

1º lugar na Categoria Ambiental em 2011

Controle biológico de moscas-das-frutas na Amazônia: um caminho para desenvolvimento sustentável da fruticultura

Ricardo Adaime da Silva

Pós-Doutor pelo Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa, México. Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) - Brasil. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro de Pesquisa Agropecuária do Amapá. - Macapá, AP – Brasil. Professor do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Amapá e do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá (Unifap) e do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Rede Bionorte).

E-mail: ricardo.adaime@embrapa.br

Adilson Lopes Lima

Doutorado em Fitopatologia pela Universidade de Brasília (UnB) - Brasília, DF - Brasil. Pesquisador da Embrapa Amapá (Embrapa)-Macapá, AP - Brasil.

E-mail: adilson.lopes@embrapa.br

Ezequiel da Glória de Deus

Doutorando em Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Amapá (Unifap). Professor da Universidade do Estado do Amapá (Ueap) - Macapá, AP - Brasil.

E-mail: egd_bio@hotmail.com

Resumo

A presente proposta tem o objetivo de estimular as pesquisas em controle biológico de moscas-das-frutas na Amazônia brasileira. A proposta está baseada na utilização estratégica de dois grupos de agentes de controle: 1) parasitoides nativos: identificação das espécies de parasitoides que atuam na regulação populacional de moscas-das-frutas e das espécies vegetais “multiplicadoras” de parasitoides; 2) fungos entomopatogênicos: seleção de isolados patogênicos às principais espécies de moscas-das-frutas. Essas duas estratégias, utilizadas em conjunto com outras práticas de manejo, contribuem de forma significativa para a redução populacional de moscas-das-frutas. Espera-se, portanto, reduzir o aporte de agrotóxicos nos ecossistemas amazônicos.

Palavras-chave

Diptera. Fungos entomopatogênicos. Parasitoides. Tephritidae.

Biological control of fruit flies in the Amazonian basin: a way for sustainable development of fruit production

Abstract

The objective of this paper is to stimulate research on biological control of fruit flies in the Brazilian Amazonian basin. The proposal is based on the strategic use of two groups of control agent: 1) native parasitoids: identification of parasitoids species that act in the regulation of fruit flies population and identification of vegetal species “multipliers” of parasitoids; 2) entomopathogenic fungi: selection of isolated pathogenic for the main species of fruit flies. These two strategies, used together with other management practices, cansignificantly contribute to fruit flies population decrease. The conclusion is that the decrease in intake of pesticides in the Amazonian ecosystems is expected.

Keywords

Diptera. Tephritidae. Parasitoids. Entomopathogenic fungi.

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira constitui-se no mais importante repositório de espécies frutíferas do Brasil. Nessa região são encontradas aproximadamente 220 espécies de plantas produtoras de frutos comestíveis, o que representa 44% da diversidade de frutas nativas do país (CARVALHO; NASCIMENTO, 2011). O potencial agroindustrial das fruteiras exóticas da Amazônia é alto, principalmente em razão de características como sabor, aroma e cor, inexistentes na Europa e nos EUA, dois

dos principais mercados consumidores mundiais. Algumas espécies frutíferas já assumiram lugar de destaque no Brasil e no exterior, extrapolando as fronteiras regionais (NEVES, 2011). Utilizar-se dessas espécies, tanto em condições de ocorrência natural como cultivadas, é tão importante para o benefício das comunidades locais e regionais quanto o desenvolvimento do seu cultivo em bases sustentáveis. Essa abordagem permitirá agregação de valor, geração de emprego e renda, além de benefícios sociais, econômicos e ambientais (SOUZA; SILVA, 2008).

Nas três últimas décadas, o volume de produção de frutas na Amazônia brasileira (nativas ou introduzidas) apresentou expressivo crescimento. Convém ressaltar que, não obstante o fato de desse crescimento ter sido decorrente, predominantemente, da expansão da área cultivada, essa atividade teve reduzido impacto sobre a vegetação primária. A quase totalidade dos pomares foi implantada em áreas anteriormente ocupadas com outras culturas que, por problemas de mercado, deixaram de ser interessantes para os agricultores (CARVALHO; NASCIMENTO, 2011). Ademais, o desenvolvimento da fruticultura na Amazônia brasileira também se beneficia da possibilidade de implantação de um modelo sustentável de produção, uma vez que essa atividade é praticada muitas vezes em sistemas agroflorestais, o que contribui significativamente para a manutenção e sustentabilidade desses agroecossistemas e para a conservação da biodiversidade (GAMA-RODRIGUES et al., 2006).

Entretanto, apesar do elevado potencial de crescimento da fruticultura na Amazônia, os problemas fitossanitários são considerados uma das principais barreiras a serem vencidas, pois mesmo a fruticultura tendo qualidade e potencial produtivo, os países importadores restringem ao máximo a comercialização por meio de medidas quarentenárias rigorosas (SOUZA FILHO, 2006). Dessa forma, proposições que visem ao desenvolvimento do setor agrícola e florestal na região amazônica requerem, necessariamente, que sejam levadas em consideração suas características

ecológicas, conciliando a conservação ambiental com o desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, a presente proposta visa gerar conhecimento científico e adaptar tecnologias para o manejo sustentável de moscas-das-frutas na Amazônia brasileira, com ênfase na identificação e quantificação da fauna de parasitoides nativos, na identificação das espécies vegetais nativas que atuam como reservatório natural de parasitoides (ou “multiplicadoras”) e na caracterização e avaliação do potencial de fungos entomopatogênicos como agentes de controle biológico.

LIMITAÇÕES FITOSSANITÁRIAS À PRODUÇÃO DE FRUTAS

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) estão entre as principais pragas da agricultura mundial, sendo motivo de preocupação especialmente para países tropicais em desenvolvimento que têm na fruticultura um importante componente de sua balança comercial. Essencialmente, os impactos econômicos negativos desses insetos-praga estão associados aos danos diretos (as fêmeas depositam ovos nos frutos, as larvas eclodem e consomem a polpa, inviabilizando a comercialização) e as severas restrições quarentenárias impostas por muitos países para evitar a sua entrada (ALUJA; MANGAN, 2008; FOLLETI; NEVEN, 2006).

No Brasil, há três gêneros de moscas-das-frutas de importância econômica e/ou quarentenária, abordados a seguir.

O GÊNERO *ANASTREPHA*: NATIVO DA REGIÃO NEOTROPICAL

No Brasil, 115 espécies de *Anastrepha* já foram assinaladas (ZUCCHI, 2008). Destas, seis são particularmente importantes: *Anastrepha striata* (Schiner), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha pseudoparallela* (Loew) e *Anastrepha zenildae* Zucchi (URAMOTO; ZUCCHI, 2009; ZUCCHI, 2008). As espécies mais polífagas

e amplamente distribuídas no país são *A. fraterculus* (97 espécies hospedeiras), *A. obliqua* (45) e *A. striata* (31) (ZUCCHI, 2008; ZUCCHI et al., 2011).

Na obra de Malavasi e Zucchi (2000), que compila informações sobre moscas-das-frutas no Brasil, há um capítulo dedicado à Região Norte do país, que abrange a maior parte da área da Amazônia Legal, mencionando 32 espécies de *Anastrepha*.

Nos anos recentes, com a implementação de vários projetos na região, notadamente aqueles coordenados e financiados pela Embrapa, o conhecimento sobre moscas-das-frutas, seus hospedeiros e parasitoides avançou expressivamente em áreas estratégicas da Amazônia. Com pesquisadores atuando em conjunto e trocando experiências, atividades de levantamento de moscas-das-frutas foram realizadas em vários Estados. Assim, significativos avanços no conhecimento da diversidade e bioecologia de espécies de Tephritidae têm sido obtidos. O “estado da arte” dessa temática foi publicado por Zucchi et al. (2011), que referiram 55 espécies de *Anastrepha* para a região. Mais recentemente, outras três espécies foram registradas e duas novas espécies foram descritas (NORRBOM; UCHÔA 2011, TRINDADE; UCHÔA 2011). Portanto, atualmente, 60 espécies de *Anastrepha* estão registradas para a Amazônia brasileira, pelo menos metade endêmica.

Na Amazônia, as larvas de *Anastrepha* desenvolvem-se em 71 espécies de hospedeiros, em 26 famílias botânicas. Para mais da metade do número de espécies de *Anastrepha* assinaladas na região, não há um único hospedeiro conhecido. As espécies mais amplamente distribuídas são *A. striata* e *A. obliqua*, que ocorrem em todos os Estados. São também as mais polífagas, associadas a 28 e 25 espécies na região, respectivamente (ZUCCHI et al., 2011).

Os hospedeiros com mais espécies de *Anastrepha* associadas pertencem às famílias Myrtaceae – *Psidium guajava* (11 espécies) e *Psidium guineense* (6 espécies) – e Anacardiaceae (*Spondias mombin*) (7 espécies). As famílias com mais hospedeiros associados com espécies de *Anastrepha* são Myrtaceae (12 espécies), Anacardiaceae (7 espécies), Melastomataceae e

Moraceae (ambas com 6 espécies), Fabaceae e Sapotaceae (ambas com 5 espécies) (ZUCCHI et al., 2011).

BACTROCERA CARAMBOLAE: PRAGA QUARENTENÁRIA

O gênero *Bactrocera* é representado no Brasil por uma única espécie, *Bactrocera carambolae* Drew e Hancock, conhecida como mosca-da-carambola, originária da Indonésia, Malásia e Tailândia (VIJAYSEGARAN; OMAN, 1991). Foi coletada inicialmente no Suriname, em 1975 (SAUERS-MÜLLER, 1991). Em 1989, foi detectada na Guiana Francesa (WHITE; ELSON-HARRIS, 1994) e, em 1996, foi detectada no Brasil, no município de Oiapoque, estado do Amapá. De acordo com a Instrução Normativa nº 52 de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, esta espécie é classificada como “praga quarentenária presente” no Brasil e está sob controle oficial.

Considerada praga de grande expressão econômica para países exportadores de frutas, especialmente em virtude de restrições quarentenárias impostas por países importadores que não possuem a praga em seus territórios, a mosca-da-carambola constitui-se em problema fitossanitário de extrema relevância, já que sua simples presença em áreas de produção pode levar à perda de importantes mercados importadores, ocasionando prejuízos de grande monta ao país (MALAVASI, 2001; SILVA et al., 1997).

O impacto negativo da introdução da mosca-da-carambola em outras regiões do país, a exemplo do Submédio São Francisco, pode ter consequências desastrosas, principalmente do ponto de vista econômico (SILVA et al., 1997). Os impactos também podem ser expandidos para implicações ambientais devido aos efeitos de medidas de controle, especialmente químicas, sobre os recursos naturais e organismos não alvo, interferência nas interações biológicas com espécies nativas e adaptação a outras espécies comerciais ainda não consideradas hospedeiras (SILVA et al., 1997; NASCIMENTO; CARVALHO, 2000).

Outro fator relevante é a implicação social que a introdução da mosca-da-carambola poderia causar em regiões de produção comercial de frutíferas. Nesse sentido, não somente a provável redução na produção e produtividade, mas principalmente a perda de mercados importadores poderá provocar consideráveis efeitos adversos nos níveis de emprego gerados pelo segmento.

Em sua região de origem, o Sudeste Asiático, mais de 100 espécies hospedeiras são registradas para essa praga (MALAVASI, 2001). Em trabalho realizado durante 12 anos (agosto de 1986 a julho de 2002), no Suriname, Sauers-Müller (2005) coletou mais de 11.000 amostras de frutos de 188 espécies vegetais, incluindo várias espécies silvestres. Foram identificadas 20 espécies vegetais hospedeiras de *B. carambolae*, pertencentes às famílias Anacardiaceae, Combretaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Oxalidaceae, Rhamnaceae, Rutaceae e Sapotaceae. No Amapá, estão registradas seis espécies de hospedeiros: *S. mombin* (taperebá), *Rollinia mucosa* (biribá), *Malpighia emarginata* (acerola), *P. guajava* (goiaba), *Averrhoa carambola* (carambola) e *Pouteria caimito* (abiu) (SILVA et al., 2011a).

É importante ressaltar que o conhecimento dos hospedeiros potenciais dessa praga é de fundamental importância para o estabelecimento de ações de controle. Por isso, pesquisas estão sendo executadas com o objetivo de elaborar uma lista de hospedeiros da praga no Brasil.

CERATTIS CAPITATA: ESPÉCIE EXÓTICA

Ceratitidis capitata (Wiedemann), conhecida como a mosca-do-mediterrâneo, está distribuída na maioria das regiões tropicais e temperadas do mundo, e constantemente ameaça invadir ou reinvasar novas áreas (CAREY, 1991).

Em nível mundial, *C. capitata* se alimenta de mais de 300 espécies de plantas pertencentes a várias famílias botânicas. Desse número, 40% pertencem a apenas cinco famílias: Rosaceae (11%), Rutaceae (9%), Solanaceae (9%), Sapotaceae (6%) e

Myrtaceae (5%) (LIQUIDO et al., 1998). No Brasil, essa espécie foi registrada pela primeira vez no estado de São Paulo, em 1901, sendo um dos mais antigos registros de uma espécie invasora exótica no país (ZUCCHI, 2001). Ocorre em 22 das 27 unidades da federação (associada a 84 hospedeiros, de 25 famílias botânicas), mais comumente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (ZUCCHI, 2012).

Na Amazônia brasileira já foi assinalada no Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins. Está associada a apenas três espécies de hospedeiros na região: acerola, carambola e goiaba. Portanto, a ocorrência de *C. capitata* na Amazônia brasileira ainda não está elucidada, especialmente quanto à sua distribuição e colonização de hospedeiros. Entretanto, tudo indica que sua invasão é recente e está ocorrendo gradativamente. Nos estados do Amapá e Roraima essa espécie ainda não foi detectada, embora levantamentos com armadilhas Jackson com trimedlure tenham sido realizados (SILVA et al., 2011b).

MANEJO SUSTENTÁVEL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

O grande desafio atual da agricultura é manter a produtividade dos cultivos e ao mesmo tempo melhorar a qualidade biológica (valor nutritivo) e a sanidade dos alimentos (ausência de resíduos tóxicos), além de conservar os recursos naturais de produção (solo, água, ar e organismos) para as gerações futuras (AGUIAR-MENEZES, 2003). Dentro dessa perspectiva, o controle biológico, definido por DeBach (1968) como a “ação de parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outro organismo a um nível mais baixo do que aquele que normalmente ocorreria nas suas ausências”, torna-se uma ferramenta fundamental no manejo de pragas agrícolas, por ser de custo relativamente mais baixo e de menor risco à saúde humana e ao meio ambiente.

O manejo das moscas-das-frutas nos trópicos é dificultado por causa das interações entre as espécies desse grupo de insetos, as plantas

hospedeiras e o ecossistema. Espécies de moscas-das-frutas polívoras têm hospedeiros disponíveis em praticamente todos os meses do ano. Assim, o controle populacional de moscas-das-frutas vem sendo realizado, na maioria dos casos, por meio da utilização de iscas tóxicas preparadas com proteína hidrolisada associada a inseticidas químicos. Esse método de controle visa atrair e eliminar a fêmea adulta, que necessita de proteínas e carboidratos no período de pré-oviposição. Além das iscas tóxicas, o controle pode ser feito com aplicações químicas em cobertura (CARVALHO; NASCIMENTO, 2002).

O método de controle químico, embora produza resultados satisfatórios, apresenta conhecidos inconvenientes, como desequilíbrios ambientais, danos à saúde humana, ser contrário à opinião pública e adicionar resíduos aos produtos (CARVALHO et al., 2000).

CONTROLE BIOLÓGICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS: PARASITOIDES

Entre os inimigos naturais de tefritídeos, os parasitoides têm se destacado como os mais efetivos. Em nível mundial, já foram identificadas 82 espécies de parasitoides de moscas-das-frutas, pertencentes às famílias Braconidae, Chalcididae, Diapriidae, Eulophidae e Pteromalidae, sendo que a maioria pertence à família Braconidae (WHARTON; GILSTRAP, 1983). Os Braconidae (subfamília Opiinae) são considerados os mais importantes inimigos naturais de moscas-das-frutas, sendo utilizados em programas de controle biológico em vários países (WHARTON, 1989). *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) é uma das espécies de parasitoides de tefritídeos mais comuns e amplamente distribuídas, ocorrendo da Argentina até o sul dos Estados Unidos (WHARTON; GILSTRAP, 1983; OVRUSKI et al., 2000).

No Brasil, os parasitoides de tefritídeos mais frequentemente coletados também pertencem à família Braconidae, sendo seis espécies de ocorrência comum. Elas estão agrupadas nas subfamílias Alysiinae (gênero *Asobara*) e Opiinae

(gêneros *Doryctobracon*, *Opius* e *Utetes*). Ocorrem ainda espécies das famílias Figitidae e Pteromalidae (CANAL; ZUCCHI, 2000). Na Amazônia brasileira estão assinaladas oito espécies de Braconidae (duas delas em processo de descrição taxonômica) (MARINHO et al., 2011) e quatro de Figitidae (GUIMARÃES; ZUCCHI, 2011).

O uso de parasitoides de moscas-das-frutas não garante o controle total da praga, sendo recomendável associá-lo a outras medidas de controle que não interfiram no controle biológico e que mantenham uma boa condição sanitária da cultura (CANAL; ZUCCHI, 2000; AGUIAR-MENEZES, 2003). Assim, o sucesso na utilização de parasitoides para o controle de moscas-das-frutas exige conhecimento sobre a biologia, ecologia e distribuição geográfica das principais espécies. Além disso, é fundamental realizar pesquisas para identificar as espécies vegetais nativas “multiplicadoras” desses inimigos naturais.

CONTROLE BIOLÓGICO DE MOSCAS-DAS-FRUTAS: FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Como as espécies de moscas-das-frutas utilizam-se do solo para alcançar a fase de pupa, esse ambiente pode ser explorado para liberação de agentes de controle biológico que visem à eliminação de larvas de 3º instar e pupas das espécies-praga (EKESI et al., 2003; LEZAMA-GUTIÉRREZ et al., 2000), cuja sobrevivência depende de ambiente favorável e sem a influência de inimigos naturais capazes de influenciar negativamente seu desenvolvimento pupal.

Nesse contexto, chamamos a atenção para a suscetibilidade de várias espécies de moscas-das-frutas a fungos entomopatogênicos em diferentes países do mundo (LEZAMA-GUTIÉRREZ et al., 2000; DIMBI et al., 2004; QUESADA-MORAGA et al., 2006), inclusive no Brasil (DESTÉFANO et al., 2005; MOCHI et al., 2006). Trabalhos utilizando fungos entomopatogênicos, notadamente *Metarhizium anisopliae*, para o controle

de moscas-das-frutas em condições tropicais têm atestado a real possibilidade de utilização desses micro-organismos, e seus resultados podem atingir níveis até mesmo superiores aos obtidos com o tratamento químico (EKESI et al., 2002; 2005).

Outras vantagens associadas à utilização de entomopatógenos em tratamento de solo também devem ser consideradas, como a possibilidade de propagação horizontal e penetração no perfil do solo, a partir das colônias inicialmente estabelecidas. Essas vantagens, restritas a tratamentos que utilizam organismos vivos, podem proporcionar o controle de larvas e pupas de moscas-das-frutas, mesmo quando a aplicação inicial não propiciar o contato direto entre os propágulos do agente de controle biológico e o organismo-alvo, uma vez que, sob condições favoráveis e formulações adequadas, o agente de controle poderá atingir profundidades de até 15 cm (STOREY; GARDNER, 1987).

AÇÕES DE PESQUISA

Parasitoides

Para o levantamento do complexo de parasitoides de moscas-das-frutas, frutos cultivados e silvestres de diversas espécies vegetais (potencialmente hospedeiras de moscas-das-frutas) são coletados no período de maior frutificação, identificados e transportados ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Amapá.

Em laboratório, o processamento das amostras de frutos é feito de acordo com Silva et al. (2011c). Os frutos são contados, pesados e dispostos em bandejas de plástico, sobre uma fina camada de areia esterilizada, que serve de substrato para pupação. As bandejas são cobertas com organza, presa por ligas de borracha. A cada três dias a areia é examinada e os pupários transferidos, com o auxílio de espátulas, para frascos de plástico transparente (8cm de diâmetro), com tampa vazada e coberta por organza, contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Após vinte dias as amostras são descartadas.

Os frascos contendo os pupários são dispostos em câmaras climatizadas, sob condições controladas de temperatura ($26,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$), umidade relativa do ar ($70 \pm 5\%$) e fotofase (12 horas), sendo observados e umedecidos diariamente. Após emergirem, os insetos são acondicionados em frascos contendo etanol 70%, para posterior identificação com base nos trabalhos de Marinho et al. (2011) e Guimarães e Zucchi (2011).

Fungos entomopatogênicos

O isolamento de fungos entomopatogênicos candidatos a agentes de controle biológico de moscas-das-frutas está sendo realizado no estado do Amapá, a partir de solos provenientes de pomares de frutíferas, utilizando-se de meio de cultura seletivo que favorece o crescimento das espécies entomopatogênicas *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* (CHASE et al., 1986).

Após isolamento, para se determinar a capacidade patogênica dos isolados, pupas de *A. striata* provenientes de criação artificial serão transferidas para frascos de plástico transparentes contendo, como substrato, uma fina camada de vermiculita esterilizada. Posteriormente, 5mL de suspensão contendo 1×10^8 conídios/mL, adicionada de 0,1% de Triton X-100 como emulsificante, serão pulverizados sobre o substrato. Como controle serão utilizados 5mL de água destilada estéril, também adicionada de 0,1% de Triton X-100. Após a instalação do experimento, observações diárias serão realizadas a fim de se determinar o número de adultos emergidos a partir dos pupários contidos nos substratos tratado e não tratado (controle).

Uma vez testada a capacidade patogênica dos isolados, serão produzidas duas formulações com o isolado mais promissor nos ensaios de laboratório; uma granulada, obtida a partir do processamento (fragmentação) de arroz previamente infectado de forma a obter-se aproximadamente 3×10^8 conídios/100 g; e outra aquosa, produzida pela adição de conídios do entomopatógeno à fase oleosa e, em seguida, à fase aquosa, de maneira

a obter-se uma concentração final de 5% de óleo emulsionável.

Obtidas as formulações, elas serão avaliadas no controle de formas imaturas de *A. striata* em condições de campo. A dosagem das formulações a serem utilizadas nos ensaios de campo serão equivalentes a 40 kg/ha para formulação granulada e 4×10^{12} conídios/ha para a formulação em óleo adjuvante emulsionável. Por fim, a eficiência das formulações será avaliada computando-se a redução da emergência dos insetos adultos em relação ao tratamento controle até 20 dias após a instalação do experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta proposta pretende gerar informações para subsidiar a redução do uso de inseticidas químicos para o controle de moscas-das-frutas na Amazônia brasileira. Como os ecossistemas amazônicos apresentam-se naturalmente frágeis, é desejável que qualquer atividade agrícola, como é o caso da fruticultura, seja desenvolvida respeitando-se os preceitos da sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, o benefício proporcionado pelo controle natural de pragas, como é o caso do controle biológico com parasitoides e fungos entomopatogênicos, é incontestável. Além disso, os efeitos deletérios causados por inseticidas químicos, como a ação sobre organismos benéficos não alvo, elevada persistência no ambiente e contaminação de águas superficiais e subterrâneas podem ser consideravelmente atenuados.

Adicionalmente, os benefícios também serão estendidos à saúde humana, principalmente à dos agricultores e consumidores finais, já que a incorporação da modalidade de controle biológico em um programa de manejo de pragas agrícolas contribui significativamente para a redução dos casos de intoxicação por agrotóxicos, bem como para a redução dos resíduos em alimentos.

Com base nas características dos frutos nativos da região amazônica, cujas propriedades organolépticas não encontram similares em nível mundial, é possível

vislumbrar grandes possibilidades comerciais. Nesse particular, o potencial agroindustrial das frutas peculiares da Amazônia é notável, devido, especialmente, às suas características de sabor, aroma e cor, inexistentes na Europa e Estados Unidos, dois dos principais mercados consumidores. Ademais, observamos a prática de preços diferenciados para produtos oriundos de processos produtivos mais sustentáveis, com reduzida dependência de defensivos agrícolas.

Outro aspecto importante a ser observado é que a fruticultura, ao utilizar espécies perenes, reduz significativamente a necessidade de incorporação de novas áreas ao processo produtivo, propiciando melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis.

Por fim, para que essa ideia seja efetivamente inserida em programas de manejo de moscas-das-frutas, é necessário gerar os seguintes resultados: i) identificação e caracterização ecológica de parasitoides úteis ao controle biológico de moscas-das-frutas; ii) proposição de práticas de manejo sustentáveis capazes de influenciar positivamente no aumento da população de parasitoides em pomares comerciais e de base familiar; e iii) desenvolvimento de protocolos para produção massal e formulação de fungos entomopatogênicos com potencial para serem utilizados como bioinseticidas em programas de manejo de moscas-das-frutas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR MENEZES, E. L. *Controle biológico de pragas: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003. 44 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 164).
- ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit fly (*Diptera: Tephritidae*) host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. *Annual Review of Entomology*, v. 53, p. 473-502, 2008.
- CANAL D., N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides – Braconidae. In: MALAVASI A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 2000, p. 119-126.

- CAREY, J. R. Establishment of the Mediterranean fruit fly in California. *Science*, v. 253, p. 1369-1373, 1991.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. *Fruticultura na Amazônia: o longo caminho entre a domesticação e a utilização*. Palestra Esalq, 2004. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Resumo%20Palestra%20Esalq.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de mosca-das-frutas (Tephritidae). In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 165-179.
- CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 113-117.
- CHASE, A. R.; OSBORNE, L. S.; FERGUSON, V. M. Selective isolation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* *Metarhizium anisopliae* from an artificial potting medium. *Florida Entomologist*, v. 69, p. 285-292, 1986.
- DeBACH, P. *Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Editora Continental, S.A., México, 1968. 927p.
- DESTÉFANO, R. H. R.; BECHARA, I. J.; MESSIAS, C. L.; PIEDRABUENA, A. E. Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* against immature stages of *Anastrepha fraterculus* fruitfly (Diptera: Tephritidae). *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 36, p. 94-99, 2005.
- DIMBI, S.; MANIANIA, N. K.; LUX, S. A.; MUEKE, J. M. Effect of constant temperatures on germination, radial growth and virulence of *Metarhizium anisopliae* to three species of African tephritid fruit flies. *BioControl*, v. 49, p. 83-94, 2004.
- EKESI, S.; MANIANIA, N. K.; LUX, S. A. Effect of soil temperature and moisture on survival and infectivity of *Metarhizium anisopliae* to four tephritidae fruit fly puparia. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 83, p. 157-167, 2003.
- _____. Mortality in three african tephritidae fruit fly puparia and adults caused by the entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology*, v. 12, p. 7-17, 2002.
- EKESI, S.; MANIANIA, N. K.; MOHAMED, S. A.; LUX, S. A. Effect of soil formulation of different formulations of *Metarhizium anisopliae* on African tephritidae fruit flies and their associated endoparasitoids. *Biological Control*, v. 35, p. 83-91, 2005.
- FOLLETT, P. A.; NEVEN, L. G. Current trends in quarantine entomology. *Annual Review of Entomology*, v. 51, p. 359-85, 2006.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A (Org). *Sistemas Agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.
- GUIMARÃES, J. A.; ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de Figitidae (Eucoilinae) parasitoides de larvas frugívoras na região amazônica. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p.103-110.
- LEZAMA-GUTIÉRREZ, R.; TRUJILLO-DE LA LUZ, A.; MOLINA-OCHOA, J.; REBOLLEDO-DOMINGUEZ, O.; PESCADOR, A. R. LÓPEZ-EDWARDS, M.; ALUJA, M. Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): laboratory and field trials. *Journal of Economic Entomology*, v. 93, p. 1080-1084, 2000.
- LIQUIDO, N. J.; BARR, P. G.; CUNNINGHAM, R. T. *Medhost: an encyclopedic bibliography of the host plants of the Mediterranean fruit fly, Ceratitis capitata* (Wiedemann). Version 1.0. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Tropical Fruit, Vegetable and Ornamental Crop Research Laboratory, Hilo. 1998.
- MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). *Histórico e impacto de pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 39-41.
- MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 327p.
- MARINHO, C. F.; SILVA, R. A.; ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região amazônica. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 91-102.
- MOCHI, D. A.; MONTEIRO, A. C.; De BORTOLI, S. A.; DÓRIA, H. O. S.; BARBOSA, J. C. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* para *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) no solo na presença de diferentes agrotóxicos. *Neotropical Entomology*, v. 35, p. 382-389, 2006.

- NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 169-173.
- NEVES, C.L. *Desenvolvimento do agronegócio frutícola nos estados da Amazônia Legal: potencialidades roraimenses*. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=2139>>. Acesso em: 17 set. 2011.
- NORRBOM, A. L.; UCHÔA, M. A. New species and records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from Brazil, *Zootaxa*, v. 2835, p. 61-67, 2011.
- OVRUSKI, S. M.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; WHARTON, R. A. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the Southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Reviews*, v. 5, n. 2, p. 81-107, 2000.
- QUESADA-MORAGA, E.; RUIZ-GARCIA, A.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C. Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against puparia and adults of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 99, p. 955-1966, 2006.
- SAUERS-MULLER, A. van. An overview of the carambola fruit fly *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae), found recently in Suriname. *Florida Entomologist*, v. 74, n. 3, p. 432-440, 1991.
- _____. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. *Neotropical Entomology*, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005.
- SILVA, O. L. R.; SUMAN, R.; SILVA, J. R. *Mosca da carambola (Bactrocera carambolae Drew & Hancock)*. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 10 p. (Alerta quarentenário, 1).
- SILVA, R. A. et al. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. p. 223-236.
- _____. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011c. p. 33-50.
- SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. Ocorrência e hospedeiros de *Ceratitis capitata* na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 197-204.
- SOUZA FILHO, M. F. *Infestação de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) relacionado à fenologia da goiabeira (Psidium guajava), nespereira (Eriobotrya japonica) e do pessegueiro (Prunus persica)*. 2006. 126f. Tese (Doutorado) USP, ESALQ. Piracicaba, São Paulo.
- SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L. Frutas nativas da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. *Anais...* Vitória: SBF, 2008.
- STOREY, G. K.; GARDNER, W. A. Vertical movement of commercially formulated *Beauveria bassiana* conidia through four Georgia soil types. *Environmental Entomology*, v. 16, p. 178-181, 1987.
- TRINDADE, R. B. R.; UCHÔA, M. A. Species of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a transect of the Amazonian Rainforest in Oiapoque, Amapá, Brazil. *Zoologia*, v. 28, n. 5, p. 653-657, 2011.
- URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Taxonomia de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). In: MALAVASI, A.; VIRGÍLIO, J. (Ed.). *Biologia, Monitoramento e Controle: V Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-frutas*. Juazeiro, Bahia, Brasil, 2009. p. 7-11.
- VIJAYSEGARAN, S.; OMAN, M. S. Fruit flies in peninsular Malaysia: their economic importance and control strategies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CONTROL OF FRUIT FLIES, 1991, Okinawa. *Proceedings...* Okinawa: The Okinawa Prefectural Government, 1991. p. 105-115.
- WHARTON, R. A. Classical Biological control of fruit-infesting Tephritidae. In: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Ed.). *World Crop Pests - Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Netherlands: Elsevier, 1989. v. 3B, p. 303-313.
- WHARTON, R. A.; GILSTRAP, F. E. Key to and status of opine braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis* and *Dacus* S. l. (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 76, n. 4, p. 721-742, 1983.

WHITE, I. A.; ELSON-HARRIS, M. M. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. Wallingford: CAB International, 1994. 601p.

ZUCCHI, R. A. 2008. *Fruit flies in Brazil: Anastrepha species and their hosts plants*. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/> Acesso em: 15 set. 2009.

_____. *Fruit flies in Brazil - Hosts and parasitoids of the Mediterranean fruit fly*. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/ceratitis/, updated 19-II-2013>. Acesso em: 20 fev. 2013.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 15-22.

ZUCCHI, R. A.; DEUS, E. G.; SILVA, R. A. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais*. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 51-70.