

Formulações Biopoliméricas de Quitosana e Casca de Manga para Atração de Fêmeas de *Anastrepha obliqua*

Izabella de O. Gonçalves¹; Sara S. Pereira²; Nathaly C. A. Carlos³; Johnnatan D. de Freitas⁴; Alan J. D. de Freitas⁵; Ruth R. do Nascimento⁶; Jéssica de L. Santos⁷; Rafael A. N. Tavares⁸

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió; ²Instituto Federal de Alagoas - Campus Marechal Deodoro; ³Universidade Federal de Alagoas; ⁴Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió; ⁵Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió; ⁶Universidade Federal de Alagoas; ⁷Universidade Federal de Alagoas; ⁸Universidade Federal de Alagoas
iog1@aluno.ifal.edu.br

Palavras-Chave: Feromônio; Fruticultura; Moscas-das-frutas.

Introdução

A população mundial segue em crescimento e, segundo estimativas recentes, pode alcançar aproximadamente 9,8 bilhões de pessoas até 2050, movimento impulsionado por tendências demográficas e pela urbanização contínua (World Meter, 2025; URBANIZAÇÃO, 2025). Projeta-se que, até meados do século, mais de 70% dos habitantes residirão em áreas urbanas, refletindo a expansão das cidades e pressionando sistemas agroalimentares por produtividade com menor impacto ambiental. No mesmo período, o Brasil contabiliza cerca de 212,8 milhões de habitantes, figurando entre os países mais populosos do mundo e respondendo por cerca de 2,6% da população global (WIKIPÉDIA, 2025).

Nesse cenário, a fruticultura ocupa posição estratégica na economia agropecuária brasileira: contribui para o PIB, gera empregos em cadeias regionais e fortalece a balança comercial (SANTANA, João, 2023). Condições edafoclimáticas favoráveis e a adoção crescente de tecnologias agrícolas colocam o país entre os maiores produtores de frutas tropicais. Ainda assim, persistem desafios relevantes, em especial as perdas causadas por pragas, que reduzem rendimento e qualidade dos frutos (MORAES, Júnior *et al.* 2024).

A mangueira (*Mangifera indica L.*) é uma das frutíferas tropicais de maior expressão no Brasil, amplamente adaptada a regiões quentes e úmidas. Estados como Bahia, Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais concentram polos produtivos com condições ideais de temperatura e luminosidade. A manga tem importância econômica no mercado interno e nas exportações para a Europa e os Estados Unidos, movimentando empregos do plantio à comercialização e reforçando a relevância da cultura para a fruticultura nacional (GOMES, Pimentel, 2007, pág. 29; SILVA, Isaías, 2019).

Alinhada à Agenda 2030, a busca por soluções que conciliem desempenho produtivo e sustentabilidade conecta-se diretamente aos ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e 15 (Vida Terrestre). Nessa direção, ganha destaque o desenvolvimento de matrizes biodegradáveis capazes de adsorver e liberar controladamente semioquímicos, ampliando a eficiência de iscas no manejo integrado de pragas e valorizando coprodutos agroindustriais (ONU, 2025).

O presente estudo desenvolve um substrato biodegradável composto por quitosana e pó da casca de manga, destinado à adsorção e liberação controlada de misturas de semioquímicos voláteis. Avaliamos sua atratividade para fêmeas de *Anastrepha obliqua* (mosca-das-frutas), como estratégia de manejo integrado com potencial para reduzir o uso de inseticidas, diminuir custos de produção e contribuir para a segurança alimentar.

Essa variação reduz a média observada e amplia os intervalos de variação nos resultados etológicos, refletindo fatores biológicos e ambientais que modulam a decisão: idade, estado fisiológico/reprodutivo e motivação alimentar, além de pequenas flutuações microambientais na arena (posição, correntes de ar, microgradiientes de odor).

Material e Métodos

Preparação de Formulações Atrativas para os Bioensaio Comportamentais

Com base na identificação de compostos voláteis comuns entre frutos e o feromônio de machos de *A. obliqua*, foram elaboradas formulações sintéticas para avaliação do comportamento atrativo de fêmeas. Os compostos (α -pineno, canfeno, sabineno e mirceno, na proporção 11,5:1:1:66,6), adquiridos da Sigma-Aldrich® (98,5% de pureza), foram preparados em microtubos Eppendorf® com matriz de quitosana e substrato biopolimérico (0,01 g; 1:1), contendo 10 μ L da solução (10 ng por aplicação). As formulações foram testadas em bioensaios laboratoriais de atração, comparando estímulos sintéticos e feromônio controle, avaliando três comportamentos: voo direcionado, pouso e permanência na fonte odorífera.

Foram conduzidos até três respostas comportamentais de fêmeas virgens de *A. obliqua* na fonte de odor, utilizadas como indicadores de atratividade frente às formulações. As misturas testadas (Tabela 1) incluíram diferentes combinações de compostos voláteis e o controle positivo (NFC), preparado com extrato do feromônio na proporção natural associada ao extrato de manga. Cada tratamento foi repetido seis vezes para avaliar a atratividade das fêmeas entre os dois tipos de controle.

Tabela 1: Formulações de compostos

SIGLAS	Formulação
M1	α -pineno, β -mirceno, canfeno, sabineno e 1-heptanol-
M2	α -pineno, β -mirceno, canfeno, sabineno e linalol-
M3	α -pineno, β -mirceno, canfeno, sabineno e (Z)-3-nonen-1-ol-

Fonte: Autores, 2025.

Testes comportamentais em laboratório

Os bioensaios foram conduzidos em arena de vidro (45 × 30 × 30 cm), coberta com tecido *Voil* para conter os insetos e permitir ventilação. As formulações foram dispostas em suportes suspensos, equidistantes ~30 cm, nas extremidades opostas da arena, possibilitando a livre escolha dos insetos. Os testes ocorreram entre 14h e 17h, período de maior atividade de voo de *A. obliqua*, em condições laboratoriais. Cada ensaio teve duração de 20 minutos, com parâmetros previamente definidos apresentando concentração, volume da solução e tipo de substrato, sendo realizadas três repetições por tratamento. Em cada repetição, seis fêmeas adultas virgens entre 7–20 dias, previamente sexadas e marcadas dorsalmente com tinta atóxica de cores distintas, foram liberadas na arena para avaliação simultânea da resposta comportamental frente a dois estímulos.

Análise estatística

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software *Assistat* na versão 7.7. Para verificar a adequação dos dados aos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, foram aplicados os testes de Lilliefors e Kolmogorov-Smirnov com um nível de significância de $p<0,05$. Os resultados indicaram conformidade com os parâmetros pressupostos permitindo, assim, o uso do teste não paramétrico de *Wilcoxon* ($p<0,05$) para identificar diferenças tratativas estatisticamente e significativas entre os tratamentos avaliados dentro de uma mesma repetição experimental.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com os bioensaios comportamentais demonstraram que todas as formulações dos compostos (Tabela 1) resultaram nas atratividades conforme a (Figura 1).

Figura 1: Atratividade para misturas formuladas com compostos sintéticos e os extratos dos frutos.

Fonte: Autores, 2025.

Conforme a figura 1, observou-se que a Mistura 2 (M2), formulada a partir dos compostos voláteis da manga, resultou em diferença significativa ($p < 0,05$) na média de comportamentos exibidos por fêmeas de *A. obliqua* quando a mesma é comparada ao seu respectivo controle (MFC). A mistura M2 superou o controle positivo, sugerindo um elevado potencial atrativo da formulação. Por outro lado, as misturas M1 e M3 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação aos seus respectivos controles (MFC), conforme indicado pela anotação “ns” (não significativo) no gráfico. A resultante da M2 pode estar relacionada à presença e proporção ideal de compostos EAD ativos identificados previamente nos extratos naturais da manga, como mirceno, α -pineno e trans- β -ocimeno, conforme descrito por AQUINO, Nathaly, 2019 e Malo *et al.*, 2012. Estes compostos já foram associados à atratividade de fêmeas de *A. obliqua*, tanto em bioensaios laboratoriais quanto em testes de campo onde, os compostos da mistura sintética testada foram também detectados como EAD ativos nos extratos naturais, o que reforça a hipótese de que há um reconhecimento e atração da espécie (Renou *et al.*, 2014), que destacam a importância da composição química e proporções específicas para o reconhecimento de hospedeiros por insetos.

Ressalta-se que a variação representada pelas barras de erro no gráfico está diretamente associada à resposta individual das fêmeas em cada repetição experimental. Mediante ao teste comportamental individual dos seis insetos expostos na arena de vidro, nem sempre houve uniformidade nas escolhas frente aos estímulos oferecidos. Em algumas repetições, por exemplo, apenas dois indivíduos responderam positivamente a determinada mistura sintética e/ou para as misturas dos extratos, enquanto os demais permaneceram sem manifestar comportamento de escolha. Essa heterogeneidade nas respostas impacta a média dos resultados obtidos e, consequentemente, amplia os intervalos de variação expressos nas análises estatísticas (figura 1). Essa variação reduz a média observada e amplia os intervalos de variação nos resultados etológicos, refletindo fatores biológicos e ambientais que modulam a decisão: idade, estado fisiológico/reprodutivo e motivação alimentar, além de pequenas flutuações microambientais na arena (posição, correntes de ar, microgradientes de odor).

Com a presença de margens de erros observadas, não representa inconsistência metodológica, mas sim a variabilidade natural da espécie, sendo necessário para a interpretação dos dados a necessidade de múltiplas repetições nos bioensaios comportamentais.

Conclusões

A formulação M2, composta por voláteis sintéticos da manga, apresentou maior atratividade para as fêmeas de *A. obliqua* em relação ao seu controle, superando o mesmo, o que indica um elevado potencial atrativo da mistura. Esse desempenho pode estar relacionado à proporção adequada de compostos EAD ativos, já reconhecidos na literatura como mediadores de respostas comportamentais em moscas-das-frutas.

Agradecimentos

Agradecemos a UFAL, IFAL - Campus Maceió, as bolsas de fomentos CNPq, PRPPI, CAPES, FAPEAL, FINEP e aos Laboratórios de Pesquisas LEQ e GSAQCM pelo apoio institucional, científico e estrutural ao desenvolvimento deste trabalho.

Referências

AQUINO, Nathaly. **Extração e identificação de compostos voláteis atraentes para fêmeas de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae).** 2019. Disponível em : Extração e identificação de compostos voláteis atraentes para fêmeas de *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae).

GOMES, Pimentel. **Fruticultura brasileira.** 2007. Disponível em Fruticultura brasileira - Pimentel Gomes - Google Livros. pág. 29.

MORAES, Júnior *et al.* **Manejo integrado de pragas.** 2024. Disponível em MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CULTURA DO TOMATE NO DISTRITO FEDERAL (AGRONOMIA) | de Moraes | Repositório Institucional.

ONU. **Objetivos de desenvolvimentos sustentáveis.** 2025. Disponível em Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil

SILVA, Isaías. **Importância e economia da fruticultura.** 2019. Disponível em A Fruticultura e Sua Importância Econômica, Social e Alimentar | PDF | Economia | Brasil.

SANTANA, João Vitor Ferro. **Efeitos econômicos da fruticultura irrigada no nordeste.** 2023. Disponível em ModeloMonografia.

URBANIZAÇÃO. **Número de pessoas que vivem em áreas urbanas e rurais no mundo.** 2025. Urbanização - Nossa Mundo em Dados.

WIKIPÉDIA. **População Mundial.** 2025. Disponível em População mundial – Wikipédia, a enciclopédia livre.

World Meter. **Crescimento populacional.** 2025. Disponível em Brazil Population (2025) - Worldometer.