Miyako White*) como resistentes a diversos inse-

tos desfolhadores: *Pseudoplusia includens*, *E. varivestis*, *Epicauta vittata*, *Ceratomyza trifurcata*; insetos-praga: *Helicoverpa zea*, *Heliothis virescens*, *Heliothis armigera* e *Heliothis punctigera* e *Trichoplusia ni*, sendo, por isso, consideradas as principais fontes de resistência, a partir das quais iniciaram-se os trabalhos de melhoramento.

Nessa triagem inicial, diversas linhagens e cultivares de soja foram avaliadas para resistência ao besouro-mexicano na Carolina do Norte, em 1967, e na Carolina do Sul, em 1968, por Van Duyn e colaboradores, sendo essas três introduções altamente resistentes, apresentando 20% de desfolha, enquanto que, em plantas de cultivares comerciais, esse valor girou entre 80% e 90%. A resistência múltipla a insetos é importante, pois a ocorrência de pragas varia, nas áreas de produção, bem como de ano a ano. Um programa voltado ao desenvolvimento de cultivares resistentes teve início com o Edgard E. Hartwig, “melhorista” do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, tendo como fonte de resistência a PI 229358, em cruzamentos com a cultivar Bragg.

Diversos programas de melhoramento usando as PIs 171451, 227687 e 229358 foram conduzidos, com progressos consideráveis. Esses genótipos conferem bons níveis de resistência contra insetos desfolhadores. Várias linhagens e algumas cultivares de soja já foram liberadas com

a incorporação dessa resistência. Nos Estados Unidos, a cultivar Crockett resultou de seleção a partir do cruzamento da PI 171451 x Hampton 266A, apresentando alto nível de resistência aos insetos-praga lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*) e lagarta-falsa-medideira (*P. includens*), além de resistência a algumas doenças, como a mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) e cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*). Além dessa, duas outras cultivares americanas Shore e Lamar foram liberadas, tendo diferentes fontes de resistência a insetos desfolhadores.

A cultivar Shore resultou de seleção do cruzamento da PI 80837 x Hood, desenvolvido a partir da linhagem V-156, apresentando nível moderado de resistência ao besouro-mexicano. A cultivar Lamar é uma seleção do cruzamento entre Tracy M x progênie F<sub>2</sub> (Centenial x D75-10169), tendo demonstrado boa resistência à lagarta-falsa-medideira e à lagarta-da-soja em telados, em casa-de-vegetação e em cultivos no campo.

Para os desfolhadores *A. gemmatalis*, *P. includens*, *H. zea*, *H. virescens* e *Spodoptera exigua*, determinaram-se bases genéticas diferentes para a resistência das PIs 171451, 229358 e 227687. Em cruzamentos das PIs com a cultivar Davis, observou-se que as PIs 227687 e 229358 mostraram-se altamente resistentes a *A. gemmatalis*, *P. includens* e *S. exigua*. A PI 171451 não mostrou nível significativo

de resistência para essas pragas, tendo danos semelhantes à cultivar Davis, em condições de casa-de-vegetação, e danos significativamente menores, em condições de campo. Diversos pesquisadores relataram resistência múltipla às pragas, nessas três introduções.

Os insetos sugadores que provocam os maiores danos em soja são os percevejos pentatomídeos. No Brasil, as espécies mais importantes são *N. viridula*, *P. guildinii* e *E. heros*, embora possam ocorrer outras espécies dos gêneros *Dichelops*, *Acrosternum*, *Edessa* e *Thyanta* (Hoffmann-Campo et al., 2000). Os prejuízos causados pelos percevejos podem determinar o fracasso total de produção, pois danificam diretamente os grãos e provocam o fenômeno da retenção foliar, que nada mais é do que a permanência da planta na fase vegetativa, ocasionando a maturação desuniforme dos grãos. Além desses danos diretos, por meio de picadas, os percevejos podem transmitir o fungo *Nematospora coryli*, que afeta não só a qualidade das sementes, mas o valor comercial dos grãos. Além dos percevejos, também a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) pode afetar a produção. Sendo a soja uma excelente planta hospedeira para essa mosca-branca, em determinadas condições, suas populações podem alcançar níveis elevados e afetar negativamente a produção. Mesmo sem atingir grandes populações, *B. tabaci* pode se multiplicar em lavouras de soja e migrar para outras culturas, como o feijoeiro ou o tomateiro, onde, mesmo em baixas populações, pode transmitir vírus de expressão econômica para essas culturas.

A obtenção de resistência aos insetos sugadores das vagens é muito difícil, embora já tenham sido lançadas cultivares com diferentes níveis de resistência, como a IAC-100, a IAC-17 e a IAC-24. Várias cultivares e linhagens experimentais foram avaliadas, especialmente no Brasil, para as principais espécies de

percevejos, tendo-se encontrado materiais menos suscetíveis. É comum deparar com dados evidenciando que as cultivares mais precoces apresentam menores danos que as cultivares de ciclos médio e tardio. Esse fato deve ser interpretado com cautela, pois pode resultar de simples evasão hospedeira, ou seja, as cultivares de ciclo mais curto passam mais rapidamente pela fase mais suscetível a percevejos, que é a reprodutiva, sofrendo, em virtude disso, menores danos, em função do menor tempo de exposição a esses insetos.

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi pioneiro, ao introduzir, em seu programa de melhoramento de soja, linhas de pesquisa visando à obtenção de cultivares com resistência a percevejos e outros insetos. Os estudos conduzidos nessa instituição mostram que a procura de resistência a percevejos sugadores da soja obteve sucesso com a introdução da PI 227687 e de linhagens derivadas da PI 274454, utilizadas como fontes de resistência. Além dessas, a introdução de PI 229358, PI 171451 e PI 171444 também é utilizada como fonte de resistência aos percevejos. Uma avaliação do comportamento de diversos genótipos revela que a linhagem IAC 73-228 (derivada do cruzamento entre Hill x PI 274454) e as linhagens PIs 171451 e 229358 são consideradas resistentes a percevejos sugadores da soja. Esse material não sofre perdas em sua produção devidas ao ataque do inseto. A linhagem IAC 73-228 também apresenta baixa retenção foliar (13,3%).

Verifica-se também ser possível a transferência da resistência a percevejos e a seleção contra as principais características desfavoráveis da mesma. Entre as linhagens selecionadas, destaca-se a IAC 80-596-2, descendente do cruzamento UFV-1 x IAC 73-228. Ainda vale ressaltar que a linhagem IAC 78-2318 comporta-se como resistente a percevejos, além de apresentar menores danos pela broca-dos-ponteiros (*Epinotia aporema*), desfolhadores e menor

colonização da mosca-branca (*B. tabaci*), o que a caracteriza como portadora de resistência múltipla. Em decorrência disso, foi utilizada como uma das genitoras no ciclo de seleção que resultou na obtenção da cultivar IAC-100. Resultados da pesquisa visando à resistência a percevejos permitiram concluir que materiais com sementes pequenas e grande número de vagens apresentaram menores porcentagens de sementes danificadas que materiais com sementes maiores, quando atacadas por percevejos.

O IAC já liberou cinco cultivares resistentes a insetos, podendo-se citar cronologicamente: IAC 100, IAC 17, IAC 19, IAC 23 e IAC 24. As cultivares IAC 17 e IAC 19 apresentam resistência à mosca-branca (*B. tabaci*) biótipo B, sendo que a primeira é também menos danificada por percevejos e por desfolhadores. A IAC 24, por sua vez, possui resistência à lagarta-da-soja. Além dessa instituição de pesquisa, a USP ESALQ iniciou, em 1990, um programa de melhoramento objetivando o desenvolvimento de genótipos resistentes a insetos. Atualmente, as linhagens-elite voltam-se para experimentos que visam efetivar avaliações de valores de cultivo e uso (VCU) para posterior registro, proteção e recomendações de cultivo. ☉

---

**\*José Baldin Pinheiro** é professor do Departamento de Genética da USP ESALQ. (baldin@esalq.usp.br); **José Djair Vendramim** é professor do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da USP ESALQ. (jdvendra@esalq.usp.br) e **André Luiz Lourenção** é pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). (andre@iac.sp.gov.br).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENTO, J. M. S. Comedores de lucro. *Cultivar*, v. 22, p. 18-21, nov. 2000.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. *Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado*. Londrina: Embrapa Soja, 2000. (Circular Técnica, 30).
- PIMENTEL, D. (Ed.). *Techniques for reducing pesticides use: economic and environmental benefits*. John Wiley and Sons: New York, 444 p. 1997.