

Compostos atrativos em culturas agrícolas: Uma revisão dos efeitos na polinização por abelhas e no rendimento produtivo

Attractive compounds in agricultural crops: A review of their effects on bee pollination and crop yield

Compuestos atractantes en cultivos agrícolas: Una revisión de los efectos sobre la polinización por abejas y el rendimiento productivo

Recebido: 20/08/2025 | Revisado: 28/08/2025 | Aceitado: 28/08/2025 | Publicado: 29/08/2025

Nadison Barbosa Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2976-2650>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: nadisonbs@gmail.com

Ediane Rodrigues Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2236-1045>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: ediane.agroeco@gmail.com

Miriam Monteiro da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0360-3435>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: costa.monteiromc@gmail.com

Malena Andrade Nogueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4866-6341>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: malenanogueira@hotmail.com

Milena Conceição de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4870-9441>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: milenaconceicao772@gmail.com

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-3003>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: calfredo@ufrb.edu.br

Geni da Silva Sodré

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6184-4720>
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

E-mail: geni@ufrb.edu.br

Resumo

A polinização eficiente por abelhas, diretamente associada à frequência de visitação floral, é crucial para a produção agrícola em escala global. Culturas com alta atratividade floral geralmente alcançam taxas de polinização adequadas, enquanto aquelas com baixa atratividade são afetadas com visitação insuficiente, comprometendo a produtividade. Este artigo revisa os efeitos de compostos atrativos na polinização por abelhas e no rendimento produtivo de culturas agrícolas, com objetivo de analisar estratégias para incrementar a atratividade floral em cultivos com déficit de polinizadores. A metodologia consistiu em revisão narrativa qualitativa, conduzida em bases especializadas (*Scopus*, *ScienceDirect*), repositórios (*SciELO*), com acesso via Portal de Periódicos da CAPES, e plataforma complementar (*Google Acadêmico*). Os estudos analisados demonstram que o uso de extratos vegetais (ex: *Cymbopogon citratus* em abacate), óleos essenciais (ex: eugenol em citros) e soluções açucaradas (ex: jaggery 10% em pepino) elevam significativamente a visitação de *Apis mellifera* e de espécies nativas, gerando incrementos produtivos no peso de frutas e da taxa de germinação (ex.: cebola). Em goiabeiras (*Psidium guajava*), atrativos comerciais, promoveram aumentos significativos na visitação de abelhas e nos parâmetros produtivos, com aumento de até 197,27% no peso dos frutos. Conclui-se que compostos atrativos são ferramentas promissoras para otimizar a polinização em culturas com baixa atrativa floral, exigindo adaptações às espécies polinizadoras, métodos de aplicação (ex: pulverização matinal) e contextos ambientais locais, com recomendações para integração em políticas de conservação.

Palavras-chave: Polinização; Atrativos florais; *Apis mellifera*; Produtividade agrícola; Sustentabilidade.

Abstract

Efficient pollination by bees, directly associated with floral visitation frequency, is crucial for agricultural production on a global scale. Crops with high floral attractiveness generally achieve adequate pollination rates, while those with low attractiveness are affected by insufficient visitation, compromising productivity. This article reviews the effects of attractive compounds on bee pollination and on the productive yield of agricultural crops, aiming to analyze strategies to enhance floral attractiveness in cultivations with pollinator deficits. The methodology consisted of a qualitative narrative review, conducted in specialized databases (*Scopus*, *ScienceDirect*), repositories (*SciELO*), accessed through the CAPES Journal Portal, and a complementary platform (Google Scholar). The analyzed studies demonstrate that the use of plant extracts (e.g., *Cymbopogon citratus* in avocado), essential oils (e.g., eugenol in citrus), and sugar solutions (e.g., jaggery 10% in cucumber) significantly increase the visitation of *Apis mellifera* and native species, generating productive increments in fruit weight and germination rate (e.g., onion). In guava trees (*Psidium guajava*), commercial attractants promoted significant increases in bee visitation and productive parameters, with up to 197.27% increase in fruit weight. It is concluded that attractive compounds are promising tools to optimize pollination in crops with low floral attractiveness, requiring adaptations to pollinator species, application methods (e.g., morning spraying), and local environmental contexts, with recommendations for integration into conservation policies.

Keywords: Pollination; Floral attractants; *Apis mellifera*; Crop yield; Sustainability.

Resumen

La polinización eficiente por abejas, directamente asociada a la frecuencia de visita floral, es crucial para la producción agrícola a escala global. Los cultivos con alta atractividad floral generalmente alcanzan tasas de polinización adecuadas, mientras que aquellos con baja atractividad se ven afectados por una visita insuficiente, comprometiendo la productividad. Este artículo revisa los efectos de compuestos atrayentes en la polinización por abejas y en el rendimiento productivo de cultivos agrícolas, con el objetivo de analizar estrategias para incrementar la atractividad floral en cultivos con déficit de polinizadores. La metodología consistió en una revisión narrativa cualitativa, realizada en bases de datos especializadas (*Scopus*, *ScienceDirect*), repositorios (*SciELO*), con acceso a través del Portal de Periódicos de CAPES, y una plataforma complementaria (Google Académico). Los estudios analizados demuestran que el uso de extractos vegetales (ej.: *Cymbopogon citratus* en aguacate), aceites esenciales (ej.: eugenol en cítricos) y soluciones azucaradas (ej.: jaggery 10% en pepino) aumentan significativamente la visita de *Apis mellifera* y de especies nativas, generando incrementos productivos en el peso de los frutos y en la tasa de germinación (ej.: cebolla). En guayabos (*Psidium guajava*), los atrayentes comerciales promovieron incrementos significativos en la visita de abejas y en los parámetros productivos, con un aumento de hasta 197,27% en el peso de los frutos. Se concluye que los compuestos atrayentes son herramientas prometedoras para optimizar la polinización en cultivos con baja atractividad floral, requiriendo adaptaciones a las especies polinizadoras, métodos de aplicación (ej.: pulverización matutina) y contextos ambientales locales, con recomendaciones para su integración en políticas de conservación.

Palabras clave: Polinización, Atractivos florales; *Apis mellifera*; Rendimiento agrícola; Sostenibilidad.

1. Introdução

A polinização mediada por animais é um serviço ecossistêmico essencial, responsável pela reprodução de 87,5% das plantas com flores (Ollerton et al., 2011) e por cerca de 35% da produção agrícola global (Klein et al., 2007). No entanto, este serviço vital está ameaçado pelo declínio acelerado dos polinizadores, especialmente abelhas, devido a fatores como perda de habitat, uso de agrotóxicos e mudanças climáticas (Potts et al., 2016; Brunet & Fragoso, 2024). Estima-se que o valor econômico global da polinização por insetos alcance 153 bilhões de euros, o que equivale a 9,5% da produção agrícola mundial destinada à alimentação humana (Khalifa et al., 2021). Na América Latina, onde a polinização por insetos gera US\$ 22,95 bilhões anuais (Basualdo et al., 2022), o declínio dos polinizadores representa um risco direto à segurança alimentar e à conservação da biodiversidade (Brunet & Fragoso, 2024).

Dentre os polinizadores, as abelhas destacam-se como os agentes mais eficientes, sendo responsáveis por cerca de um terço da produção mundial de alimentos (Khan & Yogi, 2017; Khalifa et al., 2021; Miñarro et al., 2018). Sua ação é essencial para a sustentabilidade de sistemas agrícolas, especialmente em culturas com dependência parcial ou total de polinizadores (Islam et al., 2023; Tanda, 2022). Contudo, essa eficiência está intimamente ligada à atratividade floral, determinada por uma complexa sinergia entre sinais visuais, olfátivos e táteis. Essa interação, entretanto, não é isenta de conflitos, visto que plantas e polinizadores possuem interesses distintos e muitas vezes assimétricos, variando entre relações mutualísticas e exploratórias

(Van der Kooi, Vallejo-Marín, & Leonhardt, 2021). A relação mutualística entre abelhas e plantas, mediada por recompensas como néctar e pólen, pode ser comprometida por alterações ambientais ou características florais pouco atrativas (Zariman et al., 2022).

A atratividade floral varia significativamente entre espécies vegetais, sendo que algumas culturas são afetadas por baixa atratividade floral devido a características morfológicas desfavoráveis (como tamanho reduzido ou cor pouco visível) ou competição com plantas adjacentes mais atrativas (Bauer et al., 2017; Bihaly et al., 2024). Esse desafio é intensificado por fatores químicos e físicos, como a emissão de compostos voláteis orgânicos (Bisrat & Jung, 2022) e características estruturais das pétalas (Moyroud & Glover, 2017) que influenciam diretamente a seleção floral por abelhas. Nesse contexto, estratégias que visam aumentar a atratividade, como o uso de compostos químicos, incluindo extratos vegetais e formulações comerciais (Dwarka et al., 2024; Grajales-Conesa et al., 2023), tornam-se ferramentas promissoras para culturas com baixa atratividade natural (Jailyang et al., 2022).

Diante desse cenário, este artigo revisa os efeitos de compostos atrativos na polinização por abelhas e no rendimento produtivo de culturas agrícolas, com objetivo de analisar estratégias para incrementar a atratividade floral em cultivos com déficit de polinizadores. São discutidos os diferentes tipos de atrativos, naturais, sintéticos e derivados de colmeias, os métodos de aplicação e os impactos agronômicos associados, com o intuito de subsidiar práticas agrícolas mais produtivas e ecologicamente sustentáveis.

2. Metodologia

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, de natureza qualitativa e descritiva (Pereira et al, 2018), com o objetivo de sintetizar e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre o uso de atrativos para abelhas em sistemas agrícolas. A abordagem narrativa foi adotada por possibilitar uma interpretação ampla, contextualizada e integrativa do tema (Rother, 2007). A busca bibliográfica foi realizada em bases científicas especializadas (*Scopus*, *ScienceDirect*), repositórios consolidados (*SciELO*), com acesso por meio do Portal de Periódicos da CAPES, além de consulta complementar na plataforma Google Acadêmico. Utilizaram-se combinações de descritores em português (“atrativos para abelhas”, “polinização agrícola”, “extratos vegetais e abelhas”) e em inglês (“bee attractants”, “pollinator enhancement”, “floral volatiles AND crop yield”).

Foram incluídos na revisão estudos que apresentavam experimentos práticos com aplicação de atrativos em cultivos, relacionando seu uso a métricas de visitação por polinizadores e/ou produtividade agrícola, disponíveis na íntegra em português ou inglês. Os estudos selecionados foram sistematizados e analisado com base em cinco categorias principais: (1) tipo de cultura agrícola estudada, (2) formulações de atrativos testados (incluindo extratos vegetais, óleos essenciais e compostos sintéticos), (3) efeitos mensurados na visitação de polinizadores, (4) impactos observados na produção agrícola (quantificação de frutos, sementes ou rendimento), e (5) espécies de abelhas mais responsivas aos atrativos em cada contexto. Esta organização permitiu comparar a eficácia relativa dos diferentes tipos de atrativos, em distintos sistemas agrícolas, considerando tanto aspectos ecológicos (diversidade e frequência de visitantes) quanto agronômicos (incrementos de produtividade).

3. Resultados e Discussão

3.1 Tipos de atrativos utilizados em culturas agrícolas

Diversos estudos têm investigado os compostos empregados para atrair abelhas em culturas agrícolas, os quais podem ser classificados em três categorias principais, conforme sua origem: naturais, sintéticos e produtos da colmeia. Os atrativos

naturais englobam extratos vegetais, óleos essenciais e soluções açucaradas obtidas de fontes botânicas (Dwarka et al., 2024). Esses compostos geralmente atuam mimetizando voláteis florais ou outros sinais químicos naturalmente presentes nas flores, reconhecidos pelas abelhas durante o forrageamento (Bijarniya & Yadav, 2024; Monasterio et al., 2023).

Os atrativos sintéticos consistem em formulações desenvolvidas em laboratório com base em compostos análogos aos sinais químicos florais ou feromônios utilizados na comunicação das abelhas. Esses produtos buscam padronizar a resposta dos polinizadores, oferecendo maior controle e previsibilidade no manejo da polinização (Pereira et al., 2022; Williamson et al., 2018).

Produtos da colmeia, como o mel, têm sido utilizados como atrativos por conterem compostos naturalmente reconhecidos pelas abelhas em sua dieta. Esses compostos funcionam como estímulo reforçadores de forrageamento, especialmente quando aplicados isoladamente ou em combinação com extratos vegetais, potencializando a atratividade floral (Grajales-Conesa et al., 2023; Manhare & Painkra, 2018).

A eficácia dos atrativos para abelhas está intrinsecamente relacionada aos métodos de aplicação, que devem ser cuidadosamente sincronizados com o comportamento floral e a biologia dos polinizadores (Silva et al., 2002; Ranjitha et al., 2023). Nesse contexto, a pulverização direta sobre as flores ou em seu entorno constitui uma técnica eficaz para potencializar a visitação de polinizadores (Ranjitha et al., 2023).

Além do método de aplicação, o momento em que os atrativos são aplicados também influencia os resultados, devendo a aplicação ocorrer no período da manhã, quando se dá a abertura floral e há maior liberação de néctar e pólen (Dorjay et al., 2022; Kumar et al., 2021). Esse horário coincide com o pico de forrageamento das abelhas, maximizando a atração e a visitação (Malerbo-Souza et al., 2003).

As formulações utilizadas variam desde soluções aquosas simples até misturas mais complexas, incluindo atrativos comerciais (Anita et al., 2012; Dorjay et al., 2022). Para maximizar a eficácia, a aplicação deve ser iniciada no começo da floração, garantindo atratividade contínua ao longo da fase reprodutiva da cultura (Kumar et al., 2021). Essa abordagem reforça a importância de alinhar a aplicação dos atrativos aos ciclos naturais das plantas e dos polinizadores, visando não apenas uma polinização mais eficiente, mas também ganhos expressivos em produtividade agrícola (Grajales-Conesa et al., 2023; Pereira et al., 2022).

3.2 Efeitos sobre a frequência de visitação

A utilização de atrativos para abelhas em culturas agrícolas tem se mostrado eficaz no aumento da frequência de visitação dos polinizadores. Estudos indicam que compostos naturais, sintéticos e derivados de produtos da colmeia podem elevar significativamente o número de visitas às flores, embora os resultados variem conforme a formulação utilizada e a espécie de abelha envolvida (Dwarka et al., 2024; Bijarniya & Yadav, 2024; Monasterio et al., 2023).

Entre os atrativos naturais, os extratos vegetais e óleos essenciais têm demonstrado eficácia, sobretudo quando mimetizam compostos voláteis florais reconhecidos pelo sistema sensorial das abelhas (Dwarka et al., 2024). Por sua vez, os atrativos sintéticos, formulados a partir de análogos de feromônios ou em combinações com compostos florais, são descritos como capazes de conferir maior uniformidade e previsibilidade nas respostas comportamentais dos polinizadores (Pereira et al., 2022; Williamson et al., 2018), enquanto produtos da colmeia, como mel ou soluções açucaradas, aproveitam a afinidade natural das abelhas por fontes energéticas (Grajales-Conesa et al., 2023; Manhare & Painkra, 2018).

A resposta dos polinizadores aos atrativos é influenciada por variáveis como concentração do composto, frequência de aplicação, formulação e condições ambientais (Grajales-Conesa et al., 2023). Os picos de visitação ocorrem nas primeiras horas ou dias após a aplicação, embora o efeito possa ser transitório, o que sugere a necessidade de reaplicações ao longo do período de floração (Kumar et al., 2023).

Dessa forma, o uso de atrativos representa uma estratégia viável para aumentar a visitação de polinizadores, contribuindo para a otimização da polinização e, consequentemente, para a produtividade agrícola (Bijarniya & Yadav, 2024)

A seguir (Tabela 1), apresenta-se uma síntese dos principais estudos que avaliaram o uso de atrativos para abelhas em culturas agrícolas, com foco nos compostos utilizados, efeitos na visitação floral, impactos produtivos e espécies de abelhas mais responsivas. Esta compilação permite identificar padrões de eficácia entre diferentes atrativos e culturas, servindo como base para o desenvolvimento de diretrizes mais precisas de manejo da polinização em sistemas agrícolas com base em evidências científicas.

Tabela 1 – Síntese de estudos sobre o uso de atrativos para abelhas em culturas agrícolas.

Referência	Cultura	Atrativos testados	Efeito na visitação	Impacto na produção	Espécies de abelhas com maior frequência de visitação
Frutíferas					
Silva et al. (2002)	Abacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	Extratos de <i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Lippia alba</i> , folha de <i>Citrus</i> sp., folha de <i>Eucalyptus</i> sp. eugenol e o linalol	Extratos naturais aumentaram visitação (1–4h).	Frutos maiores nos tratamentos	<i>A. mellifera</i>
Pereira et al. (2022)	Abacate (<i>Persea americana</i> Mill.)	<i>Apis Bloom</i> ® (semoquímico sintético)	Aumento na atratividade	Aumento no pegamento de frutos	<i>A. mellifera</i>
Malerbo-Souza et al. (2004)	Citros (<i>Citrus sinensis</i> L.)	Bee-Here®, eugenol, geraniol, citral, capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Aumento significativo da visitação	35,3% de frutificação; frutos maiores e menos ácidos	<i>A. mellifera</i>
Anita et al. (2012)	Goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	Bee-Q (10–15 g/L), Bee Scent (1–2 mL/L), Fruit Boost (0,5–1 mL/L)	Bee Scent 1,5 mL/L: até 15,67 abelhas/5 min	197,27% no peso dos frutos, 152,53% no volume, 28,86% nos açúcares	<i>A. cerana</i> , <i>A. dorsata</i> , <i>A. florea</i>
Jailyang et al. (2022)	Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i> A. Chev.)	Bee Scent (1,25%), caldo de cana (10%)	Maior número de visitas; eficácia do caldo de cana similar ao Bee Scent	Frutificação de 87,16%, rendimento de 5,03 MT/ha	<i>A. mellifera</i>
Grajales-Conesa et al. (2023)	Manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	Extrato de <i>Petiveria alliacea</i> (1,25%) + mel de <i>Melipona solani</i> (0,5%); mel de <i>M. solani</i> (0,5%)	Combinação foi a mais eficaz; pico de visitação nos dias 2–4	-----	<i>A. mellifera</i> , <i>Trigona</i> spp.

Hortaliças					
Lokesh et al. (2025)	Cabaça (<i>Lagenaria siceraria</i> (Mol.) Standl.)	Soluções aquosas a 10% de jaggery, açúcar e caldo de cana), <i>A. mellifera</i> (mel) e <i>Rosa</i> spp. (água de rosas).e extratos de sementes a 0,5%, óleos de <i>Cuminum cyminum</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> e <i>Anethum graveolens</i> .	Todos os atrativos aumentaram a visitação	Jaggery a 10% resultou no maior número de frutos (29,3/parcelas) e maior produtividade (216 q/ha); açúcar a 10% também aumentou o rendimento (213,2 q/ha).	<i>A. cerana indica</i> <i>A. mellifera</i>
Kumari & Rana (2018)	Cebola (<i>Allium cepa</i> L.)	Bee Scent (2,5%, 5%, 7,5%), solução de açúcar (5%, 10%), solução de mel (1%, 2%)	Bee Scent a 7,5% atraiu maior número polinizadores até o 3º dia após a aplicação	Aumento na atividade polinizadora	<i>A. mellifera</i>
Naik et al. (2019)	Cebola (<i>Allium cepa</i> L.)	Solução de jaggery 10%, açúcar 10%, óleos vegetais 0,5%	Jaggery: 3,61 abelhas/planta/min; controle: 0,32	Jaggery: 8,97 q/ha; 96,7% germinação (vs. 4,58 q/ha e 72,3% no controle)	<i>A. cerana</i> , <i>A. dorsata</i> , <i>A. florea</i> , <i>Trigona irridipennis</i>
Monasterio et al. (2023)	Cebola (<i>Allium cepa</i> L.)	Extrato aquoso de bagaço de oliva (OPWE – Olive Pomace Water Extract).	Aumento moderado na eficiência de polinização	Até 74% na produção de sementes	<i>A. mellifera</i>
Ranjitha et al. (2023)	Coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	Citral-E (1%), soluções a 5% de açúcar, jaggery, e suco de cana-de-açúcar	Citral-E apresentou maior visitação entre os atrativos	Maiores parâmetros produtivos (634,47 g/20 m ² ; 93,66% de sementes cheias; vigor de plântula de 1014,07)	<i>A. cerana indica</i> , <i>A. florea</i> , <i>Tetragonula irridipennis</i> , <i>A. mellifera</i>
Sivaram & Jayaramappa (2013)	Mostarda (<i>Brassica campestris</i> L.)	Bee-Q (10, 12,5 e 15 g/L) e Fruit boost™ (0,5, 0,75 e 1 mL/L)	Aumentaram significativamente a visitação, principalmente Bee-Q 12,5 g/L e Fruit boost 0,75 mL/L	Maior número de sementes por siliqua (até 37,73%), maior peso de mil sementes (até 58,33%), germinação (27,14%) e vigor	<i>A. cerana</i> , <i>A. dorsata</i> , <i>A. florea</i>
Bijarniya & Yadav (2024)	Mostarda (<i>Brassica juncea</i> L.)	Bee-Q (1,25%), solução de açúcar (10%), jaggery (10%), suco de cana (10%), extrato de coentro (1,25%), suco de romã (10%), solução de cebola (10%), água de coco (10%)	Bee-Q apresentou maior número médio de visitas (até 37,89 abelhas/m ² /5min), seguido de jaggery e suco de cana	Bee-Q resultou em maior rendimento (13,78 g/planta; 209,17 siliquas/planta; 3198,63 sementes/planta).	<i>A. mellifera</i>
Dorjay et al. (2022)	Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	Bee-Q + Jaggery (100g/L) Bee-Q + Molasses (100g/L) Bee-Q + Açúcar (100g/L) Molasses (100g/L) Bee-Q (100g/L)	Bee-Q + Jaggery: Atraiu até 17,2 abelhas/5 plantas/5min	Maior eficiência na polinização com combinações de Bee-Q + melado/molasses	<i>A. mellifera</i> , <i>A. dorsata</i> , <i>A. ceran</i>

Hanif et al. (2024)	Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	Soluções a 10% de jaggery (açúcar mascavo), xarope de açúcar, caldo de cana-de-açúcar e resíduos de peixe	Jaggery 10% aumentou mais a abundância e a taxa de forrageamento. Todas as soluções testadas foram superiores ao controle	-----	<i>A. cerana, A. mellifera, Eristalis arbustorum</i>
Shaikh et al. (2022)	Rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.)	Solução de jaggery (10%), solução de açúcar (10%), suco de cana-de-açúcar (10%), água de coco (10%), mel de <i>Apis</i> , molasses (10%)	Jaggery (10%) atraiu o maior número de visitas (11,4 abelhas/5 min)	Maior número de vagens por planta (67,6) e maior produtividade de sementes (2,64 q/ha)	<i>Tetragonula</i> spp.
Outras culturas de interesse agrícola					
Kumar et al. (2023)	Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	Spray de molasses (10%), solução de açúcar (10%), extrato de rosa (10%)	Visitação, especialmente no 1º dia após aplicação, (extrato de rosa) teve maior média de visitas	-----	<i>A. mellifera, A. florea</i>
Malerbo-Souza et al. (2003)	Café (<i>Coffea arábica</i> L.)	Bee-Here®	Aumento na atratividade	+168% de grãos em ramos descobertos vs. cobertos.	<i>A. mellifera</i>
Martins et al. (2005)	Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	Soluções de sacarose (2,5%, 5,0%, 7,5%)	Aumento significativo nas visitas (4x mais que o controle)	Sem diferença significativa na produção de sementes	<i>A. mellifera</i>
Kumar et al. (2021)	Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	Soluções de jaggery 15% e 10%, açúcar 15% e 10%, Glucon-D + leite em pó (10%)	Jaggery 15% atraiu mais abelhas	Jaggery 15%: 61,9% sementes grávidas, 47,0g (1000 sementes), 14,76 q/ha, 95% germinação	<i>A. cerana indica, A. dorsata, A. mellifera, A. florea</i>
Sivaram et al. (2013)	Niger (<i>Guizotia abyssinica</i> (L.f.) Cass.)	Bee-Q (12.5 g/L) e Fruit Boost™ (0.75 mL/L)	Aumento significativo: 5.26–8.26 abelhas/10 flores/5 min (vs. 2.60 no controle).	29.58% na produção de sementes e 19.80% no peso das sementes.	<i>A. cerana, A. dorsata, A. florea</i>
Dwarka et al. (2024)	Niger (<i>Guizotia abyssinica</i> (L.f.) Cass.)	Extrato de <i>Madhuca longifolia</i> (10%), água de rosas (10%), caldo de cana (10%)	<i>M. longifolia</i> : 20,42 abelhas/m²/5 min; água de rosas foi a segunda mais eficaz	6,90 q/ha com <i>M. longifolia</i> ; 6,70 q/ha com água de rosas (vs. 3,15 no controle)	<i>A. dorsata</i>
Pashte et al. (2015)	Gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.)	Citral-a, Citral-b, Geraniol (10µL L⁻¹), extratos de sabores (baunilha, manga, chocolate etc.) (200µL L⁻¹)	Aumento significativo com Citral-a, Citral-b e Geraniol	Maior número de cápsulas/planta (54,00), sementes/cápsula (54,57), peso de 1000 sementes (3,92 g). Citral-a.	<i>Apis</i> spp.
Manhare & Painkra (2018)	Trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i> L.)	Solução de mel (10%), solução de açúcar (10% e 15%), caldo de cana (10% e 15%), solução de jaggery (10% e 15%)	A solução de mel (10%) foi o atrativo significativo	Aumento no número de sementes por inflorescência, por planta e na produtividade total.	<i>A. cerana indica</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

3.3 Impactos agronômicos e padrões de resposta por espécies de abelhas

Os impactos agronômicos decorrente do uso de atrativos para abelhas em sistemas agrícolas, geralmente são significativos, pois, influenciam tanto a eficiência da polinização quanto os índices de produtividade das culturas. A compilação dos estudos na Tabela 1 permite observar padrões distintos de eficácia dos atrativos em diferentes culturas agrícolas.

Em culturas frutíferas como abacate (*Persea americana*) e manga (*Mangifera indica*), observou-se que extratos vegetais (como *Petiveria alliacea*, *Cymbopogon citratus* e *Ocimum basilicum*) e produtos da colmeia (mel) aumentaram significativamente a visitação de *A. mellifera*, (Grajales-Conesa et al., 2023; Silva et al. 2002), em goiabeira (*Psidium guajava*), o uso de atrativos comerciais, como Bee Scent (1,5 mL/L), resultando em aumento de até 152,53% no peso e 135,69% no volume dos frutos. Para o atrativo Bee-Q (12,5 g/L), o incremento no peso chegou a 197,27% em relação ao controle (Anita et al., 2012).

Em hortaliças como pepino (*Cucumis sativus*) e cebola (*Allium cepa*), soluções açucaradas (jaggery 10%) e óleos essenciais (como eugenol) mostraram-se particularmente eficazes, atraindo não apenas *A. mellifera* mas também espécies nativas como *A. cerana* e *Tetragonula* spp., resultando em aumentos de produtividade que variaram entre 35,3% e 96,7% (Dorjay et al., 2022; Naik et al., 2019). Essas diferenças de respostas entre espécies podem refletir adaptações locais e preferências sensoriais específicas. Heuel et al. (2024) demonstraram que abelhas como *Bombus terrestris*, *Osmia bicornis* e *Lasioglossum villosum* respondem de forma distinta a atributos florais como cor e profundidade. Complementarmente, De Manicor et al. (2022) mostraram que variações geográficas nos voláteis florais estão alinhadas com a composição local dos polinizadores, reforçando a necessidade de considerar a comunidade de visitantes ao selecionar atrativos.

Além disso, diferentes espécies de abelhas tendem a priorizar os recursos florais de forma distinta, por exemplo, enquanto *Osmia cornifrons* prefere recurso em quantidade, *Megachile rotundata* prefere recurso com maior qualidade nutricional (Mokkapati et al., 2024). Ainda segundo os mesmos autores, é importante a condução de experimentos com o intuito de compreender melhor o comportamento, preferência floral das abelhas e a coevolução entre plantas e polinizadores para desenvolvimento de estratégias de manejo e restauração de habitats que fortaleçam as populações de polinizadores e seus serviços. Pois, embora a utilização de atrativos tenha demostrado resultados positivos em termos de eficiência da polinização e aumento da produtividade agrícola, o declínio das populações deve ser considerado, porque isso pode limitar a eficácia de estratégias como essa a longo prazo (Oliveira, 2015).

4. Considerações Finais

O uso de atrativos para abelhas em culturas agrícolas configura-se como uma estratégia promissora para superar limitações de polinização, especialmente em espécies com baixa atratividade floral. Os resultados desta revisão indicam que tanto compostos naturais quanto sintéticos podem promover aumentos significativos na frequência de visitação por polinizadores e na produtividade agrícola, com destaque para formulações combinadas e aplicações sincronizadas com o ciclo floral. No entanto, a eficácia dos atrativos, varia conforme a cultura, a espécie de abelha e as condições ambientais, o que demanda abordagens específicas e adaptadas.

Apesar dos avanços observados, lacunas importantes persistem e apontam caminho relevantes para investigações futuras. Poucos estudos têm avaliado, de forma sistemática os efeitos da aplicação continuada de atrativos sobre a dinâmica populacional das colônias de abelhas e os processos ecológicos associados. Outro aspecto crítico refere-se à interação entre diferentes formulações de atrativos e condições ambientais locais. A variabilidade climática pode alterar significativamente a volatilidade, a persistência e a eficácia dos compostos, limitando a generalização dos resultados entre regiões agrícolas.

distintas. Além disso, limitações como a duração do efeito e a necessidade de reaplicações destacam a necessidade de pesquisas futuras para otimizar concentrações e métodos de aplicação.

Para maximizar os benefícios do uso de atrativo, é essencial integrá-los a políticas de conservação de polinizadores, promovendo sinergias entre produtividade agrícola e sustentabilidade em longo prazo. Em síntese, os atrativos representam uma ferramenta viável e promissora, desde que seu uso seja embasado em evidências científicas, monitorado continuamente e adaptado às especificidades de cada contexto agrícola

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo: 305950/2021-5).

Referências

- Anita, M., Sivaram, V., & Jayaramappa, K. V. (2012). Influence of bee attractants on pollination and yield parameters in guava (*Psidium guajava* L.). *The International Journal of Plant Reproductive Biology*, 4(1), 41–46. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/2013256894>
- Basualdo, M., Cavigliasso, P., de Avila Jr, R. S., Aldea-Sánchez, P., Correa-Benítez, A., Harms, J. M., ... & Salvarrey, S. (2022). Current status and economic value of insect-pollinated dependent crops in Latin America. *Ecological Economics*, 196, 107395. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107395>
- Bauer, A. A., Clayton, M. K., & Brunet, J. (2017). Floral traits influencing plant attractiveness to three bee species: Consequences for plant reproductive success. *American Journal of Botany*, 104(5), 772-781. <https://doi.org/10.3732/ajb.1600405>
- Bihaly, Á. D., Piross, I. S., Pellaton, R., Szigeti, V., Somay, L., Vajna, F., ... & Kovács-Hostyánszki, A. (2024). Landscape-wide floral resource deficit enhances the importance of diverse wildflower plantings for pollinators in farmlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 367, 108984. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108984>
- Bijarniya, M., & Yadav, A. S. (2024). Effect of bee attractants and mode of pollination on the yield parameters of mus-tard using *Apis mellifera* L colonies. *Indian Journal of Entomology*, 86(1): 135-140. <https://doi.org/10.55446/IJE.2023.1001>
- Bisrat, D., & Jung, C. (2022). Roles of flower scent in bee-flower mediations: a review. *Journal of Ecology and Environment*, 46(1), 18-30. <https://doi.org/10.5141/jee.21.00075>
- Brunet, J., & Fragoso, F. P. (2024). What are the main reasons for the worldwide decline in pollinator populations?. *CABI Reviews*, 19(1). <https://doi.org/10.1079/cabireviews.2024.001>
- De Manincor, N., Andreu, B., Buatois, B., Lou Chao, H., Hautekèete, N., Massol, F., ... & Dufay, M. (2022). Geographical variation of floral scents in generalist entomophilous species with variable pollinator communities. *Functional Ecology*, 36(3), 763-778. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13984>
- Dorjay, N., Abrol, D. P., & Vikram, B. (2022). Effect of Bee Attractants on Foraging Activities of Honeybees *Apis mellifera*, *A. dorsata* and *A. cerana* on *Cucumis sativus* L. and *Memordica charantia* L. Flowers. *Journal of Apiculture*, 37(2), 123-134. <https://doi.org/10.17519/apiculture.2022.06.37.2.123>
- Dwarka, D., Panday, A. K., Tare, S., Thakur, S., & Katara, V. K. (2024). Effect of bee attractants on the attraction of *Apis dorsata* and their impact on seed yield of niger *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass crop. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(6), 420–426. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2024/v30i62058>
- Grajales-Conesa, J., Gallardo-Palomeque, Á., Cruz López, L., López-García, J. A., Mérida-Rivas, J. A., Torres de los Santos, R., & Albores-Flores, V. J. (2023). Ability of honey and aqueous plant extracts on the attraction of bees during flowering period in mango (*Mangifera indica*) var. Ataulfo cultivation. *International Journal of Agriculture & Biology*, 30(4), 253–257. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2082>
- Hanif, R., Yaqoob, M., Ayoub, L., Rasool, J., & War, W. A. (2024). Effect of Different Attractants on Abundance and Foraging Activity of Major Insect Pollinators of Cucumber. *Indian Journal of Entomology*, 1-4.: <https://doi.org/10.55446/IJE.2024.2280>
- Heuel, K. C., Haßlberger, T. A., Ayasse, M., & Burger, H. (2024). Floral trait preferences of three common wild bee species. *Insects*, 15(6), 427. <https://doi.org/10.3390/insects15060427>
- Islam, S., Hui, M., & Wei, H. (2023). Mechanisms of Plant Reproduction: A Comparative Analysis of Sexual and Asexual Methods in Various Plant Species. *Australian Herbal Insight*, 6(1), 1-5. <https://doi.org/10.25163/ahi.619953>
- Jailyang, L., Sharma, N. C., Chandel, J. S., Rana, V. S., Rana, K., & Chauhan, P. (2022). Influence of Bee Scent and other indigenous bee attractants on bee activity and fruiting behaviour of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* A. Chev.). *Scientia Horticulturae*, 295, 110869. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110869>

Khan, M. S., & Yogi, M. K. (2017). Insect crop pollinators. In Omkar (Ed.), *Industrial Entomology* (pp. 397–412). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3304-9_14

Khalifa, S. A. M., Elshafiey, E. H., Shetaia, A. A., Abd El-Wahed, A. A., Algethami, A. F., Musharraf, S. G., AlAjmi, M. F., Zhao, C., Masry, S. H. D., Abdel-Daim, M. M., Halabi, M. F., Kai, G., Al Naggar, Y., Bishr, M., Diab, M. A. M., & El-Seedi, H. R. (2021). Overview of bee pollination and its economic value for crop production. *Insects*, 12(8), 688. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>

Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Kumar, J., Painkra, G. P., Bhaghat, P. K., Painkra, K. L., & Jaiswal, S. K. (2021). Impact of bee attractants on the quantitative and qualitative parameters of sunflower. *Journal of Plant Development Sciences*, 13(8), 591–596.

Kumar, R., Singh, A., Meena, R. A., & Kumar, A. (2023). Effect of attractants on activity and abundance of insect pollinators in cotton (*Gossypium hirsutum*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 93(5), 539–543. <https://doi.org/10.56093/ijas.v93i5.100190>

Kumari, S., & Rana, K. (2018). Efficacy of bee attractants in attracting insect pollinators in onion seed crop. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 2239–2243

Lokesh, T. H., Mandal, J., Bhattacharya, S., & Sahu, B. (2025). Effect of Bee Attractants on Bee Activities and Production of Bottle Gourd. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 46(7), 235–243. <https://doi.org/10.56557/upjz/2025/v46i74880>

Malerbo-Souza, D. T., Nogueira-Couto, R. H., Couto, L. A., & Souza, J. C. D. (2003). Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 40, 272–278. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962003000400006>

Malerbo-Souza, D. T., Nogueira-Couto, R. H., & Couto, L. A. (2004). Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-Rio. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 10, 144–153. <https://doi.org/10.1590/S1678-91992004000200004>

Manhare, J. S., & Painkra, G. P. (2018). Impact of bee attractants on bee visitation on buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.) crop. *J. Entomol. Zool. Stud*, 6, 28–31. <https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=2&ArticleId=3172>

Martins, E. A. C., Machado, R. J. P., & Lopes, J. (2005). Atrativo para abelhas em campos de produção de sementes de girassol colorido híbrido. Semina: Ciências Agrárias, 26(4), 489–494. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2005v26n4p489>

Miñarro, M., García, D., & Martínez-Sastre, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: Importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas*, 27(2), 81–90. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>

Monasterio, R., Caselles, C., Trentacoste, E., Olmo-García, L., Carrasco-Pancorbo, A., Galmarini, C., & Soto, V. (2023). Use of olive pomace extract as a pollinator attractant to increase onion (*Allium cepa* L.) seed crop production. *European Journal of Agronomy*, 149, 126921. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126921>

Moyroud, E., & Glover, B. J. (2017). The physics of pollinator attraction. *New Phytologist*, 216(2), 350–354. <https://doi.org/10.1111/nph.14312>

Mokkapati, J. S., Hill, M., Boyle, N. K., Ouvrard, P., Sicard, A., & Grozinger, C. M. (2024). Foraging bee species differentially prioritize quantity and quality of floral rewards. *PNAS NEXUS*, 3(10), pgae443. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae443>

Naik, J. M., Gopali, J. B., Ganiger, V. M., Patil, S. R., MM, V. K., & Patil, B. (2019). Influence of honey bee attractants in enhancing the seed productivity and quality of onion seed crop. *International Journal of Chemical Studies (IJCS)*, 7(4), 2958–2662. <https://doi.org/10.56093/sr.v47i2.156364>

Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>

Oliveira, M. D. (2015). Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. *ACTA Apicola Brasilica*, v. 3, n. 2, p. 01–06, 2015. <https://doi.org/10.18378/aab.v3i2.3623>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Universidade Federal de Santa Maria, Núcleo de Tecnologia Educacional.

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., et al. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220–229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>

Pashte, V. V., Shylesha, A. N., & Badge, A. S. (2015). Effect of Honey Bee Pollination, Bee Attractants and Scents on Yield of Sesamum. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 41(1-2), 87–93.

Pereira, L. C., Sampaio, A. da C., & Faria, J. de P. da S. (2022). Avaliação do atrativo de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 Apis Bloom sobre a polinização do abacate ‘Hass’. *Revista AGROFIB*, 2, 127–134. <https://doi.org/10.59237/agrofib.v2i.591>

Ranjitha, M. R., Rao, S. R., Rajesh, A., & Shekhar, M. R. (2023). Efficiency of European honey bee (*Apis mellifera* L.) Over bee attractants in pollination and seed yield of coriander, *Coriandrum sativum* L. *Indian Journal of Entomology*, 11 Last page: (16). <https://doi.org/10.55446/IJE.2023.1152>

Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), v–vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>

Saikh, A. K., Wankhede, S. M., Sanap, P. B., Kale, S. N., Waman, A. G., & Patil, S. R. (2022). Impact of different bee attractants for the orientation of stingless bee for pollination in radish, *Raphanus sativus* (L.). *The Pharma Innovation Journal*, 11(12), 4316–4319.

Silva, S. R., Malerbo-Souza, D. T., de Alencar, V., & de Toledo, A. (2002). Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em cultura de abacate (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum, Maringá*, 24(4), 889-896. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2338>

Sivaram, V., & Jayaramappa, K. V. (2013). Can Commercial Bee Attractants Influence in Increasing Bee Pollination and Productivity of Mustard, *Brassica campestris* L.? *Journal of Apiculture*, 28(2), 139-145.

Sivaram, V., Jayaramappa, K. V., Menon, A., & Ceballos, R. M. (2013). Use of bee-attractants in increasing crop productivity in Niger (*Guizotia abyssinica*. L). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56, 365-370. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000300003>

Tanda, A. S. (2022). Why insect pollinators are important in crop improvement? Indian *Journal of Entomology* 84(1): 223-236. <https://doi.org/10.55446/IJE.2021.42>

Van Der Kooi, C. J., Vallejo-Marín, M., & Leonhardt, S. D. (2021). Mutualisms and (a) symmetry in plant–pollinator interactions. *Current Biology*, 31(2), R91-R99. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.11.020>

Williamson, J., Adams, C. G., Isaacs, R., & Gut, L. J. (2018). Evaluation of nasonov pheromone dispensers for pollinator attraction in apple, blueberry, and cherry. *Journal of Economic Entomology*, 111(4), 1658-1663. <https://doi.org/10.1093/jee/toy107>

Zariman, N. A., Omar, N. A., & Huda, A. N. (2022). Plant attractants and rewards for pollinators: their significant to successful crop pollination. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5(2), 270-293. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.1069254>