

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SUSCETIBILIDADE E/OU RESISTÊNCIA DE POPULAÇÕES BRASILEIRAS DE MOSCA-BRANCA E MANEJO INTEGRADO DE RESISTÊNCIA

**Laura Vaillant Ribeiro Mauri, Marina Alves Carvalho, Gabriel Medeiros
Coutinho, Érika de Windson Ivo Santana, Stella Arnt, Hugo José Gonçalves
dos Santos Junior, Hérbert Álvaro Abreu de Siqueira**

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Departamento
de Agronomia, Alto Universitário, 29500-000, Alegre-ES, Brasil, vaillant.lr@gmail.com,
marinacarvalho9145@gmail.com, gabriel.medeiros2@gmail.com, erikawindson@gmail.com,
stellaaarndt7@gmail.com, hugo.goncalves@ufes.br, herbert.siqueira@ufrpe.br

Resumo

Bemisia tabaci, popularmente conhecida como mosca-branca, é um inseto de forte interesse agrícola, pois além de possuir diversos hospedeiros é vetor de centenas de viroses e apresenta alto potencial para desenvolver resistência a inseticidas. O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento de trabalhos científicos realizados com populações dessa espécie no Brasil para monitoramento e/ou constatação de resistência ou falha de controle por inseticidas químicos sintéticos. Apesar dos riscos de aquisição de resistência por essa praga poucos trabalhos de monitoramento de susceptibilidade de populações foram realizados no Brasil, permanecendo uma carência de conhecimento que compromete o desenvolvimento de um programa eficiente de manejo de resistência de *B. tabaci*.

Palavras-chave: Aleyrodidae. Controle químico. Inseticidas. Tolerância.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma – Agronomia

Introdução

Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto de importância agrícola, com potencial para provocar altas perdas de produção (COSTA et al, 2019), pois além de succionar a seiva e promover desordens fisiológicas nas plantas, é vetor de mais de 100 viroses (JONES, 2003). Possui mais de 600 hospedeiros, dentre eles algodão, feijão, soja, brássicas, curcubitáceas e solanáceas em geral, e está amplamente distribuído em 56 países (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2021).

O principal método utilizado para o controle de *B. tabaci* é o químico, contudo, a utilização contínua de um mesmo princípio ativo e modo de ação promove pressão de seleção que favorece ao desenvolvimento de populações resistentes (BIELZA et al, 2019). Dessa forma, o monitoramento da susceptibilidade é uma das estratégias que compõe o manejo da evolução da resistência, por meio do qual é possível identificar a variação temporal e geográfica de resposta das populações ao inseticida e tomar as decisões para evitar falhas de controle e perda da tecnologia (BRENT, 1986). A base para o monitoramento pode ser obtida por meio da realização de estudos de linha base, antes que o inseticida seja comercializado, pois dessa forma, é possível obter doses diagnósticas que serão parâmetro para avaliar mudanças na susceptibilidade das populações ao longo do tempo (ZHENG et al, 2021).

De acordo com "Arthropod Pesticide Resistance Database" atualmente há relatos de resistência de *B. tabaci* a 65 princípios ativos em 430 locais ao redor do mundo (ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE, 2021), caracterizando essa espécie como uma das mais preocupantes em relação ao desenvolvimento de resistência a inseticidas (SPARKS; NAUEM, 2015).

Metodologia

Essa revisão de literatura tomou como base o levantamento de artigos científicos e demais trabalhos acadêmicos sobre o monitoramento da resistência e/ou suscetibilidade de populações brasileiras de *B. tabaci* a inseticidas químicos sintéticos entre 2007 e 2022 por meio das plataformas de busca Google

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

acadêmico, Periódicos Capes e Science direct. Outros periódicos e sites também foram consultados para trazer esclarecimento ao tema e elaborar um estudo de caso de manejo de resistência a inseticidas de *B. tabaci* em algodão, uma das principais culturas agrícolas do Brasil.

Discussão

Ao redor do mundo muitos trabalhos são realizados com monitoramento de resistência de *B. tabaci* a inseticidas, tanto em campo, quanto em laboratório, mas no Brasil, apenas dois artigos científicos foram publicados e uma dissertação foi realizada com o tema relacionado ao monitoramento de suscetibilidade e/ou resistência a inseticidas químicos sintéticos ou falha de controle com populações brasileiras de *B. tabaci* (HOROWITZ et al, 2020).

Silva et al (2009) avaliou a suscetibilidade de 4 populações de mosca branca. A coleta foi realizada em Goiás (cultivos de tomate e feijão) e Bahia (cultivos de algodão e feijão) e algodão (Roda Velha, Bahia). Os bioensaios de toxicidade foram realizados com os inseticidas acetamiprido (neonicotinoide), imidacloprido (neonicotinoide), tiametoxam (neonicotinoide), clorpirifós (organofosforado) e endossulfam (ciclodieno). A população coletada em Hidrolândia (GO) foi a que apresentou as maiores razões de resistência: acetamiprido 5 vezes, imidacloprido 29 vezes, tiametoxam 46 vezes e clorpirifós 1 vez. Para tiametoxam e imidacloprido a sobrevivência dos indivíduos foi superior a 70 e 50%, respectivamente.

Dângelo et al (2018) avaliou o nível de resistência e falha de controle em 12 populações das quais 4 foram coletadas em Minas Gerais (cultivos de tomate, abóbora e berinjela), 3 em Goiás (cultivos de tomate, algodão, tabaco, couve e abóbora), 2 em São Paulo (cultivos de abóbora e soja), 2 no Distrito Federal (cultivos de tomate e feijão) e 1 no Espírito Santo (cultivo de tomate). O autor realizou bioensaios de dose-resposta e de diagnóstico de falha de controle com os inseticidas azadiractina, cartap, clorantianilprole, diafentiurom, imidacloprido, lambda-cialotrina, espiromesifem. Para os inseticidas com atividade neuro-muscular os maiores níveis de razão resistência foram de 170 vezes para cartap (Viçosa-MG), 600 vezes para clorantianilprole (Taquara-DF), 200 vezes para imidacloprido (Jaíba-MG) e 1500 vezes para lambda-cialotrina (Goiânia-GO). Contudo, todas as populações exibiram níveis de resistência, sendo que para imidacloprido e lambda-cialotrina 9 e 8, respectivamente, das 11 populações avaliadas apresentaram níveis significativos de resistência. A população de Taquara (GO) apresentou o maior nível de resistência no estudo e para espiromesifem chegou a apresentar 6000 vezes de resistência. Para azadiractina a maior resistência foi de 300 vezes (Cristalina-GO) e para diafentiurom a maior razão de resistência foi de aproximadamente 190 vezes (Cristalina-GO). A população de Domingos Martins (ES) apresentou alta resistência para azadiractina (256 vezes) e baixa resistência para diafentiurom (8 vezes) e não apresentou resistência significativa para os outros inseticidas. Apenas o inseticida imidacloprido não apresentou falha de controle sobre as populações, a maior frequência de falha de controle foi apresentado para azadiractina, seguida de espiromesifem, lambda-cialotrina e diafentiurom.

A dissertação de Alvarez (2019) avaliou a suscetibilidade de *B. tabaci* de dois hospedeiros (Pimenta e hibisco) em três cidades de São Paulo-BR (Cerqueira César, Holambra, Vitoriana) aos inseticidas sulfoxaflor, imidacloprido, acetamiprido, ciantranilprole e tiametoxam, e encontrou diferenças significativas de resposta, tanto entre populações, quanto entre inseticidas, demonstrando heterogeneidade entre as populações.

Esses estudos demonstram a diferença de suscetibilidade e o problema da resistência em diferentes populações de *B. tabaci* no Brasil, mesmo que alguns inseticidas não apresentaram falha de controle, os resultados indicam que a resistência já está presente nos campos, sendo um alerta para que sejam implementadas estratégias de manejo integrado de resistência (MIR) dentro de um programa de manejo integrado (MIP).

O manejo integrado de *B. tabaci* pode consistir da utilização de diferentes métodos de controle: químico (utilização de moléculas inseticidas sintéticas), biológico (utilização de fungos entomopatogênicos, parasitoides e predadores), físico (armadilhas coloridas, *mulches* refletivos (HOROWITZ et al, 2020), mas a escolha de cada método dependerá da realidade de cada produtor e características da cultura.

Para melhor compreensão propõem-se o seguinte estudo de caso: um produtor de algodão do Mato Grosso do Sul-BR o manejo integrado de *B. tabaci* pode consistir das seguintes etapas:

- 1) Correção da fertilidade do solo;

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

- 2) Optar pela utilização de variedades transgênicas;
- 3) Obtenção de sementes certificadas;
- 4) Monitoramento do nível populacional;
- 5) Controle químico;
- 6) Manejo integrado de resistência a inseticidas.

A fertilidade adequada para a cultura, obtenção de sementes certificadas e demais boas práticas agrícolas irão promover condições para as plantas crescerem e se desenvolverem com pleno vigor, o que refletirá em uma maior tolerância ao ataque de pragas. O plantio de variedade transgênica irá diminuir a utilização de inseticidas na área, favorecendo a sobrevivência de inimigos naturais e diminuindo os riscos de resistência cruzada, uma vez que o inseticida utilizado para controlar outras tem potencial para promover resistência em *B. tabaci* (DÂNGELO et al, 2018), mesmo que não seja o alvo.

O monitoramento populacional servirá para auxiliar a tomada de decisão e realizar o controle no momento adequado, com o objetivo de diminuir o número de aplicações de inseticidas por ciclo da cultura, o que diminuirá a pressão de seleção na área, contribuindo para preservação de indivíduos suscetíveis e inimigos naturais (ROUSH, 1989).

O monitoramento de mosca-branca no algodão consiste em: realizar o procedimento por talhões com o objetivo de obter maior homogeneidade de idade e desenvolvimento das plantas, fertilidade do solo e tratos culturais, os quais podem interferir nos níveis populacionais das pragas. Recomenda-se a amostragem semanal, em zigue-zague de 30 plantas para cada 16-32 hectares contabilizando ninfas e adultos. Para verificar a presença e contabilizar o número de indivíduos utiliza-se a folha do quinto nó da haste principal, contando da primeira folha desdobrada do ápice para baixo. Nessa folha, verifica-se o número de adultos e se tiver 3 ou mais indivíduos considera-se como folha atacada. Destaca-se a folha e entre a nervura principal e secundária do lado esquerdo contabiliza o número de ninfas de 3° e 4° instar em um determinado perímetro, considerando folha atacada se houver 1 ou mais ninfas dentro dessa área. Medidas de controle químico são recomendadas quando 57 % das folhas apresentam infestação por adultos ou quando 40% das folhas estão infestadas com ninfas (DIEHL; ELLSWORTH; NARANJO, 1997; ELLSWORTH et al, 2000).

De acordo com o "Insecticide Resistance Action Committee" (2022) o período que compreende pulverizações químicas para controle mosca-branca no algodoeiro está entre 10 e 100 dias após emergência. Ao atingir o nível de controle proceder com a pulverização do inseticida. Trabalhar com rotação de modos de ação e utilizar janelas de aplicação. Para *B. tabaci* a janela de aplicação é de 30 dias (ciclo ovo-adulto), não é recomendado repetir o modo de ação em um intervalo inferior a 60 dias, o que permitirá o desenvolvimento de pelo menos 2 ciclos da praga sem exposição a um único princípio ativo, ou seja, se dentro dessa janela de aplicação for alcançado novo nível de controle, escolher inseticidas com modo de ação diferente do anterior (HOROWITZ et al, 2020).

De acordo com a base de dados AGROFIT (MAPA, 2022) existe registro de 13 princípios ativos para controle de *B. tabaci* em algodão sendo 2 com ação específica sobre ninfas (piriproxi-fem G-7C, buprofezina G-16), 4 com ação de contato (sulfoxaflor G-4C, diafentiurom G-12A, bifentrina G-3A e espiromesifeno G-23) e 2 com ação sistêmica (dimetoato G-1B, pimetrozina G-9B) e 5 com ação sistêmica e de contato (tiametoxam, imidacloprido, tiacloprido G-4A, ciantraniliprole G-28, flupiradifurona G-4D), os quais representam 11 modos de ação. Os inseticidas devem ser aplicados de acordo com a dose e instruções operacionais indicados na bula. Dar preferência a escolha de inseticidas seletivos e de baixa persistência no ambiente para favorecer populações de inimigos naturais que podem contribuir significativamente para o controle de mosca-branca em campo (NARANJO; ELLSWORTH, 2009).

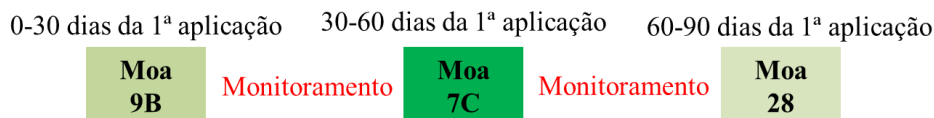
Por exemplo, o monitoramento apresentou nível de controle com adultos, optar pela aplicação de inseticida a base de pimetrozina, inseticida sistêmico, que funcionará como modulador de canais TRPV dos órgãos cordonatais. Continuar com o monitoramento semanal. Se atingir o nível de controle na mesma janela de aplicação, deve ser escolhido outro modo de ação. Se o nível de controle for atingido com ninfas, optar pela pulverização de piriproxi-fem, mímico do hormônio juvenil que compromete o desenvolvimento do estágio imaturo. Se atingir novamente nível de ação, aplicar um inseticida a base de ciantraniliprole, uma diamida que funciona como modulador dos receptores de rianodina.

A seguir é apresentado um esquema da rotação de modo de ação para o controle de mosca branca no algodão (Figura 1), considerando nível de controle desde os primeiros 10 dias após emergência, dessa forma, a 1ª aplicação será realizada aos 10 dias após emergência (primeira janela de aplicação),

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

a segunda janela de aplicação estará 30-60 dias após a 1ª aplicação e a terceira janela de aplicação estará compreendida 60-90 dias após a primeira aplicação, a partir desse período, como relatado anteriormente, não é necessário realizar controle. Pode acontecer que o nível de controle seja atingido mais tarde, o que refletirá em menor número de pulverizações, demonstrando a importância da prática do monitoramento.

Figura 1: Esquema de rotação de modos de ação para controle de *B. tabaci* em algodão.



Fonte: O autor

É necessário realizar o levantamento do histórico de inseticidas utilizados em algodão e em cultivos adjacentes e verificar se existem observações de falha de controle na região, para não correr riscos de se utilizar princípios ativos que já apresentem problemas de resistência.

Outro procedimento que deve ser realizado é monitoramento da resistência para os inseticidas que são comumente utilizados, verificação da presença de resistência cruzada e monitoramento de suscetibilidade para inseticidas que são nunca foram ou que são utilizados a pouco tempo, procedendo-se com estudos de linha base e determinação de doses diagnósticas, as quais serão importantes para a realização de monitoramento da evolução da resistência ao longo das gerações de controle da praga.

Para os inseticidas que apresentarem algum nível de resistência, deve-se interromper a utilização em campo e proceder com estudos de caracterização da resistência como dominância, herdabilidade e custo de fitness, fatores que influenciarão diretamente na dinâmica da resistência na população. A presença de custo de fitness terá repercussão na eficácia da estratégia de rotação de modos de ação, por exemplo.

Promover um programa de manejo integrado de resistência entre os produtores da mesma região também é importante, pois como em Mato Grosso ocorre plantios sucessivos de culturas hospedeiras de *B. tabaci* (algodão, soja e milho, por exemplo) há necessidade da troca de informações e desenvolvimento de um sistema que incentive e viabilize a alternância de princípios ativos não somente dentro de uma fazenda, mas também entre fazendas, uma vez que inseticidas recomendados para uma cultura podem ser recomendados para outra e a migração dos insetos entre propriedades é inevitável.

Conclusão

B. tabaci é uma praga de importância agrícola cujo principal método utilizado para o controle é o químico, contudo, a seleção de populações resistentes é um problema que ameaça a sustentabilidade da tecnologia, por isso, é essencial a realização de estudos que contribuam para o manejo da evolução da resistência, como determinação de linhas base de susceptibilidade, monitoramento e caracterização da resistência, assim como, avaliar a eficácia de outros métodos de controle, como o biológico, sobre populações resistentes, informações que irão nortear as tomadas de decisão em campo.

Referências

AGROFIT. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 27 de agosto de 2022.

ALVAREZ, D. L. **Suscetibilidade de populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo Q (Hemiptera: Aleyrodidae) a inseticidas**. Dissertação de mestrado (2019). Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho". Campus de Botucatu. Botucatu, SP.

ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE. *Bemisia tabaci*: **Shown Resistance to Active Ingredient(s)**. Disponível

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

em:<<https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=505>>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

BIELZA, P.; MORENO, I.; BELANDO, A.; *et al.* Spiromesifen and spirotetramat resistance in field populations of *Bemisia tabaci* Gennadius in Spain. **Pest Management Science**, v. 75, n. 1, p. 45–52, 2019.

BRENT, K. Detection and monitoring of resistant forms: on overview. **Pesticide resistance: strategies and tactics for management** (pp. 298–312), 1986.

COSTA, T. L.; SARMENTO, R. A.; ARAÚJO, T. A.; *et al.* Economic injury levels and sequential sampling plans for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B on open-field melon crops. **Crop Protection**, v. 125, n. July, p. 104887, 2019.

DÂNGELO, R. A.C.; MICHEREFF-FILHO, M.; CAMPOS, M. R.; *et al.* Insecticide resistance and control failure likelihood of the whitefly *Bemisia tabaci* (MEAM1; B biotype): a Neotropical scenario. **Annals of Applied Biology**, v. 172, n. 1, p. 88–99, 2018.

DIEHL, J.; ELLSWORTH, P.; NARANJO, S. Whiteflies in Arizona: binomial sampling of nymphs. **Cooperative Extension**, n. 11, 1997.

ELLSWORTH, P. C.; DIEHL, J. W.; DENNEHY, T. J.; NARANJO, S. E. Sampling Sweetpotato Whiteflies in Cotton (2000). Disponível em: <https://cals.arizona.edu/crop/cotton/insects/wf/wfsampl.html>. Acesso em 25 de agosto de 2022.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. **Species profile: *Bemisia tabaci***. Disponível em:<<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Bemisia+tabaci> on 17-08-2021>. Acesso em 20 de agosto de 2021.

HOROWITZ, A. R.; GHANIM, M.; RODITAKIS, E.; NAUEN, R.; ISHAAYA, I. Insecticide resistance and its management in *Bemisia tabaci* species. **Journal of Pest Science**, v. 93, p. 893-910, 2020.

INSECTICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. **Recomendações de manejo de resistência a inseticidas e manejo de pragas para soja, algodão e milho no Brasil**. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/2bed6c_52f993a9b3ed4c548138d3fbf81c283c.pdf. Acesso em 26 de agosto de 2022.

JONES, D. R. Plant viruses transmitted by whiteflies. **European Journal of Plant Pathology**, v. 109, n. 3, p. 195–219, 2003.

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C. The contribution of conservation biological control to integrated control of *Bemisia tabaci* in cotton. **Biological Control**, v. 51, p. 458–470, 2009.

ROUSH, R. T. Designing resistance management programs: how can you choose? **Pesticide Science**, v. 26, p. 423-441, 1989.

SILVA, L. D.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; *et al.* Monitoring the susceptibility to insecticides in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) populations from Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 1, p. 116–125, 2009.

SPARKS, T. C.; NAUEN, R. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 121, p. 122–128, 2015.

ZHENG, H.; WEN, X.; FU, B.; *et al.* Annual analysis of field-evolved insecticide resistance in *Bemisia tabaci* across China. **Pest Management Science**, v. 77, n. 6, p. 2990-3001, 2021.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).