

POLINIZAÇÃO POR *APIS MELLIFERA* NA CULTURA DA SOJA (*GLYCINE MAX*): UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS AGRÍCOLAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO

FELIPE BORGES RIBEIRO¹, JOSUÉ GOMES DELMOND², DIEGO MOURE OLIVEIRA³, JOYCE MAYARA VOLPINI ALMEIDA DIAS⁴, FELIPE CHAVES DE ALMEIDA ARAUJO⁵

¹Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Br 153, N° 3105 - Campus Henrique Santillo, 75132400, Anápolis, Goiás, Brasil. <https://orcid.org/0009-0009-3982-828X>, ribeiroborgesfelipe@gmail.com.

²DSc em Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Br 153, N° 3105 - Campus Henrique Santillo, 75132400, Anápolis, Goiás, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-1099-9204>, josue.delmond@ueg.br.

³DSc em Entomologia, Coordenador técnico, Agrobée, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil <https://orcid.org/0000-0003-4266-0501>.

⁴DSc em Entomologia, Coordenadora técnica, Agrobée, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-1916-5887>.

⁵Graduando, Depto. de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Br 153, N° 3105 - Campus Henrique Santillo, 75132400, Anápolis, Goiás, Brasil. <https://orcid.org/0009-0002-2124-4410>.

RESUMO: A soja (*Glycine max*) é uma cultura com característica predominante autógama, no entanto, ainda existe um potencial produtivo na cultura que pode ser explorado com polinização entomófila. O objetivo deste trabalho é demonstrar o efeito da polinização assistida por colmeias de abelhas *Apis mellifera* sobre os índices de produtividade da soja, como estratégia de manejo, apresentando um serviço ecossistêmico como ferramenta de baixo custo e ampla aplicabilidade. O experimento foi conduzido em áreas comerciais com cultivo de soja nos municípios: Caldas Novas – GO (cultivo convencional), Goiatuba – GO (cultivo orgânico). Foi adotado um delineamento experimento fatorial 2x2, com tratamento polinização assistida (com adição de colmeias) e controle (sem adição de colmeias), em cultivo de soja convencional e orgânica. A polinização assistida promoveu aumento na produtividade em área convencional, tendo como principal fator o incremento e a uniformidade no número de grãos por vagem, sendo assim, pode-se dizer que o efeito da polinização assistida é potencializado quando outras variáveis de manejo são otimizadas, como no cultivo convencional tecnificado.

Palavras-chave: abelhas, produtividade, manejo sustentável.

POLLINATION BY *APIS MELLIFERA* IN SOYBEAN (*GLYCINE MAX*) CULTIVATION: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL AND ORGANIC FARMING SYSTEMS

ABSTRACT: Soybean (*Glycine max*) is predominantly a self-pollinating crop; however, there remains untapped yield potential that can be enhanced through entomophilous pollination. This study aimed to evaluate the effect of assisted pollination, using *Apis mellifera* hives, on soybean yield components as a management strategy, highlighting its potential as a low-cost and widely applicable ecosystem service. The experiment was conducted in commercial soybean fields located in Caldas Novas, GO (conventional system) and Goiatuba, GO (organic system), Brazil. A 2×2 factorial design was adopted, comparing treatments with and without hive addition in both cultivation systems. In conventional soybean fields, *A. mellifera* presence increased yield, primarily by improving the number and uniformity of grains per pod. Results indicate that the benefits of assisted pollination are maximized when combined with optimized management practices, as observed in technologically advanced conventional systems.

Keywords: bees; productivity; sustainable management.

Recebido em 05/11/2025 e aprovado para publicação em 10/12/2025

DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2025v40p106-111>

1 INTRODUÇÃO

Para que um sistema econômico seja considerado eficiente, é preciso produzir o máximo possível ao menor custo com máxima eficiência técnica (Rodrigues, 2002). Segundo Costa e Oliveira (2014), a polinização entomófila desempenha um papel crucial na sustentabilidade da produção agrícola, contribui diretamente para a estabilidade da produção, aumentando a eficiência biológica dos cultivos, especialmente na formação de frutos e sementes, validando assim os serviços ecossistêmicos como uma tecnologia necessária. Outros autores, como Vasques, Costa e Leite (2023), afirmam que métodos artificiais (realizada pelo ser humano, e não por agentes naturais) se tornam mais difíceis diante da polinização biótica natural, que garante maior qualidade produtiva nos cultivos agrícolas.

As abelhas *Apis mellifera* destacam-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, Reis e Santos (2021), os benefícios ecológicos e econômicos da polinização por *A. mellifera* superam a produção de mel, sendo a polinização cruzada sua principal contribuição.

Gazzoni (2017) afirma que, embora a soja seja uma planta cleistogâmica, cujas flores podem realizar a fecundação antes mesmo da abertura floral, e autopolinizável, ou seja, capaz de realizar a polinização utilizando o próprio pólen, sem ação de agentes externos, diversos estudos indicam aumento de produtividade quando ocorre a visitação por abelhas, especialmente *A. mellifera*.

Segundo Moura *et al.* (2022) a efetividade da polinização varia conforma o

sistema de cultivo, em ambientes convencionais, com menor diversidade de polinizadores nativos, já nos sistemas orgânicos, por favorecerem maior biodiversidade e a não utilização de insumos químicos, oferecem condições equilibradas aos polinizadores nativos.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar o efeito da polinização assistida (introdução de colmeias de abelhas *Apis mellifera*) sobre os índices de produtividade da soja, como estratégia de manejo, apresentando um serviço ecossistêmico como ferramenta de baixo custo e ampla aplicabilidade em cultivo de soja convencional e orgânica.

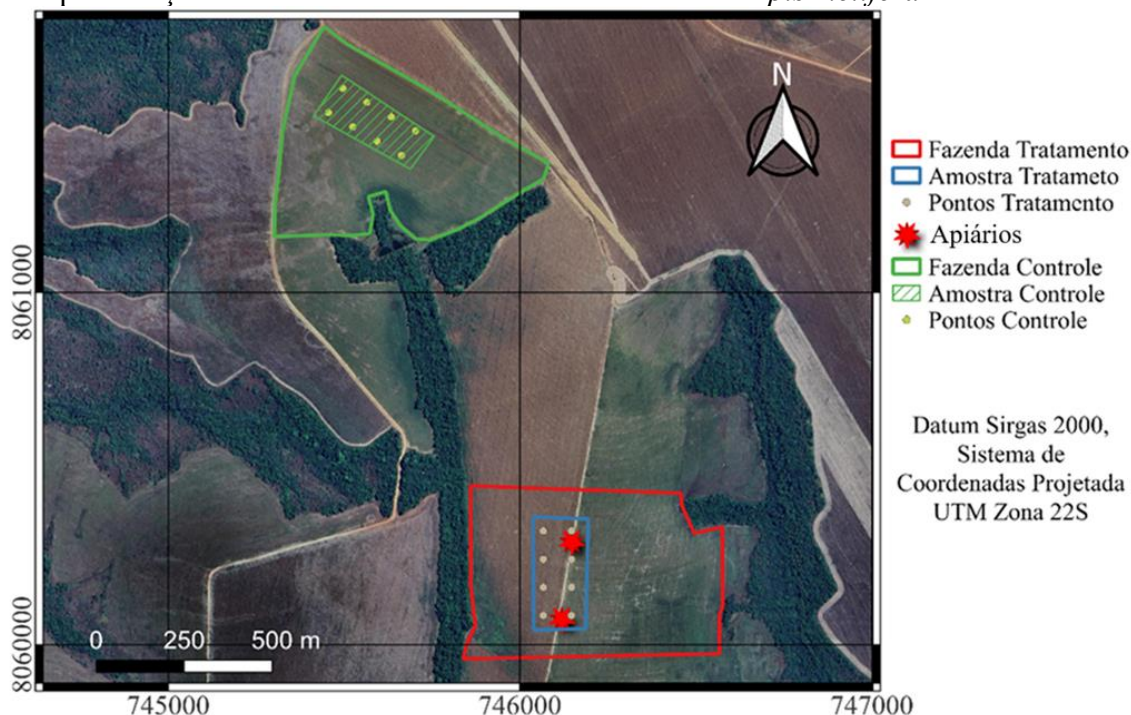
2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas áreas com cultivo de soja: plantio convencional em Caldas Novas – GO, plantio orgânico em Goiatuba – GO. A variedade de soja utilizada foi a mesma nos dois locais, cultivada sob manejo agrícola, com práticas de solo e controle fitossanitário adequadas. O relevo é plano, típico do Cerrado goiano.

As colmeias de abelhas *A. mellifera* padrão Langstroth, foram introduzidas em pontos específicos na lavoura entre os estágios V5 e V6 de desenvolvimento da soja. Para a lavoura de Caldas Novas/GO, foram instaladas 306 colmeias, distribuídas em dois apiários, e para a lavoura de Goiatuba/GO foram instaladas 90 colmeias, distribuídas em três apiários. Os apiários estavam a uma distância de 250 metros entre si, em ambas as áreas. As colmeias permaneceram nas áreas por 20 dias.

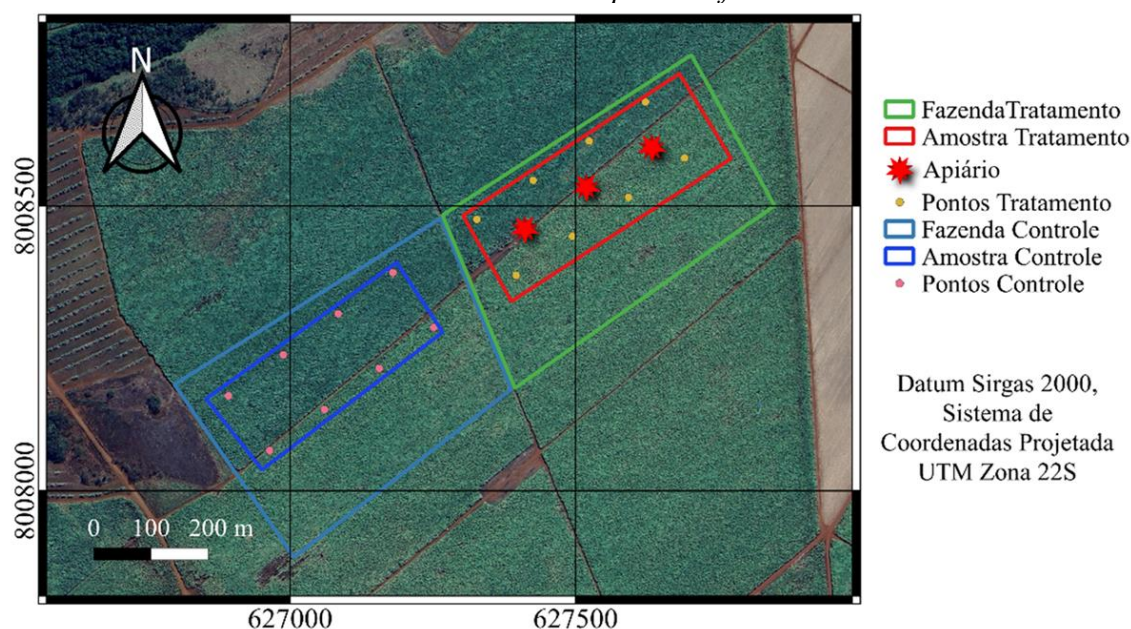
Para as duas lavouras, foi delimitada uma faixa central de 5 ha para a amostragem, com 8 pontos previamente definidos e espaçamento entre si a cada 80 m. A distância entre os blocos tratamento e controle foi de 800 metros, e a distância mínima entre colmeias e a área controle foi de 1000 metros (Figuras 1 e 2). As plantas de soja foram coletadas e armazenadas em sacos de nylon, com identificação por ponto amostral.

Figura 1. Área comercial de produção de soja convencional, localizada no Município de Caldas Novas, Goiás, com identificação das áreas de implementação do experimento de polinização assistida com uso de colmeias de abelhas *Apis mellifera*.



Fonte: Autor (2024)

Figura 2. Área comercial de produção de soja orgânica, localizada no Município de Goiatuba-Goiás, com identificação das áreas de implementação do experimento polinização assistida com uso de colmeias de abelhas *Apis mellifera*.



Fonte: Autor (2024)

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Goiás, Campus Central Anápolis – GO, onde foram analisadas as variáveis: produtividade (PROD, sac.ha⁻¹),

número de plantas (NP, plantas.m⁻¹), altura de plantas (AP, m), número de vagem por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV).

O delineamento experimental adotado foi fatorial em parcelas subdivididas, 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).

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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que a presença da polinização assistida influenciou significativamente as variáveis altura de plantas

(AP, m), número de grãos por vagem (NGV) e produtividade (PROD, sac.ha⁻¹). Além disso, a interação entre os fatores tipo de cultivo e presença de polinização assistida apresentou efeito significativo sobre as variáveis produtividade (PROD, sac.ha⁻¹), número de plantas (NP, plantas.m⁻¹), altura de plantas (AP, m) e número de grãos por vagem (NGV). Em contrapartida, o número de vagens por planta (NVP) não apresentou significância em nenhuma das situações avaliadas. Esse resultado pode estar relacionado ao caráter autógamo da soja, uma vez que a formação de vagens tende a ocorrer independentemente da polinização cruzada, tornando essa variável menos sensível aos efeitos da polinização assistida, os quais podem ser mais expressivos em outras características agrônomicas (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Quadrados médios para experimento de polinização por *Apis mellifera* na cultura da soja (Trat, com e sem a polinização assistida) nos sistemas de cultivo convencional e orgânico (CUL), em que foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP, m), número de plantas (NP, plantas.m⁻¹), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV) e a produtividade (PROD, sac.ha⁻¹). Em que, números seguidos de * apresentam significância pelo teste F a 5% de probabilidade.

		AP	NP	NVP	NGV	PROD
F.V	G.L	Q.M				
REP	7	53.429	5.188	239.281	0.003	16.310
CUL	1	6188.281	41.041	202.155	0.118	3750.646
Erro 1	1	6188.281	41.041	202.155	0.118	3750.646
Trat	1	55.651*	0.130	521.725	0.013*	1850.448*
CUL*Trat	1	3.781*	19.876*	47.848	0.030*	765.382*
Erro 2	20	-247.72	3.541	179.713	0.002	-47.902
Total:	31					

Fonte: Autor (2024)

Tabela 2. Médias dos parâmetros agrônomicos produtividade (PROD), número de plantas (NP), altura de plantas (AP) e número de grãos por vagem (NGV) em função do tipo de cultivo de soja (orgânica - SO e convencional - SC) e da presença ou ausência do tratamento (polinização assistida). Letras iguais, minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Var	PROD		NP		AP		NGV	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
SO	57,8Ab	52,3Ab	13,4Aab	15,1Aa	81,0Ab	79,0Ab	2,5Ab	2,6Aab
SC	89,2Aa	64,2Bb	12,7Aab	11,3Ab	109,5Aa	106,1Aa	2,7Aa	2,7Ab

Fonte: Autor (2024)

A produtividade não apresentou diferenças significativas na área de cultivo orgânico. Entretanto, na área de cultivo convencional, a presença do tratamento resultou em maior produtividade quando comparada ao tratamento controle. Ao comparar as áreas submetidas ao tratamento, a soja cultivada em sistema convencional apresentou maior produtividade em relação à cultivada em sistema orgânico. Por outro lado, no tratamento controle, ambas as áreas apresentaram produtividades semelhantes.

Entre os componentes de produção, o número de grãos por vagem (NGV) foi uma das variáveis que apresentou variação significativa ao tratamento com polinização assistida, especialmente na área de cultivo convencional. A presença de *A. 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 (Tabela 2), 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 agrônomico 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; Gazzoni; Barateiro; Santos, 2022; Silva, 2024). Segundo Wolff, Reis e Santos (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 não se evidencia resposta ao tratamento, a ausência de diferenças significativas pode ser explicada pela limitação de outros fatores agrônomicos, 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 *A. mellifera* tendem a ser mais evidentes em contextos em que 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).

4 CONCLUSÕES

Os resultados mostram que a presença de colmeias de abelhas *A. mellifera* promove aumento na produtividade em área convencional, tendo como principal fator o incremento e a uniformidade no número de grãos por vagem, demonstrando a importância da polinização mesmo em plantas autógamas.

O trabalho realizado demonstrou que o efeito da polinização assistida é potencializado quando outras variáveis de manejo são otimizadas, como no cultivo convencional tecnificado, boas práticas na utilização dos solos, além de boas decisões agronômicas, assim concluem – se que a implementação de colmeias representa uma prática eficiente e sustentável, especialmente em lavouras com alto potencial produtivo.

A necessidade de integrar a polinização assistida ao planejamento agrícola, como uma prática sustentável e de aumento de produtividade, para assim entendermos melhor as interações entre sistemas de cultivo e sistemas ecossistêmicos.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Universidade Estadual de Goiás – UEG pelo grande apoio oferecido, e a empresa AGROBEE pela parceira neste trabalho tão empolgante.

6 REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination, **Current Biology**, Volume 19, Issue 11, Pages 915-918, 2009, ISSN 0960-9822, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>.
- COSTA, C. C. de A.; OLIVEIRA, F. L. de. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, 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**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005.
- GAZZONI, D. L. **Soja e Abelhas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- GAZZONI, D. L.; BARATEIRO, J. V. G. R. P.; SANTOS, P. R. Supplemental bee pollination effect on the productivity of soybean grown in a low yield potential condition. *Journal of Apicultural Research*, 2022. DOI: 10.1080/00218839.2022.2047264.
- MOURA, D. A; SOARES, J. P. G; REIS, S. A; FARIAS, L. F. Agricultura orgânica: impactos ambientais, sociais, econômicos e na saúde humana. **Colóquio – Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, v. 19, n. 1, p. 215-235, jan./mar. 2022.
- RODRIGUES, W. **Tecnologias agrícolas sustentáveis no Cerrado**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional; Anápolis: Universidade Estadual de Goiás, 2002. (Coleção Centro-Oeste de Estudos e Pesquisas, 13).
- SILVA, L. L. S. da. **Efeitos da Polinização por abelhas *Apis mellifera* na cultura da soja no Brasil: uma revisão de literatura**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal Goiano, Hidrolândia, 2024.
- VASQUES, A. G. E. B. C.; COSTA, K. M.; LEITE, A. V. A importância da polinização biótica em cultivos agrícolas no Brasil. **Diversitas Journal**, Maceió, v. 8, n. 1, p. 83-102, 2023. DOI: 10.48017/dj.v8i1.2342. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2342. Acesso em: 6 mar. 2026.
- 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, DF: MMA, 2021. p. 117-123.