

CONTRIBUIÇÕES DA POLINIZAÇÃO REALIZADA POR ABELHAS PARA A CULTURA DO ALGODOEIRO (*Gossypium* spp.)

Data de aceite: 02/05/2024

Fernanda Giovana Martins de Oliveira

Doutoranda em Genética e Melhoramento,
Programa de Pós-Graduação em Genética
e Melhoramento, Universidade Estadual
de Maringá.
<http://lattes.cnpq.br/9393674848220977>

Viviana Aparecida Mendes

Doutoranda em Genética e Melhoramento,
Programa de Pós-Graduação em Genética
e Melhoramento, Universidade Estadual
de Maringá.
<http://lattes.cnpq.br/1329042689537438>

Murilo Fuentes Pelloso

Professor Doutor, Departamento de
Agronomia, Universidade Estadual de
Maringá.
<http://lattes.cnpq.br/0926959399074057>

Vanessa Franciele Ramos Lara

Mestranda em Genética e Melhoramento,
Programa de Pós-Graduação em Genética
e Melhoramento, Universidade Estadual
de Maringá.
<http://lattes.cnpq.br/0320472771291146>

Fernando Teruhiko Hata

Professor Doutor, Departamento de
Agronomia, Universidade Estadual de
Maringá.
<http://lattes.cnpq.br/9498242631830029>

RESUMO: A polinização é de suma importância para o setor agrícola, onde possui um papel fundamental para a produção de alimentos. Além disso, a interação que ocorre entre as abelhas e as plantas garantiu evolutivamente o sucesso na polinização cruzada. Assim, ao longo do processo de evolução, percebeu-se a diversificação das espécies de plantas, que possibilitou novos fatores hereditários, levando ao aumento da produção de frutos e sementes. Os benefícios econômicos gerados pela polinização realizada pelas abelhas comprovam um aumento na produtividade mesmo em culturas agrícolas de plantas autógamas, como o algodão, café, soja, entre outras. Especificamente em lavouras de algodão, é comprovado o incremento em produtividade, qualidade de fibras e rentabilidade em decorrência da visitação de abelhas polinizadoras, sobretudo em sistemas agrícolas que fornecem condições ecossistêmicas naturais para a presença destes polinizadores.

PALAVRAS-CHAVE: Algodão; Economia; Polinização por Abelhas; Produção Agrícola; Serviços Ecossistêmicos.

CONTRIBUTIONS OF BEE POLLINATION TO COTTON CULTIVATION (*Gossypium* spp.)

ABSTRACT: Pollination is paramount to the agricultural sector, playing a fundamental role in food production. Furthermore, the interaction between bees and plants has evolutionarily ensured success in cross-pollination. Thus, throughout the process of evolution, the diversification of plant species has been observed, enabling new hereditary factors and leading to an increase in fruit and seed production. The economic benefits of bee-pollination demonstrate increased productivity even in self-pollinating crops such as cotton, coffee, and soybeans, among others. Specifically in cotton crops, there is proven enhancement in productivity, fiber quality, and profitability due to the visitation of pollinating bees, especially in agricultural systems that provide natural ecosystem conditions for the presence of these pollinators.

KEYWORDS: Cotton; Economy; Bee Pollination; Agricultural Production; Ecosystem Services.

1 INTRODUÇÃO

O algodoeiro é uma cultura de grande importância na economia mundial e uma das principais culturas no Brasil. Segundo dados da Conab e Embrapa (2023), no país áreas plantadas com algodão nas safras de 2022/23 equivaleram a aproximadamente 1,65 milhão de hectares, já a produção de pluma foi de 2,9 milhões de toneladas, elevação de 13,6% em relação à safra anterior.

A interação entre o genótipo ideal e elementos ambientais favoráveis é essencial para o sucesso da produção (SILVA et al., 2011), no entanto, não se deve esperar que um único cultivar possa adaptar-se a todas as regiões de cultivo no Brasil, sendo importante a identificação de cultivares mais adequadas a cada região (ARAÚJO et al., 2013).

Atualmente, estão identificadas 50 espécies de algodão do gênero *Gossypium*, distribuídas nos continentes: Ásia, África, Austrália e América (FREIRE, 2000). Seis dessas espécies são alotetraplóides ($2n = 4x = 52$) e quarenta e quatro diplóides ($2n = 2x = 26$), ressaltando que apenas quatro são cultivadas por apresentarem fibras com valor comercial, dentre as quais duas diplóides (*G. arboreum* e *G. herbaceum*) e duas alotetraplóides (*G. hirsutum* e *G. barbadense*). As espécies mais importantes cultivadas são a *G. hirsutum*, com centro de origem no México e Guatemala, e a *G. barbadense* com centro de origem no Peru e na Bolívia. O Brasil é centro de origem da espécie alotetraplóide *G. mustelinum* e centro de distribuição das espécies *G. barbadense* L., *G. barbadense* var. *brasiliensis* e *G. hirsutum* var. *marie galante* (FREIRE, 2000; STEPHENS, 1967).

Considerando que o algodão é uma espécie autógama, isto é, possui capacidade de se autopolinizar, seus grãos de pólen são relativamente grandes e viscosos, fazendo-se necessária a promoção de insetos para auxiliar em caso de polinização cruzada (PIRES et al., 2014; ESQUIVEL et al., 2020).

Além de se beneficiar da polinização cruzada, pois mesmo espécies autógamas que não dependem diretamente da atividade polinizadora para produção, sofrem ganhos

consideráveis quando visitadas por abelhas (PIRES et al., 2014). Assim como pode ser visto em estudos que avaliam o aumento da produtividade com a polinização realizada por abelhas nas culturas do café, abóbora, berinjela, canola, feijão, girassol, dentre outras (D'AVILA e MARCHINI, 2005; HIPÓLITO et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo desta revisão foi compreender a contribuição das abelhas como agente polinizador na cultura do algodoeiro (*Gossypium spp.*).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Para tanto, as bases de dados científicas PubMed, EBSCOhost, Science Direct, Scopus e Google Scholar foram utilizadas para realizar uma pesquisa bibliográfica e coletar dados para esta revisão. Foram considerados principalmente artigos completos relevantes, publicados em periódicos revisados por pares em inglês entre 2000 e 2023, mas também foram considerados trabalhos relevantes de períodos anteriores e em português.

2.2 Polinização

A grande maioria das plantas que florescem, são dependentes da polinização para que possam se reproduzir. Elas necessitam de um agente externo para transferir os grãos de pólen do órgão masculino para o órgão feminino da flor, para assim ocorrer a fecundação e a produção de frutos e sementes, garantindo a perpetuação da espécie (SILVA, 2007).

Os agentes polinizadores podem ser classificados em agentes abióticos e bióticos. Os agentes abióticos fazem uma transferência não direcional do pólen, que são espalhados de acordo com o acaso. O vento (anemofilia) e a água (hidrofilia) são exemplos de agentes abióticos (FAEGRI, VAN DER PIJL, 2013). Os bióticos, são seres vivos atraídos pela flor através do néctar, pólen, odor, cor, etc., e transferem pólen de uma flor para a outra. Este pode ser realizado por mamíferos (morcegos), pássaros, insetos (borboletas, abelhas, entre outros) e/ou artificialmente pelo homem (FAEGRI, VAN DER PIJL, 2013).

Desta maneira, estas interações bióticas mutualísticas, entre as plantas com floração e seus polinizadores, configurando peça-chave para a biodiversidade. A polinização é um processo de sua importância para propagação das espécies e, quando praticada especialmente por insetos, se torna um elemento essencial no funcionamento dos ecossistemas, assim se tornando um serviço ecossistêmico de suma importância para as cultivares. Através desta interação entre planta inseto não só a reprodução sexuada das culturas é garantida, mas também ocorre um aumento na produtividade e a preservação da variabilidade genética destas espécies.

Devido a eficiência na coleta de pólen e a ampla visitação de flores para obter alimento para as crias, a polinização realizada pelas abelhas se tornou a forma mais

importante, por atuarem como eficientes auxiliares na reprodução e preservação da vida na Terra (SILVA, 2007).

A flor do algodoeiro apresenta flores completas, monoicas, pois possuem órgão masculino (androceu) e feminino (gineceu) na mesma flor (SILVA, 2007). Nela, cerca de 50 óvulos devem ser fecundados para se ter um completo desenvolvimento das sementes, o que significa que pelo menos 50 grãos de pólen viáveis devem ser depositados no estigma da planta (MARTINS et al., 2008). Visto que a fibra do algodão é gerada ao redor das sementes do algodoeiro (CARMONA et al., 2014), a visitação das abelhas está positivamente correlacionada com a produção de algodão, aumento do peso do capulho, peso da fibra e número de sementes por capulho (PIRES et al., 2014). Além de melhores taxas de germinação e qualidade da descendência, adiantamento da colheita e menor quantidade de frutos que não se desenvolvem (MARTINS et al., 2008).

2.3 Benefícios da Polinização por Abelhas

Conforme destacado por Classen et al. (2014), cerca de 75% das plantações necessitam, até um determinado ponto, da polinização exercida por animais, e cerca de um terço se beneficia da polinização cruzada, promovendo um aumento tanto na produtividade quanto na qualidade de seus frutos. Neste contexto, a polinização realizada pelas abelhas, traz benefícios significativos para a cultura do algodão. Stein et al. (2017) evidencia que a qualidade de produção aumentou significativamente seguindo parâmetros economicamente importantes de fibra e peso da semente do algodão. Assim, com maior número de sementes intactas e maior peso de sementes por fruto, são obtidas características desejáveis, tanto do ponto de vista comercial quanto ecológico da cultura, sendo um importante indicador do sucesso reprodutivo da planta.

Neste sentido, os autores ressaltam que as sementes providas de polinização cruzada germinam mais rápido, são mais viáveis e vitais, pois a alta porção de sementes cruzadas aumenta significativamente o sucesso do cultivo da safra seguinte, diferentemente das sementes de autopolinização.

Esquivel et al. (2020) obtiveram aumento significativo no peso do algodão em caroço, entre 12,8% por planta e 24% por capulho, em flores expostas aos polinizadores nativos, indicando que o algodão se beneficiou dos serviços de polinização fornecidos pela abelha nativa *Melissodes tepaneca*.

Neste aspecto, um estudo realizado no sul do Texas por Cusser, Neff e Jha (2016), apontaram que os rendimentos das colheitas nos agroecossistemas de algodão podem ser aumentados por meio do melhor manejo dos polinizadores, em que os ganhos ao produtor, podem chegar até 18% de aumento, no peso do algodão em caroço.

Além destes autores, o estudo de Pires et al. (2014), realizado em Sinop (MT) e Remígio (PB), evidenciou a influência positiva da polinização cruzada no peso do capulho,

peso da fibra e o número de sementes em flores que receberam visitas de abelhas. Com estes resultados é possível inferir sobre o valor que a polinização das abelhas agrega para a produção de algodão. Diante disto, vale ressaltar a importância de cuidar dos polinizadores e preservar as áreas de vegetação natural próximas às áreas de cultivo, visto que estes ambientes abrigam tais polinizadores e oferecem muitos benefícios ecossistêmicos para a cultura de interesse.

2.4 Conservação dos Polinizadores

Sabe-se que existe um declínio global das abelhas polinizadoras, relatado nas últimas décadas. Culturas de floração em massa, podem sustentar populações de polinizadores generalistas, fornecendo recursos florais e outros, mas essas culturas comumente cultivadas também representam riscos para as abelhas (incluindo abelhas produtoras de mel), principalmente com relação à exposição a inseticidas (PARYS, et al., 2020). Os autores também ressaltam que as comunidades de abelhas nativas que compartilham esses habitats provavelmente estão expostas a benefícios e riscos semelhantes, tornando essencial a informação sobre a biodiversidade e a estrutura da comunidade nessas áreas.

Sendo assim, além do serviço de polinização imediato fornecido pela diversidade de polinizadores, as abelhas podem se mostrar essenciais no fornecimento contínuo de serviço de polinização estável ao longo do tempo. Desta forma, é importante que a conservação seja como complementaridade funcional em provedores de serviços ecossistêmicos móveis, mantendo a função, estabilidade e lucratividade do ecossistema diante das mudanças globais, da utilização indiscriminada de defensivo agrícolas e uso da terra (CUSSER, HADDAD, JHA, 2021).

Em pesquisa realizada por Cusser et al. (2019), conduzida em dois campos de algodão, em agroecossistemas distintos no Brasil estado de Mato Grosso e no Texas, sul dos Estados Unidos, foi possível observar que a abundância de abelhas em ambos os estados respondeu positivamente à abundância de habitats seminaturais ao redor dos locais, e o habitat seminatural, além dos recursos florais que fornece, demonstrou fornecer uma abundância de recursos de nidificação importantes para as abelhas. Os autores ainda ressaltam que trechos de habitat seminatural dentro ou adjacentes às plantações podem fornecer ninhos importantes e recursos alimentares para a maioria das abelhas.

Cusser et al. (2023) demonstrou, em um estudo realizado no sul do Texas, onde o algodão é a cultura principal, que o cultivo de conservação pode beneficiar o serviço de polinização e o rendimento das culturas sem remover as culturas da produção. Os autores estimaram que com 100% de adoção da lavoura de conservação, o município poderia produzir \$160.000 USD a mais por ano (aumento de 1,5% em relação às estimativas atuais). Em outras palavras, para cada aumento de 1% na lavoura de conservação no município, a produção de algodão aumenta em US\$ 16.000 adicionais do serviço de polinização aprimorada, em média.

Desta forma é possível observar que ao melhorar o habitat de nidificação dentro dos campos, os produtores podem aumentar a abundância de abelhas e reduzir a limitação de pólen, deixando os campos em produção ativa (CUSSER et al., 2023).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a conservação e preservação de habitats dos polinizadores ajudam a contribuir com a produção da cultura, pois embora o algodoeiro seja uma cultura autógama e de valor econômico significativo para o Brasil, ela se beneficia da polinização cruzada realizada pelas abelhas, podendo aumentar a produtividade e qualidade de suas fibras. Com isto, os produtores de algodão podem utilizar das abelhas como um recurso benéfico na polinização desta cultura gerando assim resultados significativos não só no aumento da qualidade de fibras mais também economicamente.

REFERÊNCIAS

ABRAPA- Associação Brasileira dos Produtores de algodão. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 26 de junho de 2023.

ARAÚJO, L. F., BERTINI, C. H. D. M., BLEICHER, E., NETO, F. D. C. V., & de Almeida, W. S. Características fenológicas, agrônomicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 8:448-453, 2013.

CARMONA, V. N., MACEDO, J. R. N., ROSA, D. S. Avaliação do efeito do tratamento alcalino em fibras de algodão. **Associação Brasileira de Polímeros**, 12-16, 2014.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 26 de junho de 2023.

CLASSEN, A. et al. **Os serviços ecossistêmicos complementares fornecidos por predadores de pragas e polinizadores aumentam a quantidade e a qualidade da produção do café**. Proc. R. Soc. B. 281, 20133148, Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3148> (2014). Acesso em: 23 de agosto de 2023.

CUSSER, S.; GRANDO, C.; ZUCCHI, M. I.; LÓPEZ-URIBE, M. M.; POPE, N. S.; BALLARE, K.; LUCENA, D. L.; ALMEIDA, E. A. B.; NEFF, J. L.; YOUNG, K.; JHA, S. Small but critical: semi-natural habitat fragments promote bee abundance in cotton agroecosystems across both Brazil and the United States. **Landscape ecology**, 34:1825-1836, 2019.

CUSSER, S.; HADDAD, N. M.; JHA, S. Unexpected functional complementarity from non-bee pollinators enhances cotton yield. **Agriculture, ecosystems & environment**, 314: 107415, 2021.

CUSSER, S.; JHA, S.; LONSDORF, E.; RICKETTS, T. Public and private economic benefits of adopting conservation tillage for cotton pollination. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 342:108251, 2023.

CUSSER, S.; NEFF, J. L.; JHA, S. Natural land cover drives pollinator abundance and richness, leading to reductions in pollen limitation in cotton agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 226:33-42, 2016.

ESQUIVEL, I. L.; COULSON, R. N.; BREWER, M. J. A native bee, *Melissodes tepaneca* (Hymenoptera: Apidae), benefits cotton production. **Insects**, 11:487, 2020.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **Principles of pollination ecology**. 3rd revised ed, 247p, 2013.

FREIRE, E. C. Distribuição, coleta, uso e preservação das espécies silvestres de algodão no Brasil. EMBRAPA ALGODÃO, Campina Grande, PB. 24p, 2000.

HIPÓLITO, J.; NUNES, D. O.; ÁNGEL-COCA, C.; MAHLMANN, T.; GALETTO, L.; VIANA, B. F. Performance, effectiveness, and efficiency of honey bees as pollinators of *Coffea arabica* (Gentianales, Rubiaceae). **Neotropical Entomology**, 49:501-510, 2020.

MARTINS, C. F., ZANELLA, F. C. V., DE MELO, R. R., CAMAROTTI, M. D. F. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, 12:107-117, 2008.

PARYS, K. A., ESQUIVEL, I. L., WRIGHT, K. W., GRISWOLD, T., BREWER, M. J. Native pollinators (Hymenoptera: Anthophila) in cotton grown in the gulf south, United States. **Agronomy**, 10:698, 2020.

PIRES, V. C. P., SILVEIRA, F. A., SUJII, E. R., TOREZANI, K. R., RODRIGUES, W. A., DEALBUQUERQUE, F. A., PIRES, C. S. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, 13:151-160, 2014.

SILVA, E. M. S. D. **Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente**. Tese de Doutorado, Fortaleza – CE, 2007.

SILVA, I. P. F., JUNIOR, J. F. S., ARALDI, R., TANAKA, A. A., GIROTTO, M., BOSQUE, G. G., & LIMA, F. C. C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, 10:1-10, 2011.

STEPHENS, S. G. Evolution under domestication of the new world cottons (*Gossypium* spp.). **Ciência e Cultura**, 19:118-134, 1967.