

Laboratório de Manejo Integrado de Pragas
Universidade Federal do Paraná

**Atrativos alimentares para o monitoramento de
mariposa-oriental (Lepidoptera: Tortricidae) em
pomar de macieira com confusão sexual**

**Comportamento de grafolita ao final do prazo
da validade de uma formulação de confusão
sexual**



LINO BITTENCOURT MONTEIRO

Avaliação de atrativos alimentares para o monitoramento de mariposa-oriental (Lepidoptera: Tortricidae) em pomar de macieira com confusão sexual.

Comportamento de grafolita ao final do prazo da validade de uma formulação de confusão sexual.

LINO BITTENCOURT MONTEIRO

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33170.99527>

Curitiba, julho de 2021.

Universidade Federal do Paraná,
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LAMIP)
Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035050, Curitiba, PR, Brasil.
e-mail:lbmonteiro@terra.com.br

Resumo

Mariposa oriental, *Grapholita molesta*, é uma importante praga na fruticultura de clima temperado. O monitoramento com feromônio é usado para tomada de decisão sobre a utilização de um método de controle. O objetivo deste trabalho foi testar atrativos alimentares para monitoramento de *G. molesta* em pomares com confusão sexual, assim como, conferir a capacidade de acasalamento do inseto no final do prazo de validade de uma formulação de confusão sexual. O trabalho foi desenvolvido em um pomar de macieira ‘Gala’, localizados em Porto Amazonas, PR. Foram testados quatro atrativos alimentares: suco de uva (25% e 33%), vinagre a 25% e vinho a 25%. Os atrativos foram colocados em armadilhas do tipo McPhail e instalados em macieiras a 1,7 m de altura. A troca dos mesmos foi realizada a cada sete dias. Armadilhas do tipo Delta com feromônio para *G. molesta* foram usadas como referência, substituído a cada 45 dias. Foram selecionadas parcelas com confusão sexual. Os insetos foram coletados semanalmente, contados e sexados, além disso, analisou-se a presença de fêmeas copuladas. As capturas com o atrativo vinho foram maiores em relação ao feromônio nas parcelas com confusão sexual. Não houve diferença entre as concentrações de suco, independente da presença ou não de confusão sexual. A razão sexual dos insetos capturados nos atrativos alimentares em parcelas com confusão sexual foi de 0,73. Fêmeas copuladas capturadas em parcelas com confusão sexual representaram cerca de 1,1% das fêmeas em parcelas sem confusão.

Palavras-chave: monitoramento, atrativo alimentar, *Grapholita molesta*, interrupção do acasalamento, manejo integrado de pragas.

1. INTRODUÇÃO

Mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Busck 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) (grafolita), é uma praga de pêsego, *Prunus persica* (L.), e adaptou-se à cultura da maçã a partir dos anos 90 (Il'ichev et al., 2004; Kovanci et al., 2004). O monitoramento deste inseto é uma etapa fundamental do manejo integrado de pragas, estimando a densidade populacional e a sua distribuição. Estas informações fornecem subsídios para tomada de decisão baseada em fatores bióticos e abióticos, ao contrário do modelo fitossanitário por pulverizações em calendário fixo (Monteiro & Witt, 2021).

Tradicionalmente, o monitoramento de grafolita é feito com feromônio sexual¹ e sua eficiência foi comprovada em vários estudos (Phillips, 1973; Poltronieri et al., 2008), principalmente em pomares que usam os inseticidas como a única ferramenta de controle. Mesmo assim, ainda ocorrem dificuldades de correlacionar as capturas de grafolita em armadilhas com feromônios e a correta tomada de decisão (LBM, comunicação pessoal).

Em 2005 houve o primeiro registro de uma formulação confusão sexual para grafolita em pomares de macieira no Brasil (Monteiro et al., 2013), inicialmente Biolita® (Biocontrole Ltda., São Paulo, Brasil) e, posteriormente, Splat® (Isca Tecnologias, Ijuí, RS, Brasil). Ambas formulações se caracterizam por quatro meses de liberação do feromônio pelos dispersores, menor prazo de validade quando comparada com as formulação no mercado internacional, como Rak5® (BASF SE, Ludwigshafen, Germany) e Isomate® (Shin-Etsu Chemical, Tóquio, Japão). Estas tecnologias de controle foram plenamente aceitas pelos produtores de maçã, mas o sucesso depende de vários fatores culturais, ecológicos e abióticos.

O monitoramento de grafolita nos pomares com confusão sexual é feito também com feromônio em armadilha do tipo Delta e a ausência de capturas nas armadilhas mostra que a técnica de confusão sexual está sendo eficiente, ou seja, os machos não encontram a fonte de odor para acasalamento (Monteiro et al 2013). Entretanto, ainda persistem dúvidas sobre a eficácia do monitoramento, visto que os feromônios das duas formulações (monitoramento e confusão sexual) são similares (Rice & Kirsch, 1990).

¹ Feromônio é uma substância de comunicação entre indivíduos de mesma espécie, podendo ser do tipo acasalamento, trilha, defesa, ataque, repelência, etc.

Este assunto voltou a ter interesse científico devido aos recentes problemas com monitoramento em pomares de macieiras ocorridos no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, entre 2016 e 2019, fazendo com que estudos fossem realizados pela EMBRAPA Uva e Vinho, Vacaria, RS.

Uma alternativa para o monitoramento com feromônio em pomares de confusão sexual é o uso de substâncias atrativas alimentares, sendo que melaço e xarope de açúcar foram avaliados como atrativos para *G. molesta* por Frost (1926; 1928) e para *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) por Eyer (1931) e Hern & Dorn (2004).

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficácia de atrativos alimentares para o monitoramento de *G. molesta* em pomares de macieira com confusão sexual de *G. molesta*, assim como, conferir a capacidade de acasalamento do inseto ao final do prazo de validade de uma formulação de confusão sexual.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área e delineamento experimental. O trabalho foi desenvolvido em um pomar de macieira ‘Gala’ com área total de 70 ha (Porto Amazonas, PR). O pomar foi implantado em 2000, no espaçamento 4,5 x 1,5 metros, dividido em nove parcelas homogêneas. Um experimento de monitoramento com quatro atrativos alimentares foi realizado em duas destas parcelas de macieiras, sendo que uma delas tinha como estratégia fitossanitária com inseticidas sem confusão sexual (PCONV-1) e a outra teve inseticidas associado à técnica de confusão sexual (PCS-1).

Um segundo estudo foi realizado no restante do pomar, comparando as capturas de grafolita nas armadilhas com atrativo alimentar vinho e com feromônios.

2.2. Estratégia fitossanitária. A estratégia de controle de grafolita com a técnica de confusão sexual via a saturação do pomar com a pluma de feromônio da fêmea, de modo que o macho não encontra a fonte de odor (Fig. 1). A formulação de confusão sexual utilizada foi Biolita® (Biocontrole Ltda., São Paulo, Brasil), por meio de difusores de polipropileno (9x12cm), com 4,10 g de uma mistura de 90:6:1 de (Z)-8-Dodecenyl acetate (89,93%); (E)-8-Dodecenyl acetate (6,01%); (Z)-8-Dodecen-1-ol (1,01%) e compostos inertes (3,05%). O difusor da formulação contém álcool laurílico pertencente ao grupo químico dos ésteres alifáticos e que apresenta a seguinte formulação: $C_{14}H_{26}O_2$, $C_{14}H_{26}O_2$, $C_{12}H_{24}O$. Vinte difusores/ha (20 x 25 m) foram instalados na parte alta das macieiras e trocados aproximadamente a cada 120 dias, como indica o fabricante. O controle de mosca-das-frutas foi realizado com inseticidas organofosforados. Os tratamentos fitossanitários para patógenos e ervas invasoras foram os mesmos para todas as parcelas.

A eficiência da técnica de confusão sexual foi avaliada por meio do índice de interrupção do acasalamento (IIA), sendo $IIA = (C-T/C) \cdot 100$, onde “C” foi a média dos machos capturados por armadilha na parcela com confusão sexual (PCS) e “T” foi o número de captura na parcela convencional (PCONV) (Molinari et al., 2000). Este foi calculado com as capturas entre 15 de julho e 29 de janeiro do outro ano.

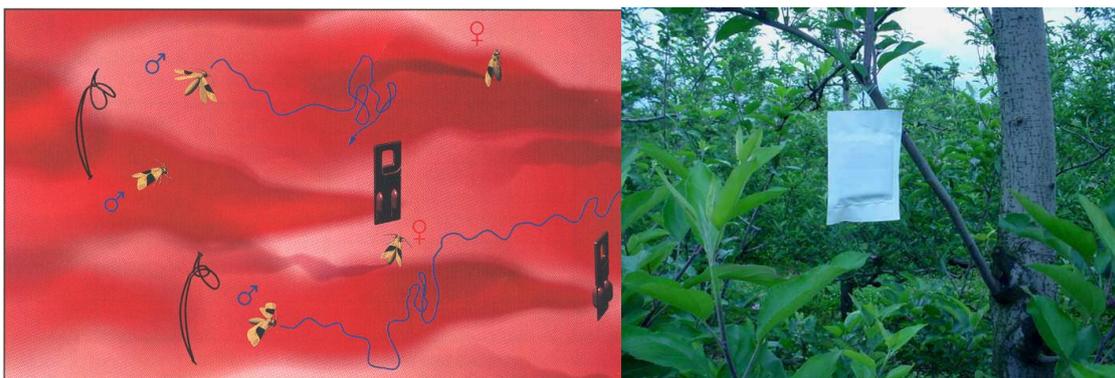


Figura 1. Saturação do pomar por feromônio de acasalamento de *Grapholita molesta* (esquerda. Foto: Pierre-Joseph Charmillot, Estação de Pesquisa de Changins, Nyon, Suíça) e dispersor do Biolita® (direita. Foto: Lino B Monteiro).

2.3. Monitoramento com atrativos alimentares. O experimento com quatro atrativos alimentares para o monitoramento de *G. molesta* foi realizado em uma parcela com confusão sexual (PCS-1) e outra convencional sem confusão sexual (PCONV-1), cada uma com 7,0 ha. A formulação de confusão sexual foi instalada na parcela PCS nos dias 27 de maio, 05 de outubro e 30 de junho do ano seguinte. Os tratamentos de atrativos alimentares foram: i) vinho a 25% marca Campo Largo® (Vinícola Campo Largo, Campo Largo, PR); ii) suco de uva a 25%; iii) suco de uva a 33% (12° Brix), ambos da marca Pérgola® (Vinícola Campestre, Campestre da Serra, RS), iv) vinagre a 25%, marca Heining® (Heining, Brusque, SC). Os atrativos alimentares foram colocados em armadilhas do tipo McPhail e instaladas em macieiras a 1,7 m de altura. Além dos atrativos alimentares, foi utilizado o feromônio como referência para monitoramento *G. molesta* Biografolita® (Biocontrole Ltda., São Paulo, Brasil). Os difusores foram colocados em armadilhas do tipo Delta a uma altura de 1,7 m. O delineamento experimental dos tratamentos foi em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo que cada linha de macieiras constituía um bloco, separados entre si por 30 metros. Os atrativos alimentares foram trocados em cada semana e os feromônios foram substituídos a cada 45 dias. O monitoramento em ambas as parcelas (PCONV-1 e PCS-1) ocorreu por 208 dias, de 29 de maio a 5 de fevereiro do ano seguinte e de 9 de setembro a 6 de agosto, também no segundo ano. Os adultos foram armazenados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LAMIP) da UFPR em frascos contendo álcool a 75%.

2.4. Análise de fêmeas grávidas. A totalidade dos adultos de grafolita coletados pelos atrativos alimentares na PCS-1 (5, 22 e 29 de janeiro, 5 e 12 de fevereiro) e PCONV-1 (19 e 26 de fevereiro, 5, 12 e 26 de março) foram sexados sob microscópio estereoscópico no LAMIP. Na parcela PCS-1, a primeira amostra para esta análise ocorreu, aproximadamente, 30 dias antes do término da validade da formulação do Biolita (término teórico no dia 5 de fevereiro). Este teve o objetivo de acompanhar a redução da pluma de odores do feromônio semanalmente e a sua repercussão sobre o acasalamento.

Os machos foram identificados pela presença de uma estrutura anatômica alongada na extremidade do abdômen, na forma de um tufo e aberta, enquanto que a fêmea possui uma projeção alongada e fechada. Posteriormente, as fêmeas tiveram seu status de cópula identificado por meio da dissecação do sétimo e oitavo segmentos do abdome para a retirada da bolsa copuladora (Dustan 1964) (Fig. 2). Foram consideradas fêmeas copuladas as que apresentavam uma bolsa de aspecto translúcido, inflado e endurecido, devido à presença do espermatóforo, enquanto que, fêmeas não copuladas apresentam a bolsa achatada e de aparência opaca (Morais et al., 2009). A coleta de adultos ocorreu em intervalos de sete dias. A razão sexual (rs) foi calculada pela fórmula: $rs = \text{número de fêmeas} / (\text{n}^\circ \text{ de fêmeas} + \text{n}^\circ \text{ de machos})$.



Figura 2. Genitália de macho (esquerda. Foto: Lino B Monteiro) e de fêmea de *Grapholita molesta* (direita. Foto: Byun et al., 2012).

2.5. Monitoramento com atrativo vinho e feromônio. Armadilhas McPhail com vinho a 25% e feromônio em armadilha Delta foram instaladas em sete parcelas de macieira restantes, cada uma com aproximadamente 7,0 ha. Cada parcela continha armadilhas

com os dois atrativos, sendo que a marca e o modo de instalação foram similares aos do experimento com quatro atrativos alimentares. Essas parcelas tiveram períodos sequenciais: sem confusão sexual, com confusão sexual e novamente sem confusão sexual, após o vencimento da confusão sexual. Assim, estratégia fitossanitária foi convencional (PCONV-2) no período pré e pós-frutificação, de 28 de setembro a 29 de outubro e de 18 fevereiro a 9 de outubro do ano seguinte, enquanto que, a estratégia de inseticida associado à confusão sexual (PCS-2) ocorreu no período de maturação dos frutos e colheita (de 5 novembro a 12 de fevereiro do ano seguinte). O monitoramento ocorreu duas vezes por semana, sendo que os atrativos alimentares foram trocados a cada sete dias e feromônio em 45 dias. Apesar do monitoramento não ser no mesmo período para as parcelas com e sem confusão sexual, o que se buscou neste estudo foi determinar a atração das substâncias alimentares, comparando-as com a referência feromônio.

2.6. Análise estatística. A normalidade dos dados foi verificada usando o teste Shapiro-Wilk. As capturas foram comparadas entre os tratamentos para cada data de avaliação, sendo os dados coletados transformados em $\log(x + 0,5)$ e submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) usando ASSISTAT software, version 7.6 beta.

3. RESULTADOS

3.1. Eficácia da confusão sexual de grafolita. A estratégia da técnica de confusão sexual (PCS-1) reduziu as capturas de grafolita em relação à parcela convencional (PCONV-1), confirmado pelo Índice de Interrupção do Acasalamento (IIA) na ordem de 94,5%. O IIA variou de 81,6% a 100%, correlacionando-se com a temperatura mínima ($R^2 = >0,87$).

Em geral, as capturas de grafolita somente com os atrativos alimentares foram significativamente diferentes entre PCS-1 e PCONV-1 ($d=1$; $F= 104,2729$; $p<0,0001$), com média de 3,4 machos e 8,1, respectivamente.

3.2. Análise de fêmeas grávidas. O acasalamento de grafolita nas últimas semanas de validade de formulação Biolita® teve uma tendência de aumento de cópula na PCS à medida que a validade expirava, variando de 9,3% a 51,7% de fêmeas copuladas (Fig. 3). Na PCONV-1 ocorreu a mesma tendência de aumento, à medida que não havia mais liberação de feromônio, variando de 47,2% a 73,8%.

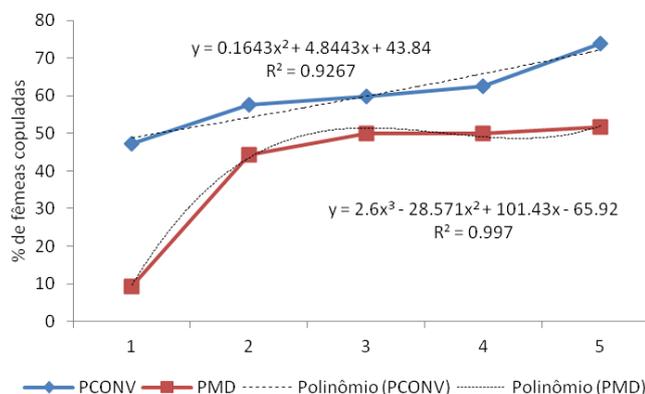


Figura 3. Porcentagem de fêmeas copuladas de *Grapholita molesta* nas últimas semanas de validade da formulação de Biolita® em pomares de macieira com confusão sexual (PCS-1 = de 5/1 a 12/2) e sem confusão sexual, após o término da formulação Biolita® (PCONV-1 = de 19/2 a 26/3), Porto Amazonas, PR.

O atrativo alimentar suco (25%) foi o que coletou mais fêmeas copuladas em ambas as estratégias (Fig. 4). A média de fêmeas copuladas na PCS-1 ($n= 20$) representou 1,1% das fêmeas coletadas na PCONV-1 ($n= 1841$).

Tabela 1. Adultos de *Grapholita molesta* capturados em diferentes atrativos alimentares em parcelas de macieira, usando ou não a formulação de confusão sexual, Porto Amazonas, PR.

Atrativo alimentar	Total de adultos	Macho	Fêmea	Fêmea fecundada	% fêmeas fecundadas	Razão sexual
Parcelas com confusão sexual						
Vinho	14	5	9	1	11.1	0.64
Vinagre	9	0	9	3	33.3	1.00
Suco uva 25%	38	12	26	13	50.0	0.68
Suco uva 33%	17	7	10	3	30.0	0.59
Feromônio	23	23	0	0		
Parcelas sem confusão sexual						
Vinho	1348	659	689	457	66.3	0.51
Vinagre	959	500	459	293	63.8	0.48
Suco uva 25%	1859	1008	851	590	69.3	0.46
Suco uva 33%	1603	830	773	501	64.8	0.48
Feromônio	1053	1053	0	0		

3.3. Monitoramento com quatro atrativos. Na PCS-1, o atrativo vinho foi significativamente mais atrativo ($d=3$; $F=16,7611$; $p < 0,0001$), tendo capturado 38,9% das grafolitas coletadas nos atrativos alimentares (Fig. 4); além disso, a armadilha com vinho coletou 2,6 vezes mais grafolitas do que a armadilha de referência com feromônio.

Na PCONV-1, o vinho capturou o maior número de adultos em relação aos demais atrativos alimentares ($d=3$; $F=27,4338$; $p < 0,0001$), embora não tenha se diferenciado do suco a 25% (Fig. 3); em relação ao feromônio, o vinho foi 4,2 vezes menos atrativo nesta parcela.

Considerando a captura total, sem organizar os dados por estratégias fitossanitárias e datas, foram coletados 8.169 adultos de grafolita nas armadilhas com atrativos alimentares, destas, as McPhails de vinho capturaram entorno de 38,9% e as armadilhas contendo suco de uva à 25% capturaram em torno de 27,2%.

A razão sexual média de adultos ($n= 6822$) avaliados nos atrativos alimentares na PCONV-1 foi de 0.48, não havendo diferença entre os tratamentos. Na PCS-1 ($n= 101$) a razão sexual foi de 0.73 para todos os atrativos e 0.69, quando se exclui o atrativo vinagre, visto que este só capturou fêmeas.

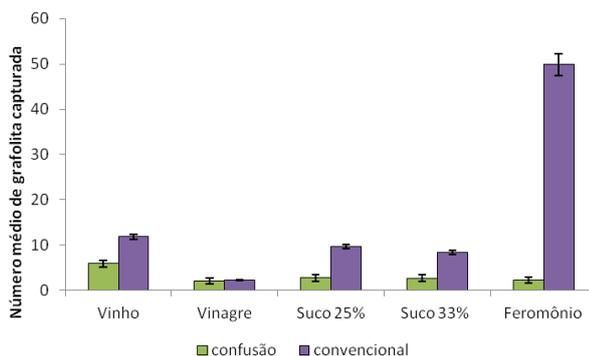


Figura 4. Captura médias de *Grapholita molesta* em armadilhas McPhail contendo atrativos alimentares em parcela de macieira com as estratégias confusão sexual (PCS-1) e convencional (PCONV-1) em Porto Amazonas, PR. A – vinho 25%; B- vinagre 25%; C- suco uva 25%; D- suco uva 12° B ou 33%; E- feromônio sintético

3.4. Monitoramento atrativo vinho e feromônio. De uma forma geral, a confusão sexual teve validade de 105 dias. Neste período, as capturas nas armadilhas com vinho na PCS-2 foram 47,6% maior do que nas armadilhas com feromônio. Ao contrário, na PCONV-2 o vinho atraiu significativamente menos do que o feromônio, em média 3.5 vezes (Fig. 5). Em média, as armadilhas com feromônio e com vinho em PCS-2 capturaram em torno de 94% e 80% menos, respectivamente, do que PCONV-2.

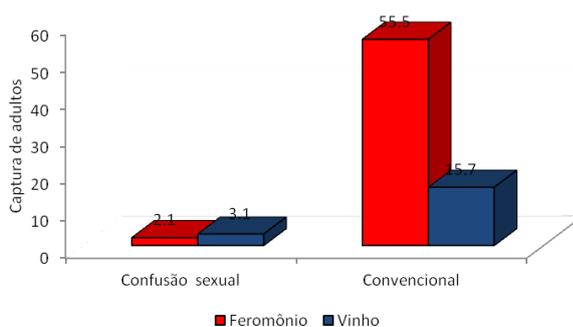


Figura 5. Capturas de *Grapholita molesta* em armadilha McPhail com atrativo vinho 25% e Delta com feromônio em pomares de macieira em período com e sem confusão sexual.

A flutuação geral de grafolita em ambas as PCS-2 e PCONV-2 são apresentadas na Fig. 6. A flutuação foi muito baixa durante o período de validade da confusão sexual (da semana 45 a 7) quando comparado com a parcela sem confusão sexual, mesmo que tenha havido um maior número de capturas entre as semanas 48 e 49. Na PCONV-2, a

flutuação de grafolita se manteve elevada durante o período reprodutivo das macieiras e durante o inverno.

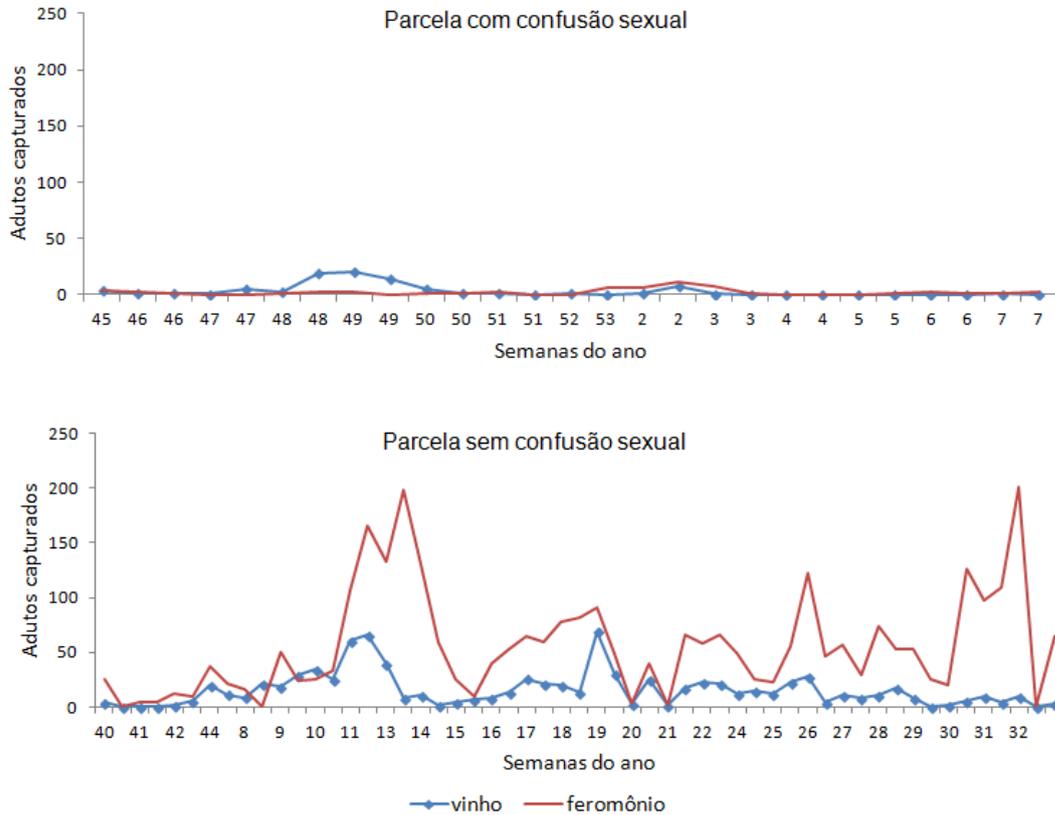


Figura 6. Capturas médias semanais de adultos de *Grapholita molesta* em armadilhas com atrativos alimentar vinho e feromônio em pomar de macieira com e sem confusão sexual, Porto Amazonas, PR.

4. DISCUSSÃO

4.1. Eficácia da confusão sexual. Grafolita é uma praga importante no agroecossistema do Paraná em várias rosáceas, interagindo em uma relação tritrófica: praga/cultura/condições abióticas. O clima do Paraná proporciona colheitas precoces de maçãs ‘Eva’, assim como ‘Gala’.

Neste cenário, a flutuação da praga e o período suscetível da cultura (Araújo et al., 2019) não estão sincronizados (Silva et al., 2011), situação que permite um manejo fitossanitário com melhores ajustes ecológicos e fitossanitários do que em outras áreas de produção de maçã (Monteiro & Witt, 2021). O uso da confusão sexual com formulações com baixa densidade e com menor período de cobertura são as mais adaptadas para o controle de grafolita nesta região (Monteiro et al., 2013).

A colheita de ‘Gala’ termina em janeiro de cada ano, com isso, a cobertura do período de validade teórica da Biolita foi definida como 5 de fevereiro. Assim, ocorreu uma transição entre a redução da pluma de feromônio liberada pelos dispersores iniciada em torno de 5 de janeiro e o início da flutuação e acasalamentos de grafolita ocorrido a partir do 12 de janeiro. Essa passagem de um status fitossanitário para um outro precisa ser bem acompanhado pelo produtor, pois, na falta de uma medida de controle, pode oferecer condições para uma nova geração de fêmeas copuladas, portanto, larvas em frutos.

4.2. Análise de fêmeas grávidas. A análise do status das fêmeas nas últimas semanas de validade da formulação Biolita® mostrou um aumento de fêmeas copuladas à medida que diminuía a pluma de feromônio. Isso indicou que a população estava ainda sendo influenciada pelo feromônio de confundimento à três semanas do prazo final de validade (PCS-1, 1= 9,3%) (Fig. 3 – linha vermelha) e, rapidamente, as condições de comunicação para acasalamento entre indivíduos de mesma espécie se restabeleceram, quando comparada com sequencia de capturas na PCONV-1 (5= 73,8%) (Fig. 3 – linha azul).

Fêmeas copuladas representam um elevado potencial de danos em frutos nos meses de janeiro a fevereiro no Paraná, quando as condições abióticas são mais

favoráveis ao desenvolvimento de grafolita (Silva et al., 2011) e pela maturação de frutos comerciais não colhidos e/ou de frutos de polinizadoras não eliminados (Myers et al., 2006). Em função disso, é possível que o período mais crítico da confusão sexual seja a transição da colheita de ‘Gala’ e o desenvolvimento de ‘Fuji’, visto que no pomar há simultaneamente frutos maduros e em desenvolvimento. Na prática, observa-se um efeito de potencialização de danos em frutos Fuji após a colheita de ‘Gala’ em pomares que não usam a técnica de confusão sexual (LBM, comunicação pessoal).

Esse aumento do potencial de dano em fruto entre uma variedade e outra pode estar ligado a um efeito estimulante para o acasalamento e para a oviposição realizado por substâncias orgânicas voláteis liberadas pelos frutos (Masante-Roca et al., 2002; Ansebo et al., 2004; Bruce et al., 2005). Corrobora a essa ideia o estudo de Strapasson et al. (2016), os autores trabalharam com cromatografia gasosa acoplada a um eletroantenograma² e identificou 12 compostos liberados por frutos maduros ‘Eva’ que estimulam fortemente fêmeas copuladas, como mostra a Fig. 7.

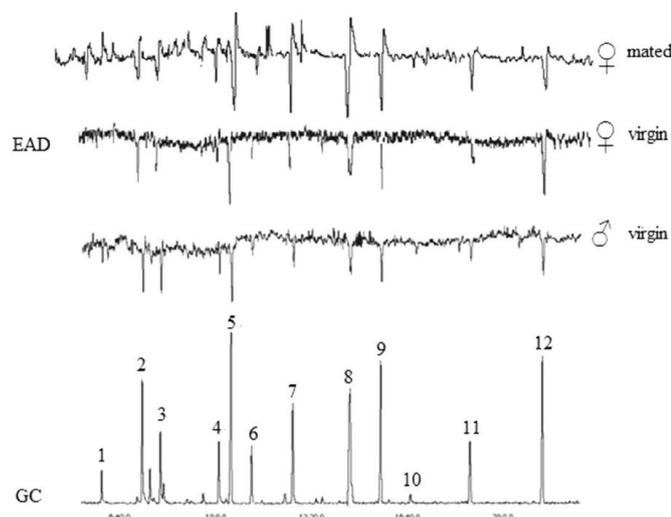


Figura 7. Resposta eletrofisiológica típica de *Grapholita molesta* aos compostos presentes nos extratos de maçã madura 'Eva' (compostos= 1. não identificado, 2. 2-Metyl ethyl butanoate, 3. Ethyl valerate, 4. Butyl butanoate, 5. Hexyl acetate, 6. -Methyl butyl butanoate, 7. Hexyl propanoate, 8. Butyl hexanoate, 9. 2-Methyl hexyl butanoate, 10. Pentyl hexanoate, 11. Hexyl hexanoate, 12. alfa-Farnesene). EAG- sinal da antena do inseto, CG- cromatografia gasosa, ♀ mated- fêmea acasalada, ♀ virgin- fêmea virgem, ♂ virgin- macho virgem. Publicado por Strapasson, Monteiro & Zarbin (2016).

² Eletroantenograma é um aparelho capaz de medir e registrar os estímulos à substâncias orgânicas, por meio de sinais elétricos, percebidos pelas antenas dos insetos, previamente conectadas a eletrodos (platina, prata, ouro).

Apesar da existência de fêmeas copuladas nas parcelas de confusão sexual (1,1%), considera-se que essa porcentagem é muito baixa em relação à convencional. Essa taxa não deve representar um problema de controle de grafolita, pois as capturas de fêmeas copuladas não foram sistemáticas em todas as amostras, demonstrando uma distribuição irregular no pomar, principalmente no início de avaliação. Além disso, o controle de outras pragas com inseticidas deve reduzir ainda o número de grafolita.

Na prática, isso quer dizer que a eficiência da pluma tem limites e o prazo de liberação pelo dispersor precisa ser considerado em qualquer plano fitossanitário e regiões produtoras, principalmente para aquelas que possuem variedades intermediárias mescladas com tardias. O trabalho de Monteiro & Witt (2021) corrobora para esse entendimento, pois os autores mostraram que as regiões produtoras de maçã do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul possuem características diferentes quanto às variedades de macieira e a flutuação populacional de grafolita. Nas condições do Paraná, as formulações de confusão sexual com menor período de validade permitem um bom controle de grafolita em pomares que utilizam variedades precoces e intermediárias, como é o caso de ‘Eva’ e ‘Gala’.

4.3. Monitoramento com quatro atrativos. O presente estudo explorou a possibilidade da utilização de atrativos alimentares para o monitoramento de grafolita em pomares de macieira com ou sem a técnica de confusão sexual.

Dentre os atrativos alimentares testados, as armadilhas com vinho foram aquelas de melhor desempenho em ambas PCONV-1 e PCS-1, em torno de 37 e 44% das capturas de grafolita. Esse bom desempenho do vinho pode estar relacionado com a sua estrutura complexa e o processo de fermentação, o qual promove a transformação de açúcares redutora em álcool e em compostos de ésteres e monoterpenos (Rosier et al., 1995; Manfroi et al., 2006); estes definem os aromas dos frutos no processo de maturação (Hemingway et al., 1999), os quais são estimulantes para as fêmeas (Trona, 2010; Strapasson et al., 2016). Além disso, a presença de aminoácidos e carboidratos influencia a alimentação dos insetos (Potts, 1999; Garcia-Ramirez et al., 2004). O vinagre foi o atrativo alimentar com menor capturas de adultos em ambas estratégias de controle, tendo coletado somente fêmeas na PCS-1. Esta particularidade pode estar

relacionada com o meio ácido promovido pelo ácido acético, originado pela transformação parcial do álcool etílico (Rizzon, 2006).

Mesmo que a armadilha com vinho tenha coletado mais adultos (Fig. 4), a maioria das fêmeas copuladas foram coletadas pelo atrativo suco de uva a 25%, durante os 28 dias de sexagem na PCS-1 (Tabela 1). Isso pode ser justificado pelo fato de que fêmeas de grafolita procuram alimentos energéticos, da mesma forma que ocorre para mosca-das-frutas, entretanto, não houve diferenças em relação a PCONV-1.

O uso de atrativos vinho para monitoramento de pomares com confusão sexual poderia ser utilizado como uma complementação ao monitoramento com feromônio. Na prática, este já é usado para o monitoramento de mosca-das-frutas (Monteiro et al., 2007), sendo assim, o monitor de campo poderia ser instruído a relatar a ocorrência de grafolita nas McPhails. Entretanto, é preciso estar atento a necessidade de uma padronização, visto que no mercado há uma diversidade enorme de marcas de suco de uva e vinho, cada uma com características tecnológicas e culturais, em função do local de produção (Manfroi et al., 2006). O produtor precisa testar na sua propriedade quais as marcas de vinho mais eficientes para o monitoramento simultâneo de ambas as pragas.

Não se pode dizer o mesmo para as parcelas convencionais sem confusão sexual, pois, como era de se esperar, as armadilhas com feromônio capturaram mais adultos (machos), em concordância Cardé & Minks (1995) e Yang et al. (2004).

4.4. Monitoramento com vinho e feromônio. O monitoramento de grafolita com vinho de forma complementar ao monitoramento de feromônio mostrou que em algumas semanas (PCS-1= de 48 a 49) as capturas nas armadilhas com vinho (variação de 2,7 a 19,7 capturas) foram em torno de sete vezes maiores do que nas armadilhas de feromônio (variação de 0,4 a 2,6) (Fig. 5). A presença de números elevados em determinados períodos do ciclo da cultura pode potencializar o risco de danos, principalmente, se a porcentagem de fêmeas copuladas for maior do que o encontrado neste estudo (n= 11,1%; Tabela 1) e se as condições abióticas forem favoráveis à praga. Essa situação, aliada ao fato de que há diminuição de aplicações de inseticidas em parcelas de confusão sexual, poderia ser a responsável por insucessos em determinados pomares e anos (LBM, comunicação pessoal, Rice & Kirsch, 1990).

As formulações de confusão sexual de baixa densidade ficam mais expostas aos fatores abióticos e bióticos do que as de alta densidade (LBM, comunicação pessoal). Essas últimas apresentam várias vantagens em relação às de baixa densidade, pois, além da melhor qualidade tecnológica dos dispersores e de sua distribuição nos pomar, o período de seis meses de validade garante uma prolongação da confusão sexual em pomares que cultivam duas ou mais cultivares, característica encontrada em pomares do Sul do Brasil.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A formulação confusão sexual com quatro meses de validade foi eficiente no agroecossistema macieira do paranaense;
- A comunicação para acasalamento de grafolita se restabelece após o término do prazo de validade da formulação de confusão sexual em pomares de macieira;
- O monitoramento de grafolita com atrativo vinho foi superior ao feromônio em parcelas de confusão sexual;
- O monitoramento de grafolita com feromônio foi superior aos atrativos alimentares nas parcelas sem confusão sexual;
- Recomenda-se instalar armadilhas com atrativo alimentar com vinho e feromônio em pomares que usam a técnica de confusão sexual;
- Aproveitamento da armadilha McPhail para monitoramento de mosca-das-frutas para observar adultos de grafolita. Pesquisa devem dar continuidade nesse assunto e verificar viabilidade;
- Necessidade de padronização do atrativo alimentar em marca e concentração. Padrão de uso ao longo dos anos.

6. REFERÊNCIAS

- Ansebo, L., Coracini, M.D., Bengtsson, M., Liblikas, I., Ramírez, M., Borg-Karlson, A.K., Tasin, M., Witzgall, P. Antennal and behavioural response of codling moth *Cydia pomonella* to plant volatiles. *Journal Applied Entomology*, 128: 488-493, 2004.
- Araujo, E.S., Monteiro, L.B., Monteiro, R.S., Nishimura, G., Franck, F., Lavigne, C. Impact of native forest remnants and wild host plants on the abundance of the South American fruit fly, *Anastrepha fraterculus* in Brazilian apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 275: 93-99, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.02.007>
- Bong-Kyu B., Lee, B.-W., Bae, K.-H., Lee, K.-J. A Review of the Genus *Grapholita* (Lepidoptera, Tortricidae) in North Korea *Animal Systematics Evolution Diversity*. 28: 291-296, 2012. <http://dx.doi.org/10.5635/ASED.2012.28.4.291>
- Bruce, T.J.A., Wadhams, L.J., Woodcock, C.M. Insect host location: a volatile situation. *Trends in Plant Science*, 10: 269-270, 2005.
- Cardé, R., Minks. A.K. Control of moths by mating disruption: successes and constraints. *Annual Review of Entomology*, 40: 559-585, 1995.
- Eyer, J.R. A four year study of codling moth baits in New Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 24: 988-1001, 1931.
- Frost, S.W. Bait pails as a possible control for the oriental fruit moth. *Journal of Economic Entomology*, 19: 441-450, 1926.
- Frost, S.W. Continued studies of baits for oriental fruit moth. *Journal of Economic Entomology*, 21: 339-348, 1928.
- Garcia-Ramirez, M.J., Cibrián-Tovar, J., Arzufi-Barrera, R., López Collado, J., Soto-Hernandez, M. Preferência de *Anastrepha ludens* (Lowe) (Diptera: Tephritidae) por volatiles de frutos verdes o amarillos de mango y naranja. *Agrociência*. 38: 423-430, 2004.
- Hemingway, K.M., Alston, M.J., Chappell, C.G., Taylor, J.A. Carbohydrate-flavour conjugates in wine. *Carbohydr Polymers*, 38: 283-286, 1999.

- Hern, A., Dorn, S. A female-specific attractant for the codling moth, *Cydia pomonella*, from apple fruit volatiles. *Naturwissenschaften*, 91: 77–80, 2004.
- Il'ichev, A.L., Williams, D.G., Milner, A.D. Mating disruption barriers in pome fruit for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. *Journal Applied Entomology*, 128: 126-132, 2004.
- Kovanci, O.B., Walgenbach, J.F., Kennedy, G.G., Borchert, D. Evaluation of extended-season mating disruption of the Oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lep., Tortricidae) in apples. *Journal Applied Entomology*, 128: 664-669, 2004.
- Manfroi, L., Miele, A., Rizzon, L.A., Barradas, C.I.N., 2006. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 26: 290-296.
- Masante-roca, I., Gadenne, C., Anton, S. Plant odour processing in the antennal lobe of male and female grapevine moths, *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal Insect Physiology*, 48: 1111–1121, 2002.
- Myers, C.T., Hull, L.A., Krawczyk, G. Comparative survival rates of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) larvae on shoots and fruit of apple and peach. *Journal of Economic Entomology*, 99: 1299-1309, 2006.
- Molinari, F., Gravedi, P., Rama, F., Reggiori, F., Dalpane, M., Galassi, T. L'uso dei feromoni secondo il método del 'disorientamento' nella difesa des pesco da *Cydia molesta* e *Anarsia lineatella*. *Atti delle Giornate Fitopatologiche*, 1:341-348, 2000.
- Monteiro, L.B., May de mio, L.L., Motta, A.C.V., Serrat, B.M., Cuquel, F.L. Avaliação de atrativos alimentares utilizados no monitoramento de mosca-das-frutas em pessegueiro na Lapa, PR. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29: 72-74, 2007.
- Monteiro, L.B., Souza, A., Belli, L. Confusão sexual para o controle de *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), em pomares de macieira, em Fraiburgo (SC), Brasil. *Bragantia*, 6: 693-699, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100023>
- Monteiro, L.B., Souza, A., Argenton, J. Mating disruption with low density diffusers for the management of oriental fruit moths (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards under subtropical climate in southern Brazil. *Revista Brasileira de*

- Fruticultura, 35: 1007-1016, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400011>
- Monteiro, L.B., Witt, L.G. Estratégias de controle e suas repercussões no manejo da resistência da mariposa-oriental em pomares de macieira no sul do Brasil. Sistema de avaliação prática da mariposa-oriental e impacto sobre o manejo da resistência. Relatório Técnico LAMIP/UFPR nº 1, 62 p., 2021. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29343.28320>
- Morais, R.M, Redaelli, L.R., Sant'ana, J. Anatomia comparada dos órgãos internos de reprodução de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae). Biotemas. 22, 59-67, 2009.
- Phillips, J.H.H. Monitoring for oriental fruit moth with synthetic sex pheromone. Environmental Entomology, 2: 1039-1042, 1973.
- Poltronieri, A.S., Silva, E.D.B., Monteiro, L.B. Monitoramento da mariposa-oriental com feromônio sexual sintético no estado do Paraná. Scientia Agraria, 9: 225-228, 2008.
- Potts, L. Feeding stimulants and semiochemicals as pest management tools. URL http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en507/papers_1999/potts.htm, 1999.
- Rice, R.E., Kirsch, P. Mating disruption of the Oriental fruit moth in the United States. In: Behavior-modifying Chemicals for Pest Management: Applications of Pheromones and Other Attractants. Ed. by Ridgeway R L, Silverstein R M, Insoe M N, Marcel Dekker, New York, 193-211, 1990.
- Rizzon, L.A. Sistema de produção de vinagre. Sistemas de Produção, 13, EMBRAPA, 2006. ISSN 1678-8761, <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/vinagre/SistemaProducaoVinagre/introducao.htm>.
- Rosier, J.P., Nora, I., Branco, E.S., Nascimento, A. Diminuição da eficiência de sucos de uva e vinagres na captura de Tephritídeos. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15, Caxambu, Resumos. Lavras: SEB/ESAL. 607, 1995.
- Silva, E.D.B., Kuhn, T.M.A., Monteiro, L.B., Oviposição on behavior of *Grapholita molesta* Busck (Lepidoptera: Tortricidae) at different temperatures. Neotropical Entomology, 40: 415-420, 2011.

- Strapasson, P., Monteiro, L.B., Zarbin, P.H.G. Electrophysiological and behavioral response of the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) to the volatiles of apple fruits at different stages of development. *Arthropod-Plant Interactions*, 10: 517-524, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11829-016-9457-5>.
- Yang, Z., Bengtsson, M., Witzgall, P. Host plant volatiles synergize response to sex pheromone in codling moth, *Cydia pomonella*. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 619-629, 2004.
- Trona, F., Anfora, G., Bengtsson, M., Witzgall, P., Ignell, R. Coding and interaction of sex pheromone and plant volatile signals in the antennal lobe of the codling moth *Cydia pomonella*. *Journal of Experimental Biology*, 213: 4291–4303, 2010.