



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Arroz e Feijão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1678-9644

Dezembro, 2008

Documentos 230

Integração da Avaliação de Danos Causados pelo Mosaico Dourado do Feijoeiro: O Papel de Culturas Hospedeiras do Vetor do Vírus e Manejo da Praga e Doença

Josias Corrêa de Faria
Massaru Yokoyama

Santo Antônio de Goiás, GO
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (0xx62) 3533 2100
Fax: (0xx62) 3533 2123
sac@cnpaf.embrapa.br
www.cnpaf.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Luís Fernando Stone*
Secretário: *Luiz Roberto Rocha da Silva*

Supervisor editorial: *Camilla Souza de Oliveira*
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
Revisão de texto: *Camilla Souza de Oliveira*
Capa: *Fabio Noletto*
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

1ª edição

1ª impressão (2008): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Faria, Josias Corrêa de

Integração da avaliação de danos causados pelo mosaico dourado do feijoeiro: o papel de culturas hospedeiras do vetor do vírus e manejo da praga e doença / Josias Corrêa de Faria, Massaru Yokoyama. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 28 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1516-7518 ; 230).

1. Feijão - Mosaico dourado. 2. Feijão - Controle integrado. 3. Feijão - Doença da planta. I. Yokoyama, Massaru. II. Título. III. Embrapa Arroz e Feijão. IV. Série.

CDD 635.65298 (21. ed.)

© Embrapa 2008

Autores

Josias Corrêa de Faria

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia

Pesquisador

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. Goiânia- Nova Veneza, Km 12

75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO

josias@cnpaf.embrapa.br

Massaru Yokoyama

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia

Pesquisador

Embrapa Arroz e Feijão

massaru@cnpaf.embrapa.br

Apresentação

Desde a primeira notificação de ocorrência do mosaico dourado do feijoeiro na década de 1960, a abertura de novas fronteiras agrícolas foi um processo contínuo. Associado à grande expansão de monoculturas e ao uso contínuo e intenso de pesticidas, a mosca branca expandiu-se tanto como inseto vetor de viroses quanto como uma praga reconhecidamente agressiva, chegando a ser, recentemente, denominada de “praga do século”, dada a sua importância em escala global. O desafio de controlar o mosaico dourado do feijoeiro e outras geminivirose expandiu associado a este fenômeno.

A presente publicação tem como objetivo agregar em um único veículo as informações sobre avaliação dos danos, as plantas hospedeiras e a integração do conhecimento no manejo tanto da praga como da doença. Assim, este trabalho faz uma avaliação da doença e dos prejuízos por ela causados, do vetor e de sua associação com as diversas culturas inseridas no contexto da produção agrícola, culminando com as medidas de controle e as práticas agrícolas que poderão redundar em sucesso das atividades de produção. Além disso, enfatiza a necessidade de se produzir e aumentar os rendimentos com o concomitante manejo da mosca branca, não apenas em uma propriedade, mas em uma região como um todo, de modo que possa resultar em ganhos de produtividade com sustentabilidade.

Pedro Antônio Arraes Pereira
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução | 9 |
| Perdas causadas pelo mosaico dourado | 9 |
| O vírus do mosaico dourado | 11 |
| Resistência do hospedeiro | 12 |
| O vetor - mosca branca | 12 |
| <i>Ciclo de vida - variação com os hospedeiros</i> | 14 |
| Danos causados pela mosca branca | 17 |
| <i>Danos Diretos</i> | 17 |
| <i>Danos indiretos</i> | 18 |
| Metodologia para avaliação de danos causados pelo mosaico dourado em função da época de infecção e do germoplasma, em casa telada | 18 |
| Resultado da avaliação dos danos causados pelo mosaico dourado variando a época de infecção e germoplasma, em casa telada | 19 |
| Controle químico da mosca branca | 20 |
| Outros resultados de pesquisa | 21 |
| O manejo da mosca branca - ponderações finais | 22 |
| Conclusões | 25 |
| Referências | 25 |

Integração da Avaliação de Danos Causados pelo Mosaico Dourado do Feijoeiro: O Papel de Culturas Hospedeiras do Vetor do Vírus e Manejo da Praga e Doença

*Josias Corrêa de Faria
Massaru Yokoyama*

Introdução

O mosaico dourado do feijoeiro foi primeiramente encontrado no município de Campinas, SP, por Álvaro Santos Costa (1965), e desde então o agente causal disseminou-se por quase todas as regiões produtoras de feijão do país, principalmente aquelas com climas propícios ao desenvolvimento do inseto vetor, *Bemisia tabaci*, Genn. (COSTA, 1987). A sintomatologia da doença pode ser descrita como um amarelecimento foliar brilhante e intenso ou dourado que geralmente se inicia nas primeiras folhas trifolioladas (Fig. 1A), mas que ocasionalmente pode também se iniciar nas folhas primárias em casos de inoculações precoces (FARIA, 2000). Frequentemente observa-se uma rugosidade característica e o enrolamento ou encarquilhamento das folhas das cultivares mais sensíveis à doença. As plantas podem ainda apresentar sintomas de nanismo e/ou superbrotamento (Fig. 1B). Plantas infectadas precocemente tendem a alongar o ciclo vegetativo devido ao excessivo abortamento de flores. As vagens, quando desenvolvem, mostram-se deformadas e de tamanho reduzidos, com as sementes subdesenvolvidas, afetando a qualidade final dos grãos e o seu valor comercial (Fig. 1C).

Perdas causadas pelo mosaico dourado

As perdas estimadas da produção de grãos devido à doença podem variar de 40 a 100% dependendo da incidência, da época de plantio e da cultivar (COSTA, 1987). As avaliações de perdas incitadas pelo mosaico dourado

podem ser realizadas em condições de casa de vegetação ou de campo. Costa e Cupertino (1976) foram os primeiros a avaliar detalhadamente as perdas, utilizando um estudo de casa de vegetação. Os autores inocularam a cultivar 'Rico' 23 aos 15 e 30 dias após o semeio, e observaram reduções de rendimento de 85% e 48% respectivamente. Observaram ainda redução no tamanho dos grãos, número de grãos por vagem, comprimento das vagens, altura das plantas e prolongamento do ciclo das plantas. Menten et al. (1980) avaliaram as perdas pelo mosaico dourado em condições de campo, para a cultivar Carioca, no estado de São Paulo. Foi tomado por base nos estudos a marcação de plantas com e sem sintomas da doença no campo, no estágio de floração, para a posterior colheita. Além das perdas de até 61% de massa dos grãos (ou 64%, se as considerasse como sementes), houve efeito negativo da virose sobre parâmetros de qualidade, como a velocidade de emergência de plântulas derivadas das sementes, comprimento do hipocótilo, altura das plântulas e presença de microorganismos aderidos às sementes. Faria e Zimmermann (1988) compararam cultivares com ou sem aplicação de inseticidas, em Rio Verde-GO quanto a aspectos de perdas de produção e de resistência. A incidência de mosaico dourado foi acompanhada desde o aparecimento dos primeiros sintomas, aos 22 dias após o semeio, até aos 55 dias. Notaram-se correlações significativas entre as incidências de mosaico e a produção, sendo as correlações mais altas aquelas obtidas com leituras de incidência realizadas aos 33 e aos 42 dias (-0,67, com $P < 0,01$, $n = 96$) após o semeio. Estas datas coincidem com o início e final do florescimento, respectivamente. As perdas obtidas, calculadas em relação ao tratamento com carbofuran e cinco pulverizações com monocrotofós, foram de 76 a 91% (média de 87%) dependendo da cultivar. A incidência máxima de doença foi de 95%, aos 55 dias após o semeio. Vicente et al. (1988) observaram as incidências de mosaico dourado em Presidente Prudente-SP durante dois anos, em sementeiras de março e maio, com ou sem tratamento com inseticidas. A doença foi avaliada aos 15, 45 e 60 dias após o semeio. A incidência de doença foi alta nos semeios de março (com 100 e 10% aos 45 dias, em 1985 e 1986, respectivamente), enquanto nos semeios de maio, as incidências foram reduzidas, mesmo aos 60 dias, para cerca de 24%, em ambos os anos. As perdas de produção atingiram 40%. Mais recentemente, Barbosa et al. (2002) em experimentos avaliando o efeito de inseticidas no tratamento de sementes e também em pulverizações, obtiveram incidências em até 42% das plantas, com uma redução de produção de até 39%.



Fig. 1. Sintomatologia do mosaico dourado do feijoeiro. (A) Feijoeiro com sintomas típicos de mosaico dourado; (B) Planta mostrando a perda de dominância apical e com superbrotamento; (C) Deformação de vagens causada pelo mosaico dourado.

Acredita-se que pelo menos 200.000 hectares estão atualmente inviabilizados para o cultivo do feijoeiro na safra “da seca”, nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste, e Sul (Norte do Paraná) (MELO et al., 2005).

O Vírus do Mosaico Dourado

O Vírus do Mosaico Dourado (VMDF) ou *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV) pertence ao gênero *Begomovirus*, família *Geminiviridae*. Trata-se de um vírus com partículas geminadas, com o genoma dividido em dois componentes, denominados de A e B, sendo que ambos são necessários para a infecção das plantas. O VMDF foi clonado e completamente sequenciado (GILBERTSON et al., 1993), sendo que as sequências estão depositadas no *GenBank* com os

números de acesso M88686 e M88687, respectivamente, para os componentes A e B. Os agentes causais de outros vírus causando mosaico dourado amarelo (*Bean Golden Yellow Mosaic Virus* - BGYMV) em feijoeiro na América Central, Caribe e América do Norte também foram sequenciados e são distintos do VMDF, tanto em propriedades biológicas, como na sequência do DNA (FARIA et al., 1994; BLAIR et al., 1995; GARRIDO-RAMIREZ et al., 2000).

Resistência do Hospedeiro

A busca por cultivares resistentes ao mosaico dourado foi iniciada na década de 70 (GÁLVEZ; MORALES, 1989), tendo sido encontrados apenas baixos níveis de tolerância à doença. Não existe cultivar com nível adequado de resistência ao mosaico dourado em utilização no Brasil, e também não foi observada imunidade à doença no gênero *Phaseolus* (BIANCHINI, 1999; FARIA et al., 2000). Há tolerância em cultivares de origem meso-americana, especialmente ao BGYMV, mas não há imunidade (GARRIDO-RAMIREZ et al., 2000). Como consequência desta falta de alto nível de resistência genética, o controle do mosaico dourado tornou-se dependente de práticas culturais que possam facilitar o manejo da doença e de métodos de controle químico do vetor.

O Vetor - Mosca Branca

Em termos epidemiológicos os insetos constituem-se nos mais importantes fatores na transmissão de viroses. Os geminivirus pertencentes ao gênero *Begomovirus* são transmitidos pela mosca branca, *Bemisia tabaci* Gen. A transmissão do VMDF pelo vetor se dá de modo circulativo (não replicativo), persistente (HOHN, 2007). Os geminivirus não possuem nenhum fator conhecido de transmissão pelo inseto, dependendo tão somente da proteína capsidial (HOHN, 2007). Por outro lado, existe um relacionamento íntimo e evolucionariamente estável entre vírus-vetor-endossimbionte de *Bemisia tabaci* que, juntamente com a capacidade extraordinária de adaptar a ambientes modificados para o uso na agricultura, torna este complexo totalmente diferenciado. Contudo, a interação entre estes fatores permanece sem uma definição conclusiva (BROWN, 2007a). O complexo relacionamento begomovirus-vetor (BROWN, 2007b) exhibe absoluta especificidade de transmissão entre o gênero viral e a espécie de mosca branca. Recentemente, apareceram evidências de que a competência

de transmissão ou a eficiência de transmissão pode variar. Há maior competência de transmissão para complexos begomovirus-*B. tabaci* que têm a mesma origem geográfica (BEDFORD et al., 1994; SSERUWAGI et al., 2006).

A mosca branca é classificada na família *Aleyrodidae* (*Sternorrhyncha: Hemipterals.o. Homoptera*). Os parentais mais próximos das moscas brancas seriam os afídeos e cochonilhas, que possuem pares bucais capazes de perfurar e succionar, e se especializaram em alimentar no floema das plantas hospedeiras. O sistema de reprodução das moscas brancas é totalmente distinto de outros insetos: trata-se de um sistema de reprodução haplo-diploide no qual os ovos fertilizados dão origem a fêmeas, enquanto que os machos são provenientes de ovos não fertilizados. Geneticamente isto significa que os machos têm herança maternal enquanto as fêmeas têm herança de ambos os pais, e assim maior diversidade. A relação macho:fêmea na população é regulada por uma produção abundante de fêmeas quando a população de machos se torna muito alta. Por outro lado, mais machos são produzidos quando a oferta de machos está em declínio devido ao alto número de ovos não fertilizados que, por sua vez, redundam em mais fêmeas sendo produzidas (BROWN, 2007a).

No Brasil, a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) é conhecida desde 1923, em plantas daninhas e cultivadas, sendo considerada importante vetor de vírus, como o mosaico dourado do feijoeiro. A sua presença foi relatada em lavouras de algodão, em 1968, no norte do Paraná. A partir de 1972/73, devido a condições favoráveis e à grande expansão da cultura da soja, surgiram elevadas populações de mosca branca no norte do Paraná e sul de São Paulo, além de outras regiões do país (COSTA, 1975).

Na década de 80, um novo biótipo, caracterizado por ter maior diversidade de plantas hospedeiras, e principalmente por sua estreita associação com a planta ornamental poinsetia (bico de papagaio) *Euphorbia pulcherrima* Wild, adquiriu enorme importância nos EUA, Caribe e América Central. A partir de 1986, este biótipo foi observado causando danos em estufas de produção de poinsetia na Flórida. Após detalhados estudos biológicos e caracterização eletroforética, concluiu-se pela existência de uma nova espécie, então denominada de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994. Atualmente, esta espécie é considerada como *Bemisia tabaci* biótipo B.

A mosca branca vem causando elevados prejuízos nas principais culturas de importância econômica como a soja, algodão, tomate e feijão, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

Ciclo de vida – variação com os hospedeiros

A mosca branca, na realidade, é de coloração amarelo-pálida. Os adultos medem de 1 a 2 mm, sendo a fêmea maior que o macho. O abdômen é geralmente bem visível quando encontra-se em repouso. A longevidade dos machos varia de 9 a 17 dias, com média de 13; e as fêmeas, de 38 a 74 dias, com média de 62 dias. Contudo esta longevidade varia com o hospedeiro e as condições climáticas. As seguintes etapas do ciclo de vida podem ser generalizadas: a) ovos-período de incubação – 3 a 6 dias; b) ninfas – 10 dias; c) pupas – 4 dias; d) número de gerações – 11 a 15 por ano. O potencial biótico da espécie foi avaliado em abobrinha, feijão, mandioca, milho, poinsétia, repolho e tomate por Villas-Bôas et al. (2002). A melhor capacidade de crescimento da população no presente estudo foi obtida em feijão e repolho, enquanto as maiores mortalidades foram em milho e mandioca (94,2% e 97,9%) A razão sexual em geral foi favorável às fêmeas. A Fig. 2 ilustra o inseto adulto e as fases iniciais do desenvolvimento em plantas de soja e feijão.



Fig. 2. Adultos de mosca branca em soja e feijão.

Na região Centro-Oeste o sistema produtivo é composto de diversas culturas como soja, tomate, algodão, feijão, milho, sorgo, e trigo e hortaliças. Excetuando as gramíneas, as demais culturas são hospedeiras da mosca branca. As épocas de plantio das culturas e a dinâmica populacional da mosca branca podem ser visualizadas de forma esquemática na Fig. 3.



Fig. 3. Culturas hospedeiras da mosca branca no panorama do sistema agrícola de produção no Centro Oeste.

Com o cultivo intensivo de lavouras e a oferta constante de alimentos, a população da mosca branca mantém-se em elevado nível, causando danos diretos e indiretos. Esta alta densidade populacional da mosca branca, nas diferentes épocas de cultivo, vem sendo a responsável pela infestação desde a fase inicial de desenvolvimento das culturas.

Os principais fatores que influenciam no desenvolvimento populacional da mosca branca são as condições climáticas de alta temperatura e a diversidade de plantas hospedeiras com a consequente oferta de alimento durante o ano. Em períodos de estiagem o crescimento populacional pode ser acelerado, atingindo níveis que causam danos consideráveis na produção. Em condições de ocorrência de chuvas intermitentes, o crescimento populacional da mosca branca pode ser menor, devido à temperatura mais amena e em consequência pelo alongamento do ciclo de vida do inseto. Durante o ano, em condições de altas temperaturas, é possível a ocorrência de 11 a 15 gerações de mosca branca.

Na região Centro-Oeste, antes do advento da irrigação por pivô central, o cultivo (plantio das lavouras) era realizado principalmente no período das chuvas (outubro/novembro), e em segunda safra, denominada de safrinha, em janeiro e fevereiro. A colheita encerrava-se nos meses de abril e maio. Entre os meses de

maio a outubro, período sem precipitação e o cultivo de culturas, verificava-se a redução da população da mosca branca pela falta de plantas hospedeiras para o seu desenvolvimento. Na implantação da nova safra em outubro, o nível populacional inicial da mosca branca era baixo. Esta população atingia níveis elevados em fevereiro/março, época em que a cultura do feijoeiro sofria as maiores perdas devido a transmissão do mosaico dourado. Com a irrigação por pivô central, houve uma ampliação nas épocas de plantio das lavouras. Quando a lavoura de soja entra na fase de maturação, a população da mosca branca desenvolvida em cada época de semeio inicia o processo de migração, colonizando as culturas em desenvolvimento. A coincidência entre a colheita do feijão e tomate, em outubro, com o início de desenvolvimento da soja, propicia uma condição inicial de um novo ciclo da cultura a qual já se inicia com alta população de mosca branca.

A Fig. 4 ilustra bem este fato. As fotos foram tomadas em uma mesma data em fazenda localizada no Estado de Goiás, em 2006. Havia lavouras iniciadas em pelo menos quatro épocas.



Fig. 4. Plantio escalonado de feijoeiro contribuindo para o avanço da mosca branca e consequentemente do mosaico dourado sob pivô central.

São três as diferentes épocas de plantio da cultura do feijão. Nas regiões Sul e Sudeste, a principal época de plantio denominada de “safra” é entre os meses de setembro a dezembro. Em seguida aparece a segunda época de plantio,

“safrinha”, cultivo de nível tecnológico baixo. Mais especificamente na região nordeste do Estado do Paraná e sul de São Paulo, a mosca branca tem causado danos consideráveis à cultura do feijão pela transmissão do VMDF. Os primeiros cultivos de feijão e soja realizados em setembro iniciam o processo de multiplicação da mosca branca. Durante o desenvolvimento destas culturas e com a elevação da temperatura, a mosca branca encontra ambiente ideal para o seu desenvolvimento atingindo níveis populacionais elevados. Nos plantios de setembro/outubro, a taxa de plantas de feijoeiro com MD ainda é baixo. A população da mosca branca desenvolvida no feijoeiro tende a aumentar a taxa de adultos virulíferos, portanto com capacidade de transmissão do MD. Em plantios escalonados a partir de meados de novembro, a probabilidade de ocorrência de MD no feijoeiro, é alto no início do desenvolvimento vegetativo. Quanto mais precoce ocorrer a transmissão do MD nas plantas, maiores serão as perdas.

Na região Centro-Oeste e parte da região Sudeste, as principais épocas de plantio de feijão são: “safrinha” e “inverno”. O feijão da “safrinha” tende a ser muito afetado pela mosca branca (e mosaico dourado) proveniente da cultura da soja, em fase de maturação e colheita. A safra de “inverno” que tem início em meados de março, se estende até os meses de julho/agosto. Em março/abril a mosca migrante é proveniente da cultura da soja em fase de maturação fisiológica.

Danos Causados Pela Mosca Branca

Danos diretos:

Soja: A ocorrência de altas populações de mosca branca nas culturas de soja, algodão, feijão e tomate, tem causado prejuízos qualitativos e quantitativos. As principais razões deste aumento, estão associadas aos cultivos sequenciais de culturas hospedeiras da mosca branca e também por uma estratégia de controle químico, com foco na eliminação apenas de adultos. A mosca branca causa danos diretos pela sucção da seiva provocando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Durante a alimentação, a mosca branca excreta substâncias açucaradas que cobrem as folhas, resultando no estabelecimento de um fungo sobre o substrato, com conseqüente formação da fumagina. O escurecimento da superfície foliar reduz o processo de fotossíntese, causa a murcha e queda das folhas, antecipando o ciclo da cultura. Dependendo do nível

populacional, o ciclo da cultura pode ser antecipado em até 20 dias. No conjunto, este processo resulta em perdas de rendimento.

Abóbora: Sintoma de prateamento da abóbora e danos. A mosca branca causa o aparecimento do sintoma que leva o nome dos sintomas típicos exibidos pela planta. Não se sabe a extensão dos danos, mas altera o metabolismo das plantas.

Danos indiretos:

Soja: Os danos indiretos são causados pela transmissão de viroses. Entre estes o vírus da necrose da haste e o *Sida mottle virus* (RODRÍGUEZ-PARDINA et al., 2006);

Tomateiro: várias geminiviroses em tomateiro;

Melão: amarelão na fruta;

Caupi: mosaico dourado do caupi. Há outras viroses transmitidas pela mosca branca, tanto na soja como em outras culturas para as quais ainda não se conhece os danos econômicos. Dependendo do nível populacional da mosca branca, as perdas de produção podem atingir 100%.

Feijão: a mosca branca atua como vetor do vírus do mosaico dourado. Atua ainda como vetor do Vírus do Mosaico Angular do Feijoeiro Jalo (VMAFJ) (COSTA et al., 1983; GASPAR; COSTA, 1993), e *Bean dwarf mosaic virus* (vírus do mosaico anão do feijoeiro), descrito por Morales et al. (1990).

Metodologia para avaliação de danos causados pelo mosaico dourado em função da época de infecção e do germoplasma, em casa telada

Com o objetivo de determinar o período de proteção da cultura do feijão contra a infecção pelo vírus do mosaico dourado, foram avaliadas as perdas de rendimento ocasionadas pelo MD, nas cultivares Jalo Precoce (ciclo curto), Carioca e Pérola (ciclo médio/tardio). Estas cultivares foram escolhidas a fim de definir a época de inoculação em que ocorrem danos significativos e também o período no qual é necessário adotar medidas de controle. Em casos

extremos, em que ocorram incidências de MD próximas de 100%, as medidas de controle não são mais necessárias, por não resultarem em incrementos significativos na produção. Os estudos foram conduzidos em condições de casa telada, na Embrapa Arroz e Feijão. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três cultivares e oito épocas de infecção. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso/duas plantas/cultivar/época de infecção, com dez repetições, totalizando 80 vasos/cv. O semeio foi realizado em vasos contendo 5 kg de solo previamente fertilizado, tendo sido deixadas duas plantas por vaso após o desbaste. O semeio foi iniciado em diferentes épocas, de modo que a inoculação foi realizada simultaneamente para todos os tratamentos. Grupos de 20 plantas/cultivar (duas plantas/vaso) foram inoculados em intervalos semanais, iniciando uma semana após a emergência das plântulas até aos 56 dias, com intervalos de sete dias. Foi mantido um grupo de plantas como controle (20 plantas/cultivar) sem inoculação. Terminado o período de inoculação de três dias, as plantas foram pulverizadas com inseticidas para mantê-las livres de insetos até o final do ciclo e evitar que as testemunhas fossem infectadas. As plantas foram avaliadas quanto ao grau de deformação das vagens e a produtividade. Os resultados são apresentados em percentagem de vagens deformadas e da redução de massa dos grãos produzidos em relação à respectiva testemunha não inoculada.

Resultado da avaliação dos danos causados pelo mosaico dourado variando a época de infecção e germoplasma, em casa telada

Ficou evidenciado em todas as cultivares que a inoculação precoce das plantas (até aos 21 Dias Após a Emergência- DAE) resulta em perda total de produção das plantas. A partir desta época há uma diferenciação entre cultivar precoce e de ciclo médio/tardio, sendo que aos 28 DAE, a redução da deformação foi significativa apenas para a cultivar precoce, e não para as de ciclo médio. A inoculação aos 35 DAE não teve efeito sobre a cultivar Jalo Precoce, mas ainda mostrou efeito sobre as cultivares mais tardias. Ficou claro que estas estão correlacionadas ao período de floração. Quando a infecção pelo VMDF ocorreu após a floração média causou pouco ou nenhum dano à planta (Tabela 1). Estes dados têm implicações diretas no estabelecimento de um programa de manejo da doença, seja pelo controle químico das moscas brancas, ou pela época de semeio, para evitar a infecção precoce.

Tabela 1. Danos causados e períodos de proteção para reduzir o impacto do mosaico dourado.

| Dias após a emergência | Percentagens de formação de vagens deformadas/ percentagem de perda de massa de grãos | | |
|------------------------|--|-----------|-----------|
| | Jalo Precoces | Carioca | Pérola |
| A (7) | -* /100,0 | -/100,0 | -/100,0 |
| B (14) | -/48,2 | -/100,0 | -/100,0 |
| C (21) | 100,0/82,2 | -/100,0 | -/100,0 |
| D (28) | 48,2/55,6 | 95,5/90,8 | 78,6/90,0 |
| E (35) | 0,0/0,0 | 45,0/46,0 | 52,2/61,1 |
| F (42) | -/3,0 | -/12,4 | 3,2/21,3 |
| G (49) | -/1,7 | -/15,3 | -/10,1 |
| H (56) | -/0,0 | -/11,6 | -/8,2 |
| I (testemunha) | -/0,0 | -/0,0 | -/0,0 |

-* não houve formação de vagens;

—* não houve deformação.

Controle químico da mosca branca

O principal método de controle da mosca branca continua sendo o químico. Cerca de 23 princípios ativos estão registrados para o controle da mosca branca no feijoeiro, entretanto, poucos deles têm se mostrado eficientes. Em testes realizados em condições controladas, os princípios ativos do grupo dos organofosforados, piretróides, carbamatos, foram eficientes no controle de adultos da mosca branca *B. tabaci* raça A, mas ineficientes para a *B. tabaci* raça B.

Os inseticidas do grupo dos neonicotinóides têm sido eficientes no controle de adultos da mosca branca *B. tabaci* raça B. Os princípios ativos thiamethoxan, acetamiprid e imidacloprid foram os mais eficientes no controle de adultos da mosca branca *B. tabaci* raça B. O thiametoxan e o imidacloprid são posicionados em tratamento de sementes e em pulverizações.

Atualmente, em testes realizados com os neonicotinóides, em pulverização, tem-se verificado uma redução acentuada na eficiência e no efeito residual para o controle de adultos. Este fato tem como principal causa, a exposição contínua das populações de mosca branca aos neonicotinóides, largamente utilizados no seu controle.

O inseticida pyriproxyfen, análogo do hormônio juvenil, afeta o balanço hormonal dos insetos causando a supressão da embriogênese quando o adulto ou os ovos são tratados e também afeta a formação dos adultos quando as

larvas são expostas ao produto. Possui um espectro mais amplo de controle da mosca branca, atuando sobre ovos e ninfas. Este produto exhibe atividade translaminar, pois no tratamento da superfície foliar, os ovos e as ninfas presentes na face inferior são afetados.

No estabelecimento de uma lavoura de feijão, com probabilidade de ser infestada pela mosca branca provenientes de outras culturas em fase de colheita (ex. soja), recomenda-se como medida preventiva o tratamento de sementes e pulverizações sequenciais com adulticidas. Em áreas de cultivo sequencial de feijoeiro, esta mesma recomendação não terá o efeito esperado, porque ocorre a migração de adultos virulíferos com o vírus do mosaico dourado. O inseticida atua com eficiência no controle de adultos da mosca branca, mas não é capaz de evitar a transmissão da virose.

Os inseticidas recomendados para o controle de adultos, têm pouca ação sobre ninfas. Portanto, as aplicações visando somente o controle de adultos têm resultado em pulverizações sequenciais, com elevação nos custos de produção, sem o efeito desejado para a eliminação da mosca branca. Após a aplicação de um inseticida adulticida, e com o fim do efeito residual, uma nova população de adultos, se estabelece na cultura, porque não há quebra do ciclo da praga.

Em áreas da cultura de feijão estabelecido, infestada com a mosca branca, recomenda-se o controle químico com inseticida de ação sobre ovos e ninfas, complementando com a aplicação de adulticidas, visando a quebra do ciclo da praga na lavoura. À medida que a população da mosca branca é controlada pela ação de inseticidas sobre ovos e ninfas, a tendência é diminuir a migração de adultos das lavouras mais velhas para as mais novas. Mesmo com a possibilidade de uma diminuição na população migrante, recomenda-se o tratamento de sementes, como a primeira medida preventiva de controle da mosca branca.

Outros resultados de pesquisa

- Os produtos do grupo dos organofosforados, piretróides e carbamatos são ineficientes para o controle de adultos, com exceção do endosulfan e cartap. O uso do endosulfan é limitado devido ao seu registro em algumas culturas. O cartap tem apenas ação direta e não tem poder residual. Dentro deste grupo, o registro foi obtido em testes com a mosca branca *Bemisia tabaci* raça

A, portanto, a comercialização e a aplicação destes produtos ineficientes estão respaldadas pelo registro.

- Os neonicotinóides: thiametoxan, imidacloprid e acetamiprid são eficientes no controle de adultos de mosca branca. Na dose recomendada para o controle de adultos, o efeito sobre as ninfas não atinge a eficiência de 20%.
- O posicionamento de tratamento de sementes feijão e pulverizações complementares com thiametoxan e imidacloprid tem resultados positivos na produção de feijão, quando se tem uma população de mosca migrando de outras culturas como tomate, soja ou algodão. Em plantios escalonados subsequentes, o mesmo posicionamento de tratamento de sementes de feijão e as aplicações complementares, não têm resultados positivos na produção, porque a mosca virulífera com o vírus do mosaico dourado transmite-o às plantas em desenvolvimento. O produto em tratamento de sementes é eficaz no controle da mosca, entretanto, não evita a transmissão do vírus. A recomendação é a aplicação de inseticida para o controle de ovos e ninfas, visando a quebra do ciclo da praga.
- No posicionamento do tratamento de mudas de tomate na bandeja, os resultados obtidos são similares ao do feijão. Quando a migração da mosca é de outras culturas, pode-se tratar como praga. Nos cultivos escalonados subsequentes, a mosca migrante da cultura do tomate para o tomate é considerada como vetora. A recomendação é o uso de inseticida com ação sobre ovos e ninfas, com o objetivo de quebrar o ciclo da mosca, evitando a migração e a transmissão de viroses nos cultivos subsequentes.
- No tratamento de sementes de soja com o neonicotóide, pode reduzir a população da mosca branca em 24 vezes, comparando-se áreas tratadas e sem tratamento. Como resultado do controle da mosca branca há incremento na produção, além da diminuição da praga.

O Manejo da Mosca Branca – Ponderações Finais

A integração dos resultados obtidos com a avaliação de épocas de infecção pelo vírus do mosaico dourado, ciclo das cultivares e dos diferentes produtos químicos com propriedades diferenciadas de modo a atingir as diferentes fases do ciclo de vida da mosca branca, conduz a algumas ponderações interessantes.

Diversas práticas podem ser utilizadas visando o controle da mosca branca. Dentre as medidas de maior efetividade está a aplicação de medidas legislativas

através das Instruções Normativas (IN) que regulamentam as épocas de plantio, eliminação de plantas voluntárias (tiguera / restos culturais), visando diminuir a oferta de alimentos e, conseqüentemente, baixar a população da praga. A instrução normativa para a cultura da soja tem como objetivo a ferrugem asiática, no algodão o alvo é o bicudo e no tomate é a mosca branca. Embora as INs tenham como foco diferentes alvos, a sua implementação tem atuado de forma sinérgica no manejo da mosca branca, uma vez que todas as culturas são hospedeiras do mesmo inseto alvo.

A limitação da época de plantio visa reduzir a oferta de alimentos para o inseto. Com esta prática existe maior flexibilidade quanto à implantação de novos plantios, após o encerramento da colheita das culturas antecedentes. Na prática, o cultivo intensivo propicia a sobreposição de culturas em diferentes estágios de desenvolvimento, principalmente entre a fase de maturação com a de implantação de uma nova cultura, quando a mosca branca migra das culturas em fase de colheita para as em início de desenvolvimento.

A eliminação de restos culturais deve ser uma prática imediata à colheita. Eliminando-se os restos culturais, seja por método químico ou físico, elimina-se a mosca branca, evitando a migração e infestação de cultivos subsequentes.

No processo de colheita da soja e feijão, há um percentual de perda de grãos que irá resultar na emergência de novas plantas. Estas plantas voluntárias (tiguera), poderão ser uma fonte permanente de manutenção da população da mosca branca e conseqüentemente de viroses por ela transmitida. A eliminação das plantas voluntárias reduz a oferta de alimentos e a multiplicação da mosca neste ambiente.

Em propriedades que adotam o sistema de plantio direto, recomenda-se a realização de amostragens em plantas daninhas, visando determinar o nível populacional da mosca branca. Detectando-se a ocorrência de altas populações de mosca branca, o produtor poderá tomar medidas preventivas como a realização da dessecação, deixando a área em pousio (duas semanas), antes da semeadura. Em caso de semeadura imediata após a dessecação das plantas daninhas, recomenda-se a aplicação de um inseticida na área de plantio para o controle de adultos da mosca branca, antes da emergência da plantas. Já foi observado que, mesmo após o dessecação, ainda continua a emergência de adultos a partir de ninfas já existentes.

O principal método de controle da mosca branca continua sendo o químico. Diversos princípios ativos estão registrados para o controle da mosca branca, entretanto, poucos deles têm se mostrado eficientes. Avaliações realizadas com diferentes princípios ativos do grupo dos organofosforados, piretróides, carbamatos, mostraram uma alta eficiência no controle de adultos da mosca branca *B. tabaci* raça A, porém, foram ineficientes para o controle da *B. tabaci* raça B.

Na década de 90, surgiu um novo grupo de inseticidas, os neonicotinóides, com alta eficácia no controle de adultos de mosca branca. Os princípios ativos que são eficientes no controle de adultos de mosca branca: thiametoxan, imidacloprid e acetamiprid. O thiametoxan e o imidacloprid podem ser aplicados no tratamento de sementes, mudas de tomateiro na bandeja e em pulverização para o controle de adultos da mosca branca. O acetamiprid tem sido utilizado no tratamento de mudas do tomateiro e em pulverização. Devido à falta de outros princípios ativos, os neonicotinóides são a principal ferramenta utilizada no controle da mosca branca. Esta exposição frequente da mosca branca a este grupo químico trouxe como consequência, uma redução na eficiência e no poder residual. Atualmente estão sendo desenvolvidos estudos de avaliação de eficácia dos neonicotinóides em populações de mosca branca, de diferentes regiões. Resultados preliminares indicam a necessidade do aumento da dose, de 30 a 50%, em relação à dose recomendada.

Um inseticida que atua sobre ovos e ninfas cujo princípio ativo é o pyriproxyfen, é um análogo do hormônio juvenil e afeta o balanço hormonal dos insetos causando a supressão da embriogênese. Possui ação transovariana, pois adultos em contato com o produto, efetuam a postura de ovos inviáveis. Este juvenóide tem um espectro mais amplo de controle da mosca branca, atuando sobre ovos e ninfas. Não é eficiente no controle de adultos, mas estes, em contato com o produto, realizam a postura de ovos inviáveis (ação transovariana). Este produto exibe translocação translaminar, pois na aplicação sobre a superfície foliar, os ovos e as ninfas presentes na face inferior, são afetados.

No controle da mosca branca, as aplicações de produtos visando apenas o controle de adultos têm resultado em pulverizações sequenciais, com a elevação dos custos de produção, sem o efeito desejado. A aplicação de inseticidas com ação sobre ovos e ninfas, complementada com adulticidas, tem resultado em efeito positivo na quebra do ciclo da praga na lavoura.

Conclusões

A despeito do VMDF não ser transmitido pela semente, existe uma alta eficiência de transmissão da virose gerada por um sistema agrícola completamente favorável à praga. A inexistência de cultivares com alta tolerância genética associada às práticas agrônômicas de culturas sequenciais hospedeiras da mosca branca e viroses por ela transmitidas conduz à dependência do controle químico. Os estudos realizados com feijoeiro em condições de casa telada demonstram a clara necessidade de controlar a virose, através do controle do vetor, até cerca de 35-40 dias após a emergência. Por outro lado, negligenciar este controle precoce pode levar a perdas substanciais de produtividade ou a perda total de lavouras. No presente trabalho a situação atual da ocorrência de altas populações de mosca branca resultante do desequilíbrio do sistema produtivo e consequentemente das altas incidências de doenças transmitidas pela mosca branca tornam-se claras. O manejo da mosca branca e do mosaico dourado utilizando defensivos agrícolas foi discutido baseado nas disponibilidades dos princípios ativos oficialmente registrados, e possível valor dos mesmos na proteção das lavouras.

Referências

- BARBOSA, F. R.; SIQUEIRA, K. M. M. de; SOUZA, E. A. de; MOREIRA, W. A.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus-do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 879-883, jun. 2002.
- BEDFORD, I. D.; BRIDDON, R. W.; BROWN, J. K.; ROSELL, R. C.; MARKHAM, P. G. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 125, n. 2, p. 311-325, Oct. 1994.
- BIANCHINI, A. Resistance to bean golden mosaic virus in bean genotypes. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, n. 7, p. 615-620, July 1999.
- BLAIR, M. W.; BASSETT, M. J.; ABOUZID, A. M.; HIEBERT, E.; POLSTON, J. E.; McMILLAN, R. T.; GRAVES, W.; LAMBERTS, M. Occurrence of bean golden mosaic virus in Florida. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 5, p. 529-533, May 1995.

BROWN, J. K. The *Bemisia tabaci* complex: genetic and phenotypic variability drives begomovirus spread and virus diversification. Jan. 2007a. Disponível em: < <http://www.apsnet.org/online/feature/btabaci/> > . Acesso em: 17 jul. 2008.

BROWN, J. K. The *Bemisia tabaci* complex: genetic and phenotypic variation and relevance to TYLCV-vector interactions. In: CZOSNEK, H. (Ed.). **Tomato yellow leaf curl virus disease management: management, molecular biology, breeding for resistance**. New York: Springer Verlag, 2007b. p. 25-56.

COSTA, A. S. Fitoviroses do feijoeiro no Brasil. In: BULISANI, E. A. (Coord.). **Feijão: fatores de produção e qualidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 175-256.

COSTA, A. S. Increase in the population density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In: BIRD, J.; MARAMOROSH, K. (Ed.). **Tropical disease of legumes**. New York: Academic Press, 1975. p. 27-49.

COSTA, A. S. Three whitefly-transmitted diseases of beans in São Paulo, Brazil. **FAO Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 13, n. 6, p. 121-130, 1965.

COSTA, A. S.; GASPAR, J. O.; VEGA, J. Mosaico angular do feijoeiro Jalo causado por um "carlavirus" transmitido pela mosca branca *Bemisia tabaci*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, n. 2, p. 325-337, jun. 1983.

COSTA, C. L.; CUPERTINO, F. P. Avaliação das perdas na produção do feijoeiro causadas pelo vírus do mosaico dourado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 1, n. 1, p. 18-28, fev. 1976.

FARIA, J. C. Historia y situación del cultivo del frijol en los países latinoamericanos afectados por geminivirus transmitidos por mosca blanca: Brasil. In: MORALES GARZÓN, F. J. (Ed.). **Bean golden mosaic and other diseases of common bean caused by whitefly-transmitted geminiviruses in Latin America**. Cali: CIAT, 2000. p. 79-87.

FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, M. J. O. Controle do mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) pela resistência varietal e inseticidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 32-35, abr. 1988.

FARIA, J. C.; BEZERRA, I. C.; ZERBINI, F. M.; RIBEIRO, S. G.; LIMA, M. F. Situação atual das geminivirose no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 125-137, jun. 2000.

FARIA, J. C.; GILBERTSON, R. L.; HANSON, S. F.; MORALES, F. J.; AHLQUIST, P.; LONIELLO, A. O.; MAXWELL, D. P. Bean golden mosaic geminivirus type II isolates from the Dominican Republic and Guatemala: nucleotide sequences, infectious pseudorecombinants, and phylogenetic relationships. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 321-329, Mar. 1994.

GÁLVEZ, G. E.; MORALES, F. J. Whitefly-transmitted viruses. In: SCHWARTZ, H. F.; PASTOR-CORRALES, M. A. (Ed.). **Bean production problems in the tropics**. 2. ed. Cali: CIAT, 1989. p. 379-406.

GARRIDO-RAMIREZ, E. R.; SUDARSHANA, M. R.; GILBERTSON, R. L. **Bean golden yellow mosaic virus from Chiapas, Mexico**: characterization, pseudorecombination with other bean-infecting geminiviruses, and germ plasm screening. **Phytopathology**, St. Paul, v. 90, n. 11, p. 1224-1232, Nov. 2000.

GASPAR, J. O.; COSTA, A. S. Efeito do vírus do mosaico angular sobre o metabolismo de carboidratos em feijoeiro Jalo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 4, p. 541-544, dez. 1993.

GILBERTSON, R. L.; FARIA, J. C.; AHLQUIST, P. A.; MAXWELL, D. P. Genetic diversity in geminiviruses causing bean golden mosaic disease: the nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of a Brazilian isolate of bean golden mosaic geminivirus. **Phytopathology**, St. Paul, v. 83, n. 7, p. 709-715, July 1993.

HOHN, T. Plant virus transmission from the insect point of view. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 104, n. 46, p. 17905-17906, Nov. 2007.

MELO, L. C.; FARIA, J. C. de; ROSARIA, L.; YOKOYAMA, M.; BRONDANI, R. V. P.; DEL PELOSO, M. J.; BRONDANI, C.; FARIA, L. C. de. Controle genético da reação do feijoeiro comum ao vírus do mosaico dourado. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. v. 1, p. 393-396. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

MENTEN, J. O. M.; TULMANN NETO, A.; ANDO, A. Avaliação de danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF). **Turrialba**, San Jose, v. 30, n. 2, p. 173-176, abr./jun. 1980.

MORALES, F. J.; NIESSEN, A. I.; RAMIREZ, B.; CASTAÑO, M. Isolation and partial characterization of a geminivirus causing bean dwarf mosaic. **Phytopathology**, St. Paul, v. 80, n. 1, p. 96-101, Jan. 1990.

RODRÍGUEZ-PARDINA, P. E.; ZERBINI, F. M.; DUCASSE, D. A. Genetic diversity of begomoviruses infecting soybean, bean and associated weeds in Northwestern Argentina. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 4, p. 342-348, Aug. 2006.

SSERUWAGI, P.; MARUTHI, M. N.; COLVIN, J.; REY, M. E. C.; BROWN, J. K.; LEGG, J. P. Colonization of non-cassava plant species by cassava whiteflies (*Bemisia tabaci*) in Uganda. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 119, n. 2, p. 145-153, May 2006.

VICENTE, M.; KANTHACK, R. D.; NORONHA, A. B.; STRADIOTO, M. F. S. Incidência do mosaico dourado em feijoeiros cultivados em duas épocas de plantio na região de Presidente Prudente. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 4, p. 373-376, dez. 1988.

VILLAS BÔAS, G.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 71-79, mar. 2002.

