

Efeito da polinização por *Apis mellífera* na cultura de soja (*Glycine max*) cultivadas em sistema orgânico e convencional.

Felipe Borges Ribeiro, graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, ribeiroborgesfelipe@gmail.com
Josué G. Delmond, Doutor em Ciências Agrárias - Agronomia, Instituto Federal Goiano, josue.delomond@ueg.br
Wechiley Vinicius da S. A. Magalhães, graduando - Engenharia Agrícola, UEG/CET, wechileyvinicius@outlook.com
Adriana Camparine Leite, graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, adrianacamparineleite@outlook.com
Wanderson Ch. de A. Araujo, graduando - Engenharia Agrícola, UEG/CET, wanderson.chaves@senioragricola.com
Felipe Chaves de A. Araujo, graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, Felipe.29chaves@gmail.com
Matheus Pereira da Silva, graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, matheuspereira310106@gmail.com
Isabela de Arêa Leão Santana, graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, isabelashalom14@gmail.com

Resumo: A polinização entomófila, como serviço ecossistêmico, pode contribuir significativamente para a produtividade agrícola. Considerando a hipótese de que a introdução de *Apis mellifera* durante a floração da soja aumentaria a produtividade, especialmente em sistemas convencionais, este estudo avaliou cultivos orgânicos e convencionais com e sem a complementação da polinização com adição de abelha. O experimento foi conduzido em dois municípios do estado de Goiás, sendo a soja convencional cultivada em Caldas Novas e a soja orgânica em Goiatuba. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, analisando variáveis agrônomicas e produtividade. Os resultados demonstraram efeitos positivos significativos da polinização sobre a produtividade apenas no cultivo convencional, especialmente devido ao aumento no número de grãos por vagem. Esse resultado sugere que os benefícios da polinização assistida se manifestam com maior intensidade em sistemas de cultivo tecnificado, nos quais as demais condições agrônomicas já se encontram otimizadas. O trabalho evidencia o potencial da polinização como ferramenta de manejo produtivo e sustentável, contribuindo para o entendimento das interações entre sistemas de cultivo e serviços ecossistêmicos. Recomenda-se, portanto, a integração planejada de colmeias em áreas comerciais de alta produtividade como estratégia complementar ao manejo agrícola.

Palavras-chave: Abelhas; Bioinsumo; Serviços Ecossistêmicos; Produtividade.

INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos, como a polinização entomófila, desempenham um papel crucial na sustentabilidade da produção agrícola, contribuindo diretamente para a estabilidade da produção e aumentando a eficiência biológica nos cultivos, especialmente na formação de frutos e sementes (Costa & Oliveira, 2014). Segundo Vasques, Costa e Leite (2023), a polinização biótica natural se mostra mais eficiente e menos custosa do que métodos artificiais, sendo essencial para garantir maior qualidade e produtividade nos cultivos agrícolas.

A abelha *Apis mellifera* destaca-se como uma das principais espécies polinizadoras em ambientes agrícolas, devido ao seu comportamento forrageador, alta adaptabilidade e facilidade de manejo (Chiari et al., 2005). Conforme Silva (2024), a polinização por *A. mellifera* melhora significativamente a produtividade da soja (*Glycine max*), aumentando o número de grãos por vagem, o peso dos grãos e a quantidade de vagens cheias. Segundo Wolff et al. (2021), os benefícios ecológicos e econômicos da polinização por *A. mellifera* superam a produção de mel, sendo a polinização cruzada sua principal contribuição. Seu comportamento intensivo de coleta a torna uma aliada estratégica na agricultura, especialmente em culturas que demandam suporte adicional para frutificação.

Gazzoni (2017) afirma que, embora a soja seja uma planta cleistogâmica e autopolinizável, diversos estudos indicam aumento de produtividade quando ocorre a visitação por abelhas, especialmente *Apis mellifera*. A efetividade da polinização varia conforme o sistema de cultivo. Em ambientes convencionais, com menor diversidade vegetal e maior uso de insumos químicos, *A. mellifera* pode compensar a escassez de polinizadores nativos. Por outro lado, sistemas orgânicos, por favorecerem maior biodiversidade e menor uso de insumos químicos, oferecem condições equilibradas para polinizadores nativos (Valarini et al., 2005). Aizen e Harder (2009)

alertam que, apesar do aumento no número de colmeias domesticadas, esse crescimento é inferior à demanda agrícola. No caso da soja (*Glycine max*), embora seja autógama, estudos apontam que a polinização cruzada pode melhorar significativamente a produtividade (Wolff et al., 2021).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar se o uso de *Apis mellifera* como agente polinizador durante o florescimento da soja (*Glycine max*), em áreas comerciais, de cultivo orgânico e convencional, influenciou a produtividade da cultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas duas áreas de amostragem: uma área de plantio convencional em Caldas Novas – GO, (Fazenda Serrana, coordenadas disponíveis), e uma área de plantio orgânico em Goiatuba – GO, também com coordenadas registradas, onde foram recolhidas as amostras de soja do grupo tratamento (com colmeias) e do grupo controle (sem colmeias) de cada cidade. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Goiás, campus central Anápolis – GO, onde foram analisadas as variáveis: Altura Média de Plantas (AP, cm); Número de Plantas por metro (NP, plantas.m⁻¹); Número médio de vagens por planta (NVP, plantas.m⁻¹); Número médio de grãos por vagem (NGV, plantas.m⁻¹); Produtividade (Prod, sacas.ha⁻¹).

Na área de Caldas Novas – GO (sistema convencional), a área total com tratamento foi de 32 ha, sendo 5 ha destinados à amostragem, com 8 pontos definidos e espaçamento de 80 metros entre eles. As colmeias estavam distribuídas a cada 250 m. A área controle, sem colmeias, somou 28,17 ha, com 4 ha de área amostral, também com 8 pontos e espaçamento de 80 metros. A distância entre os blocos tratamento e controle foi de 800 metros, e a distância mínima entre colmeias e a área controle foi de 1000 metros.

Na área de Goiatuba – GO (sistema orgânico), o tratamento foi conduzido em uma área total de 16,74 ha, com 7,917 ha de área amostral, distribuída em 8 pontos com espaçamento de 120 metros. A distância entre colmeias foi de 120 metros. A área controle compreendeu 17,67 ha no total, com 6 ha de área amostral, também organizada em 8 pontos com espaçamento de 120 metros. A distância entre os blocos controle e tratamento foi de 250 metros, e a distância entre colmeias e a área controle foi de 500 metros.

Não havia reservas ou fragmentos de vegetação nativa próximos às áreas de cultivo em nenhuma das localidades. As colmeias utilizadas foram fornecidas pela empresa Agrobbee, parceira do projeto, e permaneceram nas lavouras durante 15 dias no período de floração.

A variedade de soja utilizada foi a mesma nos dois locais, cultivada sob manejo agrícola tecnificado, com práticas de solo, irrigação e controle fitossanitário adequadas. O relevo é plano, típico do Cerrado goiano.

O delineamento experimental adotado foi fatorial duplo em parcelas subdivididas (split-plot), com aplicação fatorial 2x2 e oito repetições. O fator da parcela principal foi tipo de cultivo (Soja orgânica vs. Soja convencional), e o fator da subparcela foi a presença de polinização (tratamento vs. controle). As unidades experimentais foram delimitadas em áreas de cultivo definidas, com avaliação dentro de faixas centrais para evitar efeito de bordadura.

A análise estatística foi executada por meio da análise de variância (ANOVA), considerando os níveis hierárquicos do delineamento. Observada a diferença com significância ($p < 0,05$), foram comparadas as médias pelo teste de Tukey (HSD), ao nível de 5% de probabilidade, para se identificar quais fatores apresentam diferenças estatísticas relevantes.

Na Tabela 2, observa-se que não houve variação significativa na altura da planta com o efeito do tratamento. Analisado pelas letras maiúsculas, não há variação no efeito do tratamento; no entanto, entre a área orgânica e convencional, tanto na área quanto no tratamento, observou-se maior altura de planta.

No que se refere ao número de plantas (NP), também não foi observada variação significativa entre controle e tratamento, tanto na área orgânica quanto na convencional. Quando se observa a condição da área, notou-se um maior número de plantas na área orgânica em comparação à convencional.

Para o número de grãos por vagem (NGV), a polinização não gerou efeitos significativos na área orgânica, nem na convencional. Contudo, dentro do grupo tratamento, o cultivo convencional apresentou maior número de grãos por vagem do que o cultivo orgânico. No grupo área, não se observaram diferenças expressivas.

Com relação à produtividade, o tratamento não promoveu mudanças relevantes na área orgânica. Entretanto, na área convencional, a presença do tratamento resultou em maior produtividade em comparação ao controle. Quando comparadas as áreas com tratamento, a soja convencional foi mais produtiva do que a orgânica. Já na área, ambas as áreas apresentaram produtividades semelhantes.

DISCUSSÃO

A polinização entomófila é considerada um serviço ecossistêmico essencial para a agricultura, mesmo em culturas predominantemente autógamas, como a soja (*Glycine max*) (Costa & Oliveira, 2014; Giannini et al., 2016). Embora a planta tenha capacidade de autopolinização, estudos mostram que a presença de abelhas pode aumentar a eficiência reprodutiva, resultando em maior formação de grãos e, conseqüentemente, em elevação da produtividade (Chiari et al., 2005; Silva, 2024).

No estudo, não foram observadas diferenças estatísticas relevantes para altura de plantas (AP) e número de plantas por metro (NP) em função da presença ou ausência da polinização (Tabela 1). Esses resultados foram estudados, para assim identificar, se os índices agrônômicos estavam sendo influenciados pela complementação da polinização com adição de abelhas, por características da implantação da cultura, ou por outros fatores não observados. Considerando que foi utilizada a mesma variedade de soja em ambas as áreas, a menor altura observada no sistema orgânico pode ser atribuída a estresses fisiológicos ocasionados pelo manejo sem defensivos, o que leva a um aumento na produção de metabólitos secundários como mecanismo de defesa, redirecionando energia que seria utilizada no crescimento vegetativo (Valarini et al., 2005; Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2016).

Entre os componentes de produção, o número de grãos por vagem (NGV) foi uma das variáveis que respondeu positivamente ao tratamento com polinização assistida, especialmente na área de cultivo convencional. A presença de *Apis mellifera* favoreceu a fecundação cruzada de flores que, de outro modo, poderiam não resultar em sementes viáveis. Esse efeito está alinhado com o que foi relatado por Chiari et al. (2005), que destacam o papel das abelhas na promoção da variabilidade genética e no aumento da eficiência reprodutiva da soja.

Quanto à produtividade, observou-se que o tratamento com polinização proporcionou resultados superiores apenas na área convencional, indicando que os benefícios da presença de abelhas estão diretamente associados a ambientes com maior investimento agrônômico e potencial produtivo. De fato, quando o sistema é bem manejado, com adubação, preparo do solo e tratamentos culturais adequados, as abelhas atuam como fator complementar, potencializando a expressão máxima da cultura (Gazzoni, 2017; Silva, 2024). Segundo Wolff et al. (2021), a principal contribuição das abelhas vai além da produção de mel, sendo a polinização cruzada um dos serviços ecológicos mais valiosos para a agricultura familiar e comercial.

Já na área orgânica, onde se observou menor resposta ao tratamento, a ausência de diferenças significativas pode ser explicada pela limitação de outros fatores agrônômicos, como o controle de pragas e a menor disponibilidade nutricional, os quais restringem o pleno aproveitamento do

serviço de polinização. Assim, os benefícios da polinização assistida por *Apis mellifera* tendem a ser mais evidentes em contextos onde as demais variáveis de manejo já estão otimizadas (Aizen & Harder, 2009; Vasques, Costa & Leite, 2023).

Portanto, a inserção planejada de polinizadores em áreas comerciais pode representar uma estratégia eficiente para o aumento da produtividade da soja, especialmente quando associada a práticas agrícolas sustentáveis. Valorizar esse serviço natural é essencial frente à crescente demanda por alimentos e às limitações dos modelos convencionais de produção (Costa & Oliveira, 2014).

CONCLUSÕES

A complementação da polinização com adição de abelha (*Apis mellifera*) durante a floração da soja demonstrou aumento de produtividade no manejo convencional, reforçando a importância da polinização para culturas ainda que sejam autógamas. Os resultados contribuem para o entendimento das interações entre sistemas de cultivo e serviços ecossistêmicos, abrindo espaço para novas estratégias de intensificação sustentável. O estudo reafirma a necessidade de integrar práticas apícolas ao planejamento agrícola e aponta para futuras investigações sobre polinizadores nativos em contextos orgânicos.

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. *The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination*. Current Biology, v. 19, n. 11, p. 915–918, 2009.
- COSTA, C. C. de A.; OLIVEIRA, F. L. de. *Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura*. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9, n. 1, p. 34–45, 2014.
- CHIARI, W. C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; COSTA-MAIA, F. M. *Pollination of soybean (Glycine max L. Merrill) by honeybees (Apis mellifera L.)*. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 48, n. 1, p. 31–36, 2005.
- FARIAS, F. F. M. *Identificação e manejo de abelhas nativas para a polinização do mirtilo (Vaccinium corymbosum) em ambiente protegido nas condições tropicais do nordeste brasileiro*. 2022.
- GAZZONI, D. L. (2017). *Soja e Abelhas*. Brasília: Embrapa.
- GIANNINI, T. C. et al. Importância das abelhas para a agricultura. In: DIAS, B. S. F. et al. *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. Brasília: MMA, 2016. p. 91–104.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. In: ARAÚJO, R. M. (org.). *Código Florestal e biodiversidade: implicações da nova lei na conservação dos recursos naturais*. São Paulo: Fundação Grupo Boticário, 2016. p. 127–141.
- NOGUEIRA-COUTO, R. H. *Apicultura: manejo e produtos*. Lavras: UFLA, 1998.
- SILVA, Louis Layne Soares da. *Efeitos da Polinização por abelhas Apis mellifera na cultura da soja no Brasil: uma revisão de literatura*. 2024. 43p Revisão de Literatura (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal Goiano – Campus Hidrolândia, GO, 2024.
- VASQUES, A. G. E. B. C.; COSTA, K. M.; LEITE, A. V. (2023). *A importância da polinização biótica em cultivos agrícolas no Brasil*. Diversitas Journal, 8(1), 83–102. DOI: 10.48017/dj.v8i1.2342.
- VALARINI, P. J. et al. *Agricultura orgânica: impactos ambientais, sociais e econômicos*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005.
- WOLFF, L. F.; REIS, V. D. A. dos; SANTOS, R. S. S. dos. *Abelhas melíferas: bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica*. In: DIAS, B. S. F. et al. *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. Brasília: MMA, 2021. p. 117–123.