

POLINIZAÇÃO POR APIS MELÍFERA NA CULTURA DA SOJA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS AGRÍCOLAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Felipe Borges Ribeiro¹, Josué Gomes Delmond², Diego Moure Oliveira³, Joyce Mayara Volpini Almeida Dias⁴, Adriana Camparine Leite⁵, Felipe Chaves de Almeida Araujo⁵

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 (colmeias de *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 nos municípios: Caldas Novas – GO (cultivo convencional), Goiatuba – GO (cultivo orgânico). Foi adotado um delineamento experimento fatorial 2x2, com tratamento (com adição de colmeias) e controle (sem adição de colmeias), em cultivo de soja convencional e orgânica. A presença de *Apis mellifera* promove aumento na produtividade em área convencional, tendo como principal fator o incremento e a uniformidade no número de grãos por vagem. O experimento demonstra 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.

¹ Graduando, Engenharia Agrícola, UEG, CEP 74915350, Aparecida de Goiânia, GO, Fone (62) 982334303, e-mail: ribeiroborgesfelipe@gmail.com.

² Prof. Doutor em Ciências Agrárias, Depto de Engenharia Agrícola, UEG, Anápolis, GO.

³ Doutor em Entomologia, Coordenador técnico, AgroBee, Ribeirão Preto, SP.

⁴ Doutora em Entomologia, Coordenadora técnica, AgroBee, Ribeirão Preto, SP.

⁵ Graduando, Engenharia Agrícola, UEG, Anápolis, GO.

POLLINATION BY *APIS MELLIFERA* IN SOYBEAN 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 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.

INTRODUÇÃO

Para que um sistema econômico seja considerado eficiente, é preciso produzir o máximo possível ao menor custo com máxima eficiência técnica, segundo Rodrigues (2002). Segundo Costa & Oliveira (2014), a polinização entomófila desempenha um papel crucial na sustentabilidade da produção agrícola, contribuindo 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 et al. (2023), afirmam que métodos artificiais se tornam mais difíceis diante da polinização biótica natural, que garante maior qualidade produtiva 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.

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*. Segundo Valarini et al., 2005 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 é demonstrar o efeito da polinização assistida (colmeias de *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.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em duas áreas: plantio convencional em Caldas Novas – GO (Figura 1), plantio orgânico em Goiatuba – GO (Figura 2), onde foram recolhidas as amostras de soja do grupo tratamento (com colmeias) e do grupo controle (sem colmeias). 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).

Em ambas as áreas, foi delimitada uma faixa central de 5 ha para a amostragem, com 8 pontos previamente definidos e espaçamento entre si a cada 80 m. As colmeias estavam distribuídas a cada 250 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.

As colmeias foram instaladas entre os estágios V5 e V6 de desenvolvimento da soja, foram instaladas 306 colmeias ao longo de cinco locais, permaneceram na área 20 dias.

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 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.

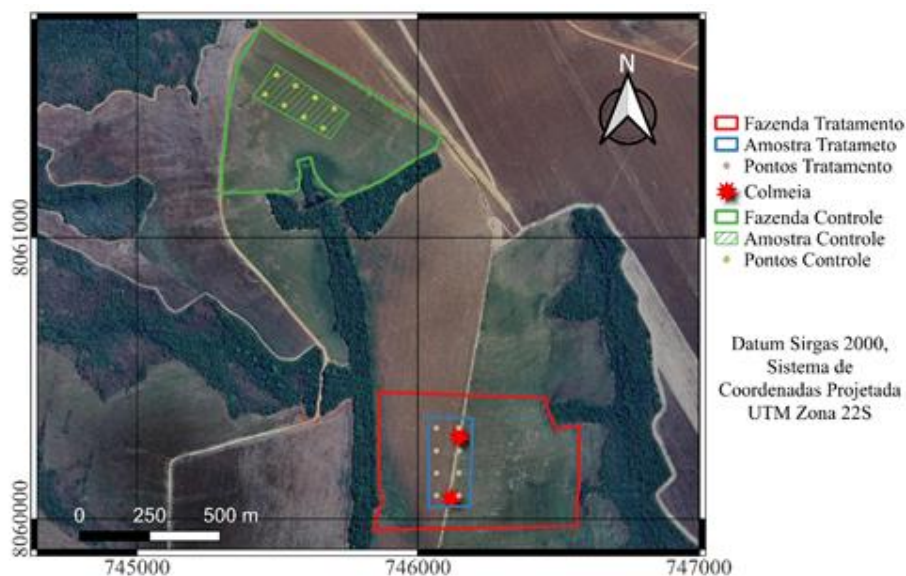


Figura 1. Área comercial de produção de soja convencional, localizada no Município de Caldas Novas, Goiás, com identificação das áreas de implementação do experimento de polinização com uso de abelhas.

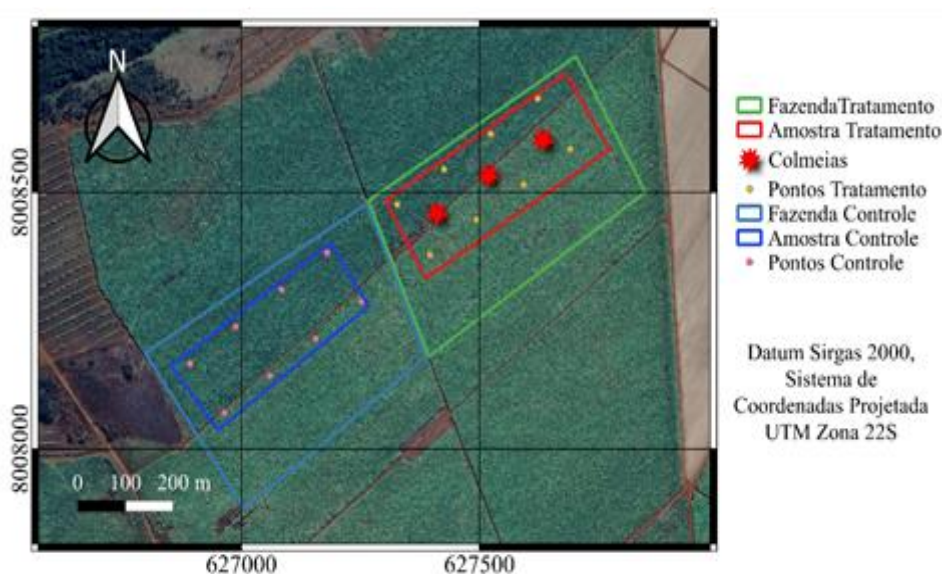


Figura 2. Área comercial de produção de soja orgânica, localizada no Município de Goiatuba-Goiás, com identificação das áreas de implementação do experimento de polinização com uso de abelhas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que quando a presença de polinização assistida variaram os fatores com significância: altura de plantas (AP, m), número de grãos por vagem (NGV), produtividade (PROD, sac.ha⁻¹), a interação entre os fatores tipo de cultivo e presença de polinização assistida variaram significativamente os fatores: produtividade (PROD, sac.ha⁻¹), número de plantas (NP, plantas.m⁻¹), altura de plantas (AP, m) e número de grãos por vagem (NGV). Já o fator número de vagem por planta (NVP), não tem significância em nenhum dos casos, por conta da soja ser autógama esse fator por vez pode se tornar obsoleto pelo fato de todos as flores se tornarem vagens, e os efeitos da polinização assistida seja expressivo em outras variáveis.

Tabela 1 – Quadrados médios, *significativo 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					

Tabela 2 – Médias dos parâmetros agrônômicos 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 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	57,77A b	52,35A b	13,41Aa b	15,11A a	80,97Ab	79,02Ab	2,52Ab	2,62Aab
SC	89,21A a	64,22B b	12,72Aa b	11,27A b	109,47Aa	106,15Aa	2,70Aa	2,68Ab

Letras minúsculas comparam os tratamentos na linha (horizontal) e letras maiúsculas comparam as cultivares na coluna (vertical).

A produtividade 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 no controle, ambas as áreas apresentaram produtividades semelhantes.

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 agrônomico e potencial produtivo. De fato, quando o sistema é bem manejado, com adubação, preparo do solo e tratos 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 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 *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

Os resultados mostram que a presença de *Apis 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.

No sistema orgânico, não se observou diferenças significativas entre áreas. Podendo ser causado por diversos fatores, mas principalmente por ser uma área onde sofre influência maior

de polinizadores externos e predadores por conta de ter diversidade de cultivo maior em suas proximidades.

O experimento demonstra 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.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

GAZZONI, D. L. (2017). Soja e Abelhas. Brasília: Embrapa. Rodrigues, Waldecy; **Tecnologias agrícolas sustentáveis no Cerrado** / Waldecy Rodrigues – Brasília: Ministério da Integração nacional: Universidade Estadual de Goiás, 2002. 86p. (Coleção centro – Oeste de estudos e Pesquisas, 13)

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.