

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA (INBIO)

PEDRO FERNANDES DE FREITAS PITELLI

Visitantes florais e sua eficiência na polinização de *Solanum lycopersicum* var.
cerasiforme em sistema agroflorestal

Uberlândia
2026

PEDRO FERNANDES DE FREITAS PITELLI

Visitantes florais e sua eficiência na polinização de *Solanum lycopersicum* var.
cerasiforme em sistema agroflorestal.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do grau de
licenciatura em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda
Helena Nogueira Ferreira

Coorientadora: Profa. Dra. Camila
Nonato Junqueira

Uberlândia

Março/2026

PEDRO FERNANDES DE FREITAS PITELLI

Visitantes florais e sua eficiência na polinização de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*
em sistema agroflorestal

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do grau de
licenciatura em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Uberlândia, 20 de março de 2026

Banca Examinadora:

Profª. Dra. Solange Cristina Augusto
Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Dra. Bárbara Matos da Cunha Guimarães
Programa de pós graduação em Ecologia de Biomas Tropicais - Universidade Federal
de Ouro Preto (UFOP)

Profª. Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira
Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Profª. Dra. Camila Nonato Junqueira
Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia (ESTES/UFU)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à Profa. Dra. Fernanda Nogueira Ferreira, pela orientação dedicada ao longo deste trabalho. Sua disponibilidade, paciência e constante incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também pela confiança, pelos ensinamentos compartilhados e pelo apoio em todos os momentos do processo, que contribuíram não apenas para a realização deste estudo, mas também para minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço igualmente à Profa. Dra. Camila Nonato Junqueira, coorientadora deste trabalho, pela valiosa colaboração, pelas contribuições técnicas e pelas discussões que enriqueceram significativamente esta pesquisa. Sua atenção, disponibilidade e apoio foram essenciais durante as diferentes etapas do trabalho.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pela formação acadêmica e pela oportunidade de desenvolver este trabalho, bem como ao Instituto de Biologia (INBIO) pelo suporte, estrutura, corpo docente e técnicos administrativos. A contribuição dessas instituições foi fundamental para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso e para minha formação.

Agradeço também a todos os colegas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. A colaboração, a troca de conhecimentos e o companheirismo durante as etapas de pesquisa foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

Registro ainda meu agradecimento especial ao José Rubens e à Duda, do Sítio Videira, por toda a receptividade e apoio ao longo do período de realização da pesquisa. Agradeço também pela disposição em colaborar para que este trabalho pudesse ser realizado da melhor forma possível.

Agradeço à minha namorada, Maria Laura que me incentivou, inspirou e apoiou durante o processo e por me transformar na minha melhor versão.

Por fim, agradeço profundamente aos meus pais e ao meu irmão pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e por acreditarem em mim em todos os momentos da minha trajetória. Sem o suporte, a confiança e o carinho de vocês, a realização deste trabalho e a conclusão desta etapa não seriam possíveis.

RESUMO

Este trabalho avaliou a comunidade de visitantes florais e a eficiência da polinização na cultura do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) cultivado em sistema agroflorestal no município de Uberlândia, Minas Gerais. A polinização biótica é um processo ecológico fundamental para a produção agrícola, influenciando diretamente a produtividade e a qualidade dos frutos em diversas culturas. O estudo teve como objetivo identificar as espécies de abelhas visitantes, caracterizar sua interação com o cultivo e verificar a influência da polinização biótica sobre a qualidade dos frutos. O método consistiu no levantamento prévio dos visitantes florais por meio de observações sistemáticas em campo e na condução de um experimento com três tratamentos de polinização: autopolinização, polinização aberta e visitação única. Foram analisados parâmetros físicos e químicos dos frutos, incluindo comprimento, massa, número de sementes e teor de sólidos solúveis, com aplicação de ANOVA ou test-t para comparação entre tratamentos e espécies visitantes. Os resultados indicaram elevada diversidade de abelhas no sistema agroflorestal, com destaque para *Paratrigona lineata* e *Exomalopsis* sp. A polinização mediada por visitantes florais promoveu aumento significativo no número de sementes e influenciou o comprimento longitudinal dos frutos quando comparada à autopolinização. Não foram observadas diferenças significativas entre as espécies avaliadas quanto à eficiência polinizadora sob visitação única, indicando desempenho semelhante na formação dos frutos. Concluiu-se que, embora o tomateiro apresente capacidade de autopolinização, a atuação de polinizadores nativos contribui de forma relevante para o sucesso reprodutivo e para a qualidade dos frutos em sistemas agroflorestais, reforçando a importância da conservação da diversidade de abelhas como estratégia para a sustentabilidade da produção agrícola.

Palavras-chave: produção de frutos; abelhas nativas; tomate cereja; agrofloresta; serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

This study evaluated the community of floral visitors and the efficiency of pollination in cherry tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) grown in an agroforestry system in the municipality of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. Biotic pollination is a fundamental ecological process for agricultural production, directly influencing productivity and fruit quality in several crops. The objective was to identify visiting bee species, characterize their interaction with the crop, and assess the influence of biotic pollination on fruit quality. The methodology consisted of a preliminary survey of floral visitors through systematic field observations, followed by an experiment with three pollination treatments: self-pollination, open pollination, and single visitation. Physical and chemical fruit parameters were analyzed, including length, mass, number of seeds, and soluble solids content, using ANOVA or a t-test to compare treatments and visitor species. The results indicated a high diversity of bees in the agroforestry system, with *Paratrigona lineata* and *Exomalopsis* sp. being the most frequent species. Pollination mediated by floral visitors promoted a significant increase in seed number and influenced the longitudinal length of fruits when compared to self-pollination. No significant differences were observed between the evaluated species regarding pollination efficiency under single visitation, indicating similar performance in fruit formation. It was concluded that, although tomato plants are capable of self-pollination, the activity of native pollinators contributes significantly to reproductive success and fruit quality in agroforestry systems, reinforcing the importance of conserving bee diversity as a strategy for sustainable agricultural production.

Keywords: fruit production; native bees; cherry tomato; agroforestry; ecosystem services.

SUMÁRIO

CONTENTS

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1 Área de Estudo	10
3.2 Levantamento dos visitantes florais	11
3.3 Delineamento Experimental	12
3.4 Análise estatística	14
4. RESULTADOS	15
4.1 Comunidade de visitantes florais no sistema agroflorestal	15
4.2 Tratamentos de Polinização	16
4.3 Eficiência da polinização sob visitação única	18
5. DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE A – TABELA DE INTERAÇÃO.	29
APÊNDICE B – GRÁFICOS DE REGISTROS DE VISITANTES FLORAIS.	32

1. INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial para a conservação da biodiversidade e para a manutenção da produção agrícola, estando diretamente relacionada à qualidade de vida humana e à segurança alimentar (IPBES, 2016). Estimativas econômicas demonstram a magnitude desse serviço: em 2005, o valor global da polinização por insetos foi estimado em 153 bilhões de euros (Gallai et al., 2009), enquanto, no Brasil, a contribuição dos polinizadores para a produção agrícola foi estimada em 43 bilhões de reais em 2018 (BPBES, 2019). Evidências recentes também indicam uma relação global positiva entre a abundância de polinizadores e o rendimento das culturas agrícolas, reforçando o papel direto desses organismos na produtividade e na segurança alimentar (Vezzani et al., 2025).

Compreender os mecanismos pelos quais a polinização ocorre e os diferentes agentes envolvidos é fundamental para explicar como esse serviço ecossistêmico impacta diretamente a produtividade agrícola e a qualidade dos frutos. A transferência do pólen pode ocorrer por autopolinização ou por polinização cruzada. A autopolinização ocorre quando o grão de pólen é transferido da antera para o estigma da mesma flor ou de flores distintas de um mesmo indivíduo, enquanto a polinização cruzada envolve a transferência entre indivíduos geneticamente diferentes. Embora muitas culturas apresentem capacidade de autopolinização, a polinização cruzada tende a maximizar o sucesso reprodutivo, promovendo maior variabilidade genética, aumento no número de sementes, frutos de maior tamanho e melhoria de atributos qualitativos (Rech et al., 2014).

A polinização cruzada pode ocorrer por agentes abióticos, como vento e água, ou por agentes bióticos, como insetos, aves e mamíferos. Globalmente, cerca de 85% das espécies de angiospermas dependem de polinização biótica (Ollerton et al., 2011), evidenciando a importância dos animais na manutenção da diversidade vegetal. A interação entre flores e polinizadores está associada às inovações evolutivas das angiospermas, especialmente flores e sementes, e ao processo de coevolução com insetos ao longo de milhões de anos (Soltis & Soltis, 2004; Teixeira, Marinho & Paulino, 2014). Essas interações especializadas contribuíram para o sucesso ecológico das angiospermas e indicam que a identificação de polinizadores mais eficientes para cada espécie cultivada pode aumentar significativamente a produção e a qualidade dos frutos (Cooley & Vallejo-Marín, 2021). Mesmo em espécies com capacidade de autopolinização, a deposição eficiente de pólen no estigma, frequentemente

promovida por polinizadores bióticos, influencia diretamente o desenvolvimento das sementes, que regulam a produção de fitormônios responsáveis pelo crescimento do fruto.

Dentre os insetos polinizadores, as abelhas destacam-se como os principais agentes responsáveis pela polinização de culturas agrícolas em escala global (Klein et al., 2007), representando aproximadamente 48% das visitas florais registradas em sistemas de produção de alimentos (BPBES, 2019). Sua relevância decorre não apenas da abundância, mas principalmente da elevada diversidade funcional do grupo, que inclui ampla variação de tamanhos corporais, comportamentos de forrageamento e diferentes níveis de socialidade, permitindo a exploração eficiente de diferentes recursos florais e o atendimento às exigências morfológicas de distintas espécies vegetais (Potts et al., 2016).

Essa diversidade funcional é particularmente relevante em plantas com mecanismos florais especializados, como espécies do gênero *Solanum*, que apresentam anteras com deiscência poricida. Nessas flores, o pólen é liberado apenas mediante vibração, exigindo o comportamento conhecido como polinização por vibração (*buzz pollination*), no qual a abelha produz vibrações torácicas capazes de expelir o pólen. Algumas espécies também realizam coleta por inserção da glossa no cone apical das anteras, transferindo posteriormente o pólen para a corbícula para transporte. Porém, nesse comportamento a abelha permanece por mais tempo na flor do que na polinização por vibração (Bartelli et al., 2021). Embora *Apis mellifera* não realize polinização por vibração, trata-se de uma das espécies mais utilizadas em sistemas agrícolas devido à facilidade de manejo e ampla adaptação. Contudo, estudos demonstram que a presença de abelhas nativas aumenta significativamente a taxa de formação de frutos quando comparada à atuação isolada de *A. mellifera*, evidenciando que a diversidade de polinizadores potencializa os serviços ecossistêmicos (Garibaldi et al., 2013). No cultivo protegido de tomate, por exemplo, *Melipona quadrifasciata* apresentou maior eficiência polinizadora do que *A. mellifera* (Bispo dos Santos et al., 2009).

No contexto dos Sistemas Agroflorestais (SAFs), caracterizados pela integração de espécies agrícolas, arbóreas e herbáceas sob manejo de base ecológica e sem o uso de agroquímicos, a maior diversidade vegetal e a manutenção da cobertura do solo favorecem a oferta contínua de recursos florais e habitats para polinizadores, contribuindo para o equilíbrio ecológico e para a redução da dependência de insumos externos. Esses sistemas geralmente incluem o cultivo consorciado de hortaliças, frutíferas e espécies arbóreas nativas ou de interesse econômico, formando uma estrutura vegetal estratificada semelhante à vegetação

natural, o que pode favorecer a diversidade e a atividade de visitantes florais. Estudos indicam que a heterogeneidade estrutural e funcional dos SAFs está diretamente associada ao aumento da diversidade de polinizadores e a efeitos positivos sobre a produtividade e a qualidade das culturas agrícolas (Arco-Verde; Amaro, 2015; Altieri, 2012).

Apesar de o tomateiro apresentar flores hermafroditas e sistema reprodutivo predominantemente autógamo, sua estrutura floral é caracterizada por anteras soldadas formando um cone estaminal ao redor do estigma, o que favorece a autopolinização, mas também permite a polinização por vibração realizada por abelhas. Dessa forma, a atuação de polinizadores pode influenciar diretamente a formação e a qualidade dos frutos. Ainda são escassos os estudos que caracterizam a comunidade de visitantes florais em sistemas agroflorestais e avaliam sua influência direta sobre a qualidade dos frutos, especialmente em cultivares do grupo cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*). Assim, compreender a dinâmica da polinização em SAFs pode contribuir tanto para o aprimoramento do manejo agrícola quanto para a valorização da biodiversidade funcional nesses sistemas.

2. OBJETIVOS

Com o intuito de conhecer as abelhas que visitam o sistema agroflorestal e verificar a importância delas na qualidade dos tomates (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) produzidos, esse estudo tem como objetivos específicos:

- Realizar o levantamento das espécies de abelhas visitantes florais no sistema agroflorestal;
- Verificar a eficiência da polinização por abelhas por visitação única em flores de tomate-cereja;
- Comparar a qualidade dos frutos visitados por abelhas no cultivo de tomate-cereja;

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Sítio Videira, localizado no município de Uberlândia, Minas Gerais (19°04'05"S; 48°27'47"W). A área aproximada do cultivo é de 4.420 m², e é

caracterizada pela adoção do sistema agroflorestal de produção, baseado em práticas de agricultura orgânica familiar voltadas principalmente para a subsistência. O Sítio Videira se localiza em uma área nativa de Cerrado (Figura 1), sendo circundado por áreas nativas preservadas e banhado em uma das laterais por um pequeno córrego. No local são cultivadas hortaliças e espécies frutíferas, cuja produção é comercializada em feiras do município de Uberlândia. Além da atividade produtiva, o Sítio Videira também desenvolve ações de caráter educativo, recebendo visitantes interessados em conhecer o sistema agroflorestal adotado e sediando cursos profissionalizantes voltados à área alimentícia.



Figura 1. Imagem de satélite indicando polígono aproximado da área de cultivo na agrofloresta (em laranja) com presença de área nativa no entorno.

Fonte: Google Earth, 2025

3.2 Levantamento dos visitantes florais

O levantamento dos visitantes florais presentes no sistema agroflorestal foi realizado previamente ao plantio dos tomates, por meio de observações diretas em campo. A amostragem foi conduzida por dois grupos, cada um composto por dois integrantes, que percorreram a área de estudo em intervalos horários, com o objetivo de abranger o máximo possível do ambiente. As abelhas encontradas pousadas nas flores ou voando próximas a elas eram identificadas visualmente ou coletadas, no caso de dúvidas sobre a espécie a que pertenciam.

Em cada hora, os grupos realizaram uma ronda de 30 minutos, seguida de um período de descanso de 30 minutos. Cada grupo realizou a ronda de forma alternada, vistoriando as plantas floridas presentes na área, de modo que, ao final de cada hora, toda a área fosse

vistoriada. As atividades tiveram início às 8 horas e término às 15 horas, totalizando 7 horas de observação, realizada no dia 27 de julho de 2023. No início de cada ronda, foram registradas a temperatura do ar e a umidade relativa, utilizando um termo-higrômetro digital portátil, com o intuito de caracterizar as condições microclimáticas durante o período de amostragem.

3.3 Delineamento Experimental

Para a condução do experimento, foi implantado um canteiro experimental com mudas de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cereja) no sistema agroflorestal do Sítio Videira (Figura 2A). Após o estabelecimento e crescimento das mudas e com o surgimento dos botões florais nos tomateiros, iniciou-se a etapa de marcação dos ramos a serem observados. Para maior padronização no estudo, foi definido que seriam utilizados os frutos que estivessem a aproximadamente um metro de altura, e o fruto a ser analisado seria o fruto proximal do pedúnculo.

Foram montados três grupos experimentais: tratamento controle, tratamento autopolinização e tratamento de visitação única. No tratamento controle, 30 ramos foram selecionados e identificados com fita colorida e plaquetas de identificação (Figuras 2D, e 2E). No tratamento autopolinização, os ramos também foram marcados com fita colorida e plaquetas com código distinto, sendo cobertos com sacos de organza (Figuras 2B, 2C e 2F), de modo a impedir o acesso de visitantes florais aos botões, permitindo que a frutificação pudesse sofrer influência somente dos fatores abióticos, como o vento e a chuva.

Quanto ao tratamento de visitação única, foram seguidos os mesmos padrões de marcação adotados anteriormente, com uso de fitas coloridas e placas de identificação com códigos distintos. Neste tratamento experimental, os botões florais também foram ensacados, entretanto, a diferença consistiu na remoção temporária do saco de organza para permitir a visita de uma abelha a uma das flores do ramo marcado. Nesses casos, após a retirada do saco de organza, a flor foi monitorada continuamente por um observador, à espera da visita por uma abelha e observação do comportamento de polinização. Imediatamente após a ocorrência da visita e a saída da abelha da flor, as demais flores do mesmo ramo foram removidas, com o objetivo de evitar possíveis interferências nos resultados. Em seguida, a flor foi novamente ensacada, a fim de impedir a ocorrência de novas visitas até o completo desenvolvimento do fruto.

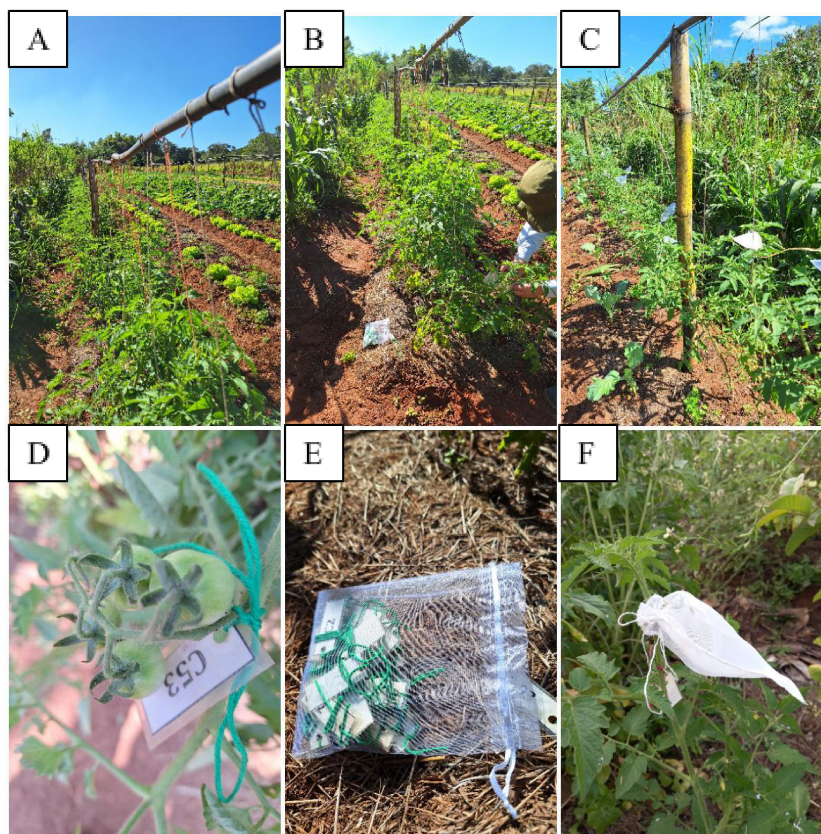


Figura 2. (A) Canteiro de plantio das mudas de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*; (B) Instalação do experimento; (C) Experimento instalado no canteiro do cultivo; (D) Placa de identificação nos frutos selecionados; (E) Saco de organza contendo algumas placas de identificação utilizadas no estudo; (F) Ramo ensacado e marcado para a realização do estudo.

Após a marcação dos ramos definidos para o experimento, foram realizadas visitas semanais à área de cultivo com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento dos frutos e realizar a coleta daqueles que atingissem o ponto de maturação adequado, sendo adotado como critério padrão para a inclusão nas análises o estágio de maturação caracterizado pela coloração completamente vermelha do fruto (Figura 3A). A colheita dos tomates ocorreu de forma contínua ao longo do período experimental. Esse procedimento permitiu a padronização das amostras, reduzindo variações associadas a diferentes estágios de desenvolvimento.

Para a realização das análises de qualidade dos frutos, foi utilizado o Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) e o Laboratório de Fisiologia Vegetal (LAFIVE). Inicialmente, cada tomate foi identificado conforme o grupo experimental ao qual pertencia, em seguida, foram realizadas as medições biométricas utilizando um paquímetro digital (Figura 3B), para análises de tamanho (diâmetro longitudinal) e a largura máxima

(diâmetro equatorial). Posteriormente, a massa dos frutos foi determinada com o auxílio de uma balança de precisão (Figura 3C).

Para a avaliação do teor de açúcares solúveis, os frutos foram cortados com uma faca, e uma amostra do suco foi extraída e analisada em refratômetro, sendo os resultados expressos em porcentagem (Figura 3D). Após essa etapa, os frutos foram cortados para a contagem do número de sementes, realizada manualmente com o auxílio de um contador estatístico (Figuras 3E e 3F). Os dados obtidos foram registrados em planilhas específicas para posterior análise e comparação entre os diferentes grupos experimentais.

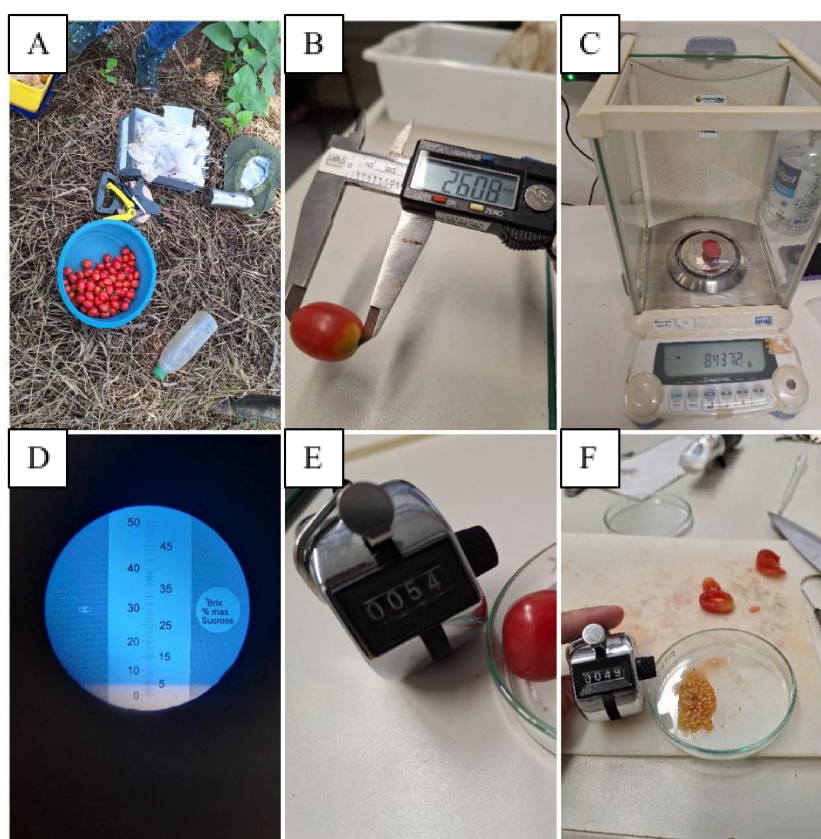


Figura 3. (A) Colheita de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate-cereja) realizada com frutos em coloração vermelha uniforme, adotada como padrão; (B) Diâmetro longitudinal sendo medido com o auxílio de um paquímetro digital; (C) Fruto sendo pesado com o auxílio de uma balança de precisão; (D) Análise do teor de sólidos solúveis (°Brix) em frutos de tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) com auxílio de refratômetro digital; (E) e (F) Contagem de sementes com auxílio de contador estatístico.

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2023). Inicialmente, os dados foram organizados e preparados com o auxílio de pacotes do

ecossistema tidyverse. Para garantir a confiabilidade dos resultados, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk, que permitiu verificar se os dados seguiam uma distribuição normal.

A partir dessa validação, utilizou-se o pacote agricolae para a comparação entre os tratamentos de polinização (autopolinização, controle e visitação única) aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e comparar as médias entre os grupos, adotando-se o teste de Tukey para comparação múltipla de médias, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Para a análise da eficiência polinizadora sob visitação única, foram consideradas apenas as espécies com número amostral suficiente (*Paratrigona lineata* e *Exomalopsis* sp.). Nesse caso, as médias dos parâmetros comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis (°Brix) foram comparadas por meio de teste t para amostras independentes com correção de Welch, considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As análises tiveram como objetivo avaliar o efeito dos tratamentos de polinização e da visitação única por diferentes espécies de abelhas sobre os parâmetros físicos e químicos dos frutos de tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) cultivados em sistema agroflorestal.

4. RESULTADOS

4.1 Comunidade de visitantes florais no sistema agroflorestal

Durante o levantamento prévio, foram registradas 19 espécies vegetais em floração e 14 espécies de abelhas visitantes no sistema agroflorestal (Apêndice A). As espécies vegetais mais visitadas pelas abelhas foram *Eruca sativa* e *Passiflora edulis* com 7 e 6 espécies visitantes respectivamente. As abelhas mais frequentes visitando as flores foram representantes do gênero *Trigona*, que apresentaram maior número de interações com diferentes espécies vegetais (Figura 4).



Figura 4. Rede de interação entre plantas e abelhas visitantes florais registradas na área do estudo. Os nós à esquerda representam as espécies vegetais e os nós à direita as espécies de abelhas. O tamanho dos nós é proporcional à frequência de interações, e as linhas indicam as interações registradas entre plantas e visitantes florais.

Observa-se a presença de espécies generalistas e elevada conectividade entre as espécies do sistema.

A riqueza de visitantes variou ao longo do dia, com pico entre 10h e 11h, coincidindo com temperaturas intermediárias (28–29°C) e redução da umidade relativa (Apêndice B). Observou-se tendência de aumento da riqueza com o aumento da temperatura até determinado limiar, seguida de declínio nos horários de maior aquecimento.

A caracterização dessa comunidade permitiu identificar quais espécies interagem com as culturas presentes no sistema agroflorestal e subsidiou a definição da etapa experimental voltada à avaliação da eficiência polinizadora no cultivo do tomateiro.

4.2 Tratamentos de Polinização

No tomateiro (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), foram registradas visitas de *P. lineata* (12 registros), *Exomalopsis* sp. (8 registros), *Pseudoaugochlora* sp. (2 registros) e *Plebeia* sp. (1 registro), sendo as duas primeiras as mais frequentes. A partir dessa ocorrência, foi

conduzida a etapa experimental com o objetivo de avaliar a influência da polinização biótica sobre a qualidade dos frutos.

Foram analisados 70 frutos distribuídos entre três tratamentos experimentais: autopolinização (n = 20), polinização aberta ou controle (n = 26) e visitação única (n = 24). As médias $\pm$ desvio-padrão dos parâmetros avaliados comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Médias $\pm$ desvio-padrão do comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) dos frutos de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* sob diferentes tratamentos de polinização. Letras sobrescritas iguais na mesma coluna indicam ausência de diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

<i>Tratamento</i>	<i>CL (mm)</i>	<i>CE (mm)</i>	<i>Massa (g)</i>	<i>Nº de Sementes</i>	<i>Brix (%)</i>
<i>Controle</i>	31,41 $\pm$ 2,00b	24,27 $\pm$ 2,32 ^a	10,44 $\pm$ 2,15 ^a	65,73 $\pm$ 9,69 ^a	5,08 $\pm$ 0,18 ^a
<i>Visitação Única</i>	33,19 $\pm$ 2,75 ^a	23,90 $\pm$ 1,92 ^a	11,35 $\pm$ 2,23 ^a	61,25 $\pm$ 11,91 ^a	5,00 $\pm$ 0,14 ^{ab}
<i>Autopolinização</i>	32,63 $\pm$ 2,74 ^{ab}	23,38 $\pm$ 2,07 ^a	10,13 $\pm$ 2,09 ^a	49,05 $\pm$ 17,56 ^b	4,97 $\pm$ 0,11 ^b

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos experimentais para comprimento equatorial (CE) e massa ($p > 0,05$), indicando que esses atributos não foram diretamente influenciados pelo regime de polinização. Para o comprimento longitudinal (CL), foi detectada diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). O tratamento de visitação única apresentou maior média, diferindo do controle, enquanto a autopolinização apresentou valor intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais.

O número de sementes apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,001$), com menor média observada no tratamento de autopolinização em comparação aos

tratamentos com presença de visitantes florais. Além da diferença entre médias, observa-se maior dispersão dos valores nesse tratamento (Figura 5), indicando maior variabilidade na formação de sementes sob ausência de polinizadores.

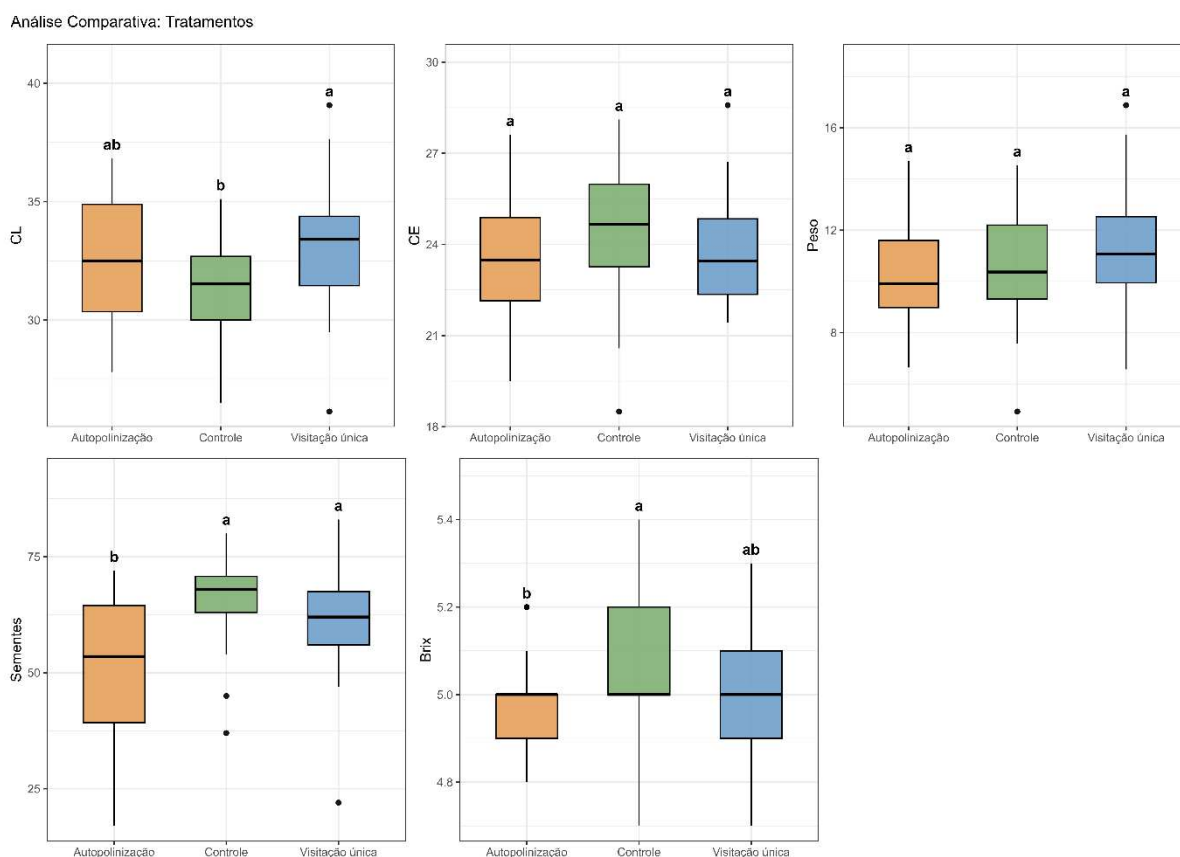


Figura 5. Comparação entre os tratamentos de autopolinização, polinização aberta (controle) e visitação única para os parâmetros comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) em frutos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*. Os boxplots apresentam mediana, intervalo interquartil, valores mínimos e máximos observados e letras indicando presença ou ausência de diferença significativa

Em relação ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), também foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). O controle apresentou maior valor médio, diferindo da autopolinização, enquanto o tratamento de visitação única apresentou valor intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Em síntese, a polinização biótica impactou principalmente os parâmetros físicos de número de sementes e comprimento longitudinal, e o teor de sólidos solúveis como parâmetro químico, que apresentou variação significativa, porém de menor magnitude.

4.3 Eficiência da polinização sob visitação única

De forma complementar à análise entre tratamentos, foi avaliada a eficiência polinizadora das espécies registradas no tratamento de visitação única. Para essa análise, foram consideradas apenas as espécies com número amostral suficiente: *P. lineata* (n = 12) e *Exomalopsis* sp. (n = 8). As espécies *Pseudoaugochlora* sp. (n = 2) e *Plebeia* sp. (n = 1) foram excluídas das comparações estatísticas devido ao baixo número amostral, sendo mantidas apenas para caracterização descritiva da comunidade visitante.

As médias e desvio padrão dos parâmetros avaliados comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa, número de sementes e teor de sólidos solúveis (°Brix) estão apresentadas na Tabela 2. A comparação entre *P. lineata* e *Exomalopsis* sp. não evidenciou diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos parâmetros analisados ($p > 0,05$), indicando desempenho polinizador comparável sob tratamento de visitação única (Tabela 2).

Tabela 2. Médias $\pm$ desvio-padrão do comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* resultantes de visitação única por *P. lineata* e *Exomalopsis* sp.

<i>Espécie</i>	<i>CL (mm)</i>	<i>CE (mm)</i>	<i>Massa (g)</i>	<i>Nº de Sementes</i>	<i>Brix (%)</i>
Exomalopsis sp	32,86 $\pm$ 3,11	24,10 $\pm$ 2,42	12,16 $\pm$ 2,75	65,00 $\pm$ 9,56	4,95 $\pm$ 0,12
Paratrígona lineata	33,39 $\pm$ 2,95	23,78 $\pm$ 1,63	10,96 $\pm$ 2,04	61,08 $\pm$ 8,60	5,00 $\pm$ 0,14
p-valor	0,709	0,746	0,311	0,366	0,407

Embora tenham sido registradas variações nos valores médios entre as espécies, como maior massa em frutos associados a visita por *Exomalopsis* sp. e maior comprimento longitudinal em frutos polinizados por *P. lineata*, essas diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Tais resultados indicam desempenho polinizador semelhante entre as

espécies avaliadas sob o tratamento de visitação única. A distribuição dos valores para cada parâmetro pode ser observada na Figura 6.

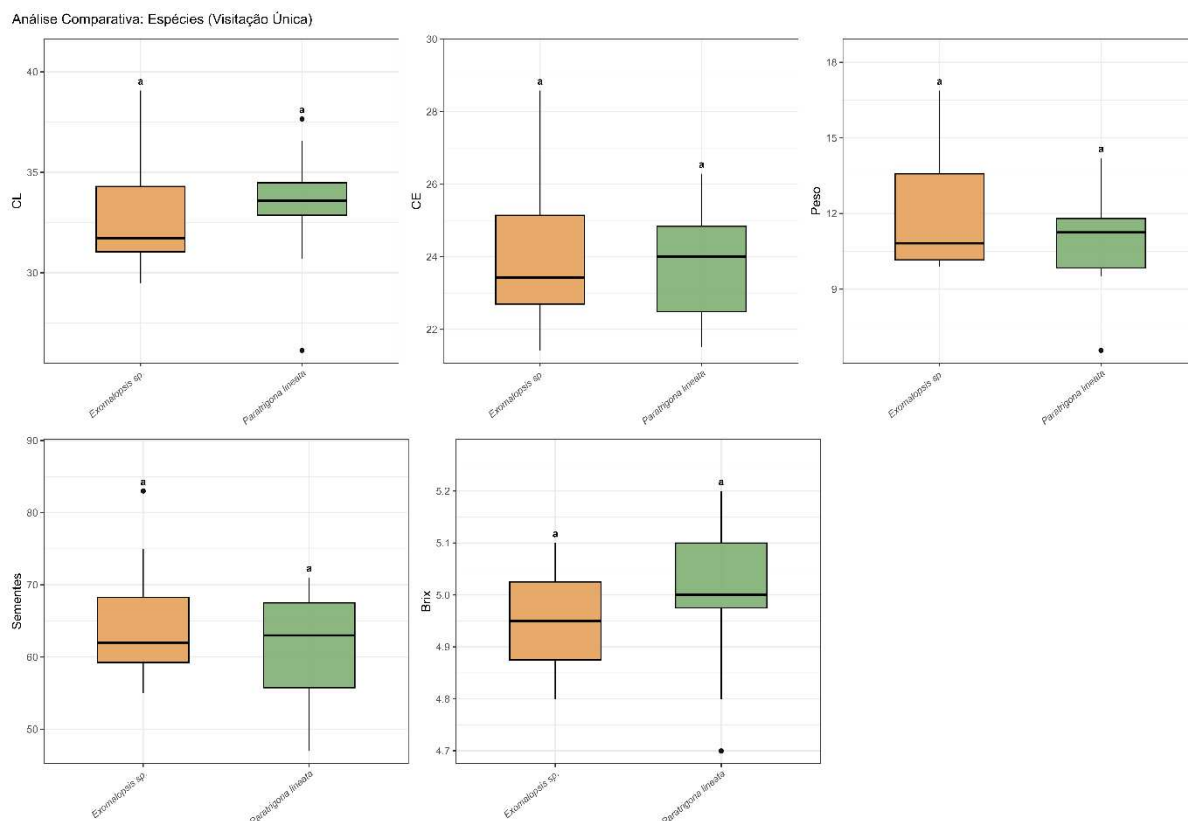


Figura 6. Comparação dos parâmetros comprimento longitudinal (CL), comprimento equatorial (CE), massa fresca, número de sementes e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) em frutos de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* resultantes de visitação única por *P. lineata* e *Exomalopsis* sp. Os boxplots apresentam mediana, intervalo interquartil, valores mínimos e máximos observados e letras indicando presença ou ausência de diferença significativa.

5. DISCUSSÃO

A elevada riqueza de abelhas registrada na área de cultivo pode ser explicada pela proximidade com remanescentes de vegetação nativa no entorno, uma vez que paisagens agrícolas heterogêneas tendem a manter maior diversidade de polinizadores quando associadas a áreas naturais adjacentes. Esses ambientes fornecem recursos complementares essenciais, como locais de nidificação, abrigo e maior diversidade de recursos florais ao longo do ano, permitindo que diferentes espécies utilizem simultaneamente o ambiente agrícola e a vegetação nativa (Bentrup et al., 2019). Esse padrão também pode ser observado na rede de interações registrada neste estudo, que apresenta elevada conectividade entre as espécies e a presença de abelhas generalistas interagindo com diferentes plantas cultivadas e espontâneas,

o que reforça a influência da heterogeneidade da paisagem sobre a diversidade e a estrutura das interações planta-polinizador.

A caracterização da comunidade de visitantes florais evidenciou a presença de uma diversidade relevante de abelhas no sistema agroflorestal estudado. Foram registradas 14 espécies de abelhas associadas a 19 espécies vegetais em floração, indicando que o ambiente apresenta recursos florais suficientes para sustentar uma comunidade funcional de polinizadores. Ambientes agrícolas com maior heterogeneidade estrutural e diversidade vegetal tendem a favorecer a manutenção de comunidades mais diversas de polinizadores, uma vez que oferecem recursos florais e locais potenciais para nidificação. Estudos realizados em diferentes sistemas agrícolas demonstram que a presença de comunidades diversificadas de polinizadores contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos de polinização e para a estabilidade da produção agrícola (Garibaldi et al., 2013). De forma semelhante, estudos em agroecossistemas brasileiros indicam que sistemas de cultivo podem sustentar comunidades diversificadas de abelhas e contribuir para a manutenção desses serviços ecossistêmicos (Lorandi et al., 2018).

A atividade das abelhas apresentou variação ao longo do dia, com maior riqueza de visitantes entre 10h e 11h, período associado a temperaturas intermediárias e menor umidade relativa. Esse padrão é consistente com estudos que demonstram que a atividade de voo das abelhas é fortemente influenciada pela temperatura ambiental, uma vez que o aquecimento corporal necessário para o voo depende da temperatura do ambiente (Campos & Teixeira, 2005). A ausência de registros nas primeiras horas da manhã, sob temperaturas mais baixas, reforça a influência dos fatores microclimáticos sobre a atividade de forrageamento.

Os resultados obtidos no experimento de polinização demonstraram que a presença de visitantes florais exerce influência significativa sobre alguns parâmetros de qualidade dos frutos de tomate cereja. O número de sementes apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com menor valor observado no tratamento de autopolinização. Esse resultado indica que, embora o tomateiro seja capaz de realizar autopolinização, a presença de polinizadores aumenta a eficiência da deposição de pólen no estigma, resultando em maior número de óvulos fecundados. Estudos anteriores demonstram que a atuação de abelhas pode

aumentar a produção de sementes e melhorar o desenvolvimento dos frutos em culturas do gênero *Solanum* (Silva-Neto et al., 2013).

Além disso, observou-se maior dispersão no número de sementes no tratamento de autopolinização, indicando maior variabilidade na fecundação quando não há atuação de polinizadores. A deposição de pólen promovida pelos visitantes florais tende a tornar o processo reprodutivo mais eficiente e uniforme, contribuindo para maior estabilidade na formação dos frutos. Resultados semelhantes foram observados em cultivos de tomate em campo aberto no sudeste do Brasil, onde frutos originados de polinização aberta apresentaram maior número médio de sementes em comparação com aqueles provenientes de autopolinização espontânea, evidenciando a contribuição direta dos polinizadores para o sucesso reprodutivo da cultura (Deprá et al., 2014).

Entre os parâmetros físicos avaliados no presente estudo, o comprimento longitudinal apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com maior média observada no tratamento de visitação única. Embora o tomateiro seja capaz de autopolinização, a presença de polinizadores pode favorecer a liberação e deposição de pólen das anteras, aumentando a eficiência do processo reprodutivo. Estudos indicam que a atividade de abelhas pode contribuir para o aumento da frutificação e da qualidade dos frutos em diferentes culturas agrícolas, reforçando o papel funcional dos polinizadores na produção agrícola. (Deprá et al., 2014; Garibaldi et al., 2013).

Por outro lado, os parâmetros comprimento equatorial e massa fresca não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Esses resultados sugerem que tais atributos podem ser influenciados por fatores adicionais, como disponibilidade de nutrientes, condições ambientais e características genéticas da cultivar utilizada.

Além da influência sobre a fecundação, a polinização realizada por abelhas também pode afetar características associadas à qualidade dos frutos. Klatt et al. (2014) demonstraram que a polinização por abelhas melhora diversos parâmetros de qualidade em culturas agrícolas, incluindo atributos físicos e características associadas ao valor comercial dos frutos. Os autores observaram que frutos provenientes de flores visitadas por polinizadores apresentaram maior qualidade quando comparados àqueles originados de polinização restrita. Esses resultados corroboram a interpretação de que a presença de visitantes florais contribui

não apenas para o sucesso reprodutivo das plantas cultivadas, mas também para a melhoria de atributos relacionados à qualidade dos frutos. Dessa forma, mesmo quando não são observadas diferenças expressivas em todos os parâmetros avaliados, a atuação de polinizadores pode promover maior estabilidade e eficiência no processo de formação dos frutos.

Em relação ao teor de sólidos solúveis (°Brix), foi observada diferença significativa entre os tratamentos, embora com menor magnitude quando comparado aos parâmetros reprodutivos. O controle apresentou os maiores valores médios, enquanto a autopolinização apresentou valores ligeiramente inferiores. O teor de sólidos solúveis está associado principalmente à concentração de açúcares no fruto e pode ser influenciado por diversos fatores fisiológicos e ambientais, como metabolismo da planta, disponibilidade de luz e condições de cultivo (Kinet & Peet, 2002; Dorais et al., 2008). Dessa forma, variações nesse parâmetro podem refletir múltiplos fatores além do regime de polinização. Estudos sobre polinização em tomate também indicam que a presença de polinizadores tende a influenciar de forma mais direta parâmetros reprodutivos, como frutificação e número de sementes, enquanto alguns atributos de qualidade química podem apresentar respostas menos pronunciadas (Deprá et al., 2014; Klatt et al., 2014).

A análise da eficiência polinizadora sob visitação única indicou que *P. lineata* e *Exomalopsis* sp. apresentaram desempenho semelhante na formação de frutos, não sendo observadas diferenças estatísticas entre as espécies avaliadas. Esse resultado sugere que ambas as espécies são capazes de promover polinização eficiente no tomateiro.

Vale ressaltar que essas espécies apresentam comportamentos de coleta distintos que podem favorecer a polinização. As abelhas do gênero *Exomalopsis* são capazes de realizar *buzz pollination*, comportamento no qual vibrações torácicas promovem a liberação do pólen das anteras poricidas do tomateiro (Cooley & Vallejo-Marín, 2021). Já *P. lineata* apresenta comportamento de coleta por inserção da glossa nos poros das anteras, conhecido como *licking*, permitindo a remoção e transferência do pólen entre flores, mas que é um processo mais lento quando comparado à polinização por vibração (Bartelli et al., 2021). Apesar dessas diferenças comportamentais, ambas estratégias permitem a transferência eficiente de pólen, o que explica o desempenho polinizador semelhante observado neste estudo.

Embora os resultados indiquem desempenho polinizador semelhante entre as espécies avaliadas, é importante considerar que o número amostral relativamente reduzido pode limitar a detecção de diferenças mais sutis na eficiência polinizadora. Dessa forma, estudos com maior número de observações podem contribuir para uma avaliação mais robusta da contribuição relativa dessas espécies para a polinização do tomateiro.

Assim, os resultados apresentados indicam que diferentes espécies de abelhas presentes no sistema agroflorestal podem contribuir de forma complementar para a polinização do tomateiro. A rede de interações registrada também sugere que o tomateiro não atua isoladamente como principal recurso floral, mas sim como uma espécie que atrai e utiliza polinizadores que já estavam presentes no sistema, sendo que as espécies de *P. lineata* e *Exomalopsis* foram registradas apenas na presença do cultivo de tomate, o que indica que essa cultura também pode atuar como elemento de atração para determinadas espécies de abelhas. Sistemas agrícolas diversificados, como os sistemas agroflorestais, tendem a favorecer a presença simultânea de múltiplos polinizadores, o que pode aumentar a estabilidade do serviço ecossistêmico de polinização e reduzir riscos associados à dependência de uma única espécie de polinizador. Esses resultados reforçam a importância da manutenção de comunidades de polinizadores em sistemas agrícolas, uma vez que a atuação dessas espécies pode influenciar diretamente o sucesso reprodutivo das culturas e, consequentemente, a produtividade agrícola.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que, embora *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* seja uma espécie autógama, a polinização mediada por visitantes florais contribui de forma significativa para o sucesso reprodutivo da cultura em sistema agroflorestal. A presença de polinizadores promoveu incremento expressivo no número de sementes quando comparado ao tratamento de autopolinização, evidenciando maior eficiência na deposição de pólen e na fecundação dos óvulos. Esses resultados indicam que, mesmo em espécies com capacidade de autopolinização, a polinização biótica pode aumentar a eficiência reprodutiva e contribuir para maior estabilidade na formação dos frutos e na produção agrícola.

A caracterização da comunidade de visitantes florais evidenciou a presença de uma diversidade relevante de abelhas no sistema agroflorestal estudado, com destaque para *Paratrigona lineata* e *Exomalopsis* sp. A rede de interações registrada também indica que o tomateiro não atua isoladamente como principal recurso floral, mas integra um sistema mais amplo de interações, no qual diferentes espécies vegetais contribuem para a manutenção dos polinizadores ao longo do tempo. Esse padrão reforça a importância da heterogeneidade vegetal presente em sistemas agroflorestais para a manutenção da diversidade de visitantes florais e para a estabilidade do serviço ecossistêmico de polinização.

A análise da eficiência polinizadora sob visitação única demonstrou que *P. lineata* e *Exomalopsis* sp. apresentaram desempenho semelhante na formação dos frutos, indicando que ambas as espécies são capazes de atuar como polinizadores eficientes do tomateiro. Essas abelhas apresentam comportamentos distintos de coleta de pólen, como a polinização por vibração (buzz pollination) e a coleta por inserção da glossa nas anteras (licking), estratégias que favorecem a liberação e a transferência do pólen das anteras poricidas do tomateiro. Apesar dessas diferenças comportamentais, ambas foram suficientes para promover a transferência eficiente de pólen e contribuir para o sucesso reprodutivo da cultura.

De forma geral, os resultados obtidos indicam que sistemas agrícolas diversificados, como os sistemas agroflorestais, favorecem a presença simultânea de múltiplos polinizadores e podem contribuir para a estabilidade do serviço ecossistêmico de polinização. Nesse contexto, os resultados reforçam a importância da manutenção de comunidades de abelhas em áreas agrícolas, indicando a relevância de práticas de manejo voltadas à conservação desses polinizadores, como a criação racional de abelhas sem ferrão em meliponários e a disponibilização de cavidades artificiais para nidificação de abelhas solitárias. Essas estratégias podem contribuir para o aumento da eficiência da polinização e, potencialmente, gerar benefícios adicionais aos produtores por meio da valorização dos serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores.

Por fim, ressalta-se que estudos com maior esforço amostral e identificação taxonômica em nível de espécie podem contribuir para uma avaliação mais robusta da eficiência polinizadora das espécies registradas, bem como para o entendimento mais detalhado das interações entre plantas cultivadas e polinizadores em sistemas agroflorestais. Dessa forma, a conservação de polinizadores nativos pode ser considerada uma estratégia de

manejo fundamental para a sustentabilidade da produção agrícola e para a manutenção da biodiversidade funcional nesses sistemas.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, Miguel A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v. 13, n. 16, p. 22-32, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i16.1362>.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. Metodologia para análise da viabilidade financeira e valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais. In: PARRON, L. M. et al. (ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 335–346.
- BARTELLI, B. et al. Not all about the buzz: licking, a new foraging behavior of bees in tomato flowers. **Journal of Apicultural Research**, [S. l.], v. 63, p. 1–8, 2021.
- BENTRUP, G.; HOPWOOD, J.; ADAMSON, N. L.; VAUGHAN, M. Temperate agroforestry systems and insect pollinators: a review. **Forests**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 981, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f10110981>.
- BISPO DOS SANTOS, A. et al. Pollination of Greenhouse Tomatoes by the Brazilian Stingless Bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lep. (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 752-758, 2009.
- BPBES/REBIPP. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. 1. ed. São Carlos: Editora Cubo, 2019. Disponível em: https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/03/BPBES_CompletoPolinizacao-2.pdf. Acesso em: 2 mar. 2026.
- CAMPOS, F. de N. M.; TEIXEIRA, L. V. Início da atividade de voo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-202, dez. 2005.
- COOLEY, H.; VALLEJO-MARÍN, M. Buzz-pollinated crops: a global review and meta-analysis of the effects of supplemental bee pollination in tomato. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 114, n. 2, p. 505-519, abr. 2021.
- DE MENDIBURU, F. **agricolae**: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5. 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- DEPRÁ, M. S.; DELAQUA, G. C. G.; FREITAS, L.; GAGLIANONE, M. C. Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) in Rio de Janeiro State, Southeast Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, Guelph, v. 12, n. 1, p. 1–8, 2014.
- DORAIS, M.; EHRET, D. L.; PAPADOPOULOS, A. P. Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. **Phytochemistry Reviews**, v. 7, n. 2, p. 231–250, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-007-9085-x>◆.
- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810–821, 2009.

GARIBALDI, L. A. et al. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1608–1611, mar. 2013.

IPBES. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Bonn, Germany: Secretariat of the IPBES, 2016. 36 p.

KINET, J. M.; PEET, M. M. Tomato. In: WIEN, H. C. (ed.). *The physiology of vegetable crops*. Wallingford: **CAB International**, 1997. p. 207–258.

KLATT, B. K.; HOLZSCHUH, A.; WESTPHAL, C.; CLOUGH, Y.; SMIT, I.; PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE, T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 281, n. 1777, p. 20132440, 2014

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

LORANDI, S.; FERREIRA, D. L.; LOSS, G. M. S.; VICENZI, N.; HALINSKI, R.; ISERHARD, C. A. Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas orgânico e convencional: resultados preliminares. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPEL**, 27., 2018, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2018. p. 1–4.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.

POTTS, S. G. et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, London, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RECH, A. R. et al. (org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2014.

SILVA-NETO, A. J. de; SILVA, M. J. de; LOPES, M. T. do R. Biologia reprodutiva do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e influência das abelhas nativas na produção dos frutos. **Revista da Academia Brasileira de Ciência Agronômica**, v. 10, p. 57-64, 2013.

SOLTIS, P. S.; SOLTIS, D. E. The role of genetic and genomic attributes in the success of polyploids. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 101, n. 25, p. 9175-9180, 2004.

TEIXEIRA, S. P.; MARINHO, C. R.; PAULINO, J. V. A flor: aspectos morfofuncionais e evolutivos. In: RECH, A. R. et al. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 47–71.

WICKHAM, H. et al. Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019.

VEZZANI, L. et al. Global relationships between crop yield and pollinator abundance. *Journal of Applied Ecology*, [s. l.], v. 62, n. 2, p. 1-14, 2025. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/journal/13652664>.

APÊNDICE A – TABELA DE INTERAÇÃO.

Apêndice A. Tabela de interação entre visitantes florais e diferentes espécies de plantas registradas na área de estudo. O símbolo (+) indica a presença de visitação (forrageamento) e o símbolo (-) indica a ausência de registro.

Planta / Polinizador	<i>Apis mellifera</i>	<i>Ceratina</i> sp.	<i>Dialictus</i> sp.	<i>Eugochloropsis</i> sp.	<i>Frieseomelitta</i> <i>varia</i>
<i>Ageratum</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Amaranthus</i> <i>spinosus</i>	-	-	+	-	-
<i>Cajanus cajan</i>	-	-	-	-	-
<i>Cichorium</i> <i>intybus</i>	+	-	+	+	-
<i>Citrus</i> × <i>aurantiifolia</i>	+	-	-	-	-
<i>Citrus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Emilia</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Eruca sativa</i>	-	+	-	-	-
<i>Ipomoea</i> <i>batatas</i>	-	-	-	-	-
<i>Manihot</i> <i>esculenta</i>	-	-	-	-	-
<i>Musa</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Passiflora</i> <i>edulis</i>	+	-	-	-	+
<i>Persea</i> <i>americana</i>	-	-	-	-	-
<i>Phaseolus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Physalis</i> sp.	-	-	+	-	-
<i>Ricinus</i> <i>communis</i>	-	-	-	-	-
<i>Solanum</i> <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	-	-	-	-	-
<i>Solanum</i> <i>paniculatum</i>	-	-	-	-	-
<i>Zea mays</i>	-	-	-	-	-

Planta/Polinizador	<i>Melitoma</i> <i>segmentaria</i>	<i>Plebeia</i> sp.	<i>Pseudaugochlora</i> sp.	<i>Tetragona</i> <i>clavipes</i>	<i>Tetragonisca</i> <i>angustula</i>
--------------------	---------------------------------------	-----------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---

<i>Ageratum</i> sp.	-	+	-	-	-
<i>Amaranthus</i> <i>spinosus</i>	-	-	-	+	-
<i>Cajanus cajan</i>	-	-	-	-	-
<i>Cichorium</i> <i>intybus</i>	-	-	-	-	-
<i>Citrus</i> × <i>aurantiifolia</i>	-	+	-	+	-
<i>Citrus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Emilia</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Eruca sativa</i>	-	+	+	-	+
<i>Ipomoea batatas</i>	+	-	-	-	-
<i>Manihot</i> <i>esculenta</i>	-	-	-	+	-
<i>Musa</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Passiflora edulis</i>	-	-	-	+	-
<i>Persea</i> <i>americana</i>	-	-	-	-	-
<i>Phaseolus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Physalis</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Ricinus</i> <i>communis</i>	-	-	-	+	-
<i>Solanum</i> <i>lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	-	-	+	+	-
<i>Solanum</i> <i>paniculatum</i>	-	-	-	+	-
<i>Zea mays</i>	-	-	-	+	-

Planta/Polinizador	<i>Trigona hyalinata</i>	<i>Trigona sp.</i>	<i>Trigona spinipes</i>	<i>Trigona truculenta</i>
<i>Ageratum sp.</i>	-	-	-	-
<i>Amaranthus spinosus</i>	+	-	-	-
<i>Cajanus cajan</i>	-	-	+	-
<i>Cichorium intybus</i>	-	-	-	-
<i>Citrus aurantiifolia</i> ×	+	-	-	-
<i>Citrus sp.</i>	-	-	-	-
<i>Emilia sp.</i>	-	-	+	-
<i>Eruca sativa</i>	+	+	+	-
<i>Ipomoea batatas</i>	-	-	-	-
<i>Manihot esculenta</i>	-	-	-	-
<i>Musa sp.</i>	-	-	-	+
<i>Passiflora edulis</i>	+	-	+	+
<i>Persea americana</i>	-	-	-	+
<i>Phaseolus sp.</i>	-	-	+	-
<i>Physalis sp.</i>	-	-	-	-
<i>Ricinus communis</i>	-	-	+	+
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	-	-	-	-
<i>Solanum paniculatum</i>	-	-	-	-
<i>Zea mays</i>	-	-	-	-

*Coleta de resina no tronco de *Persea americana*

APÊNDICE B – GRÁFICOS DE REGISTROS DE VISITANTES FLORAIS.

Apêndice B. Gráfico dos registros de visitantes florais de acordo com o horário (Gráfico 1), e dos registros de visitantes florais de acordo com temperatura e umidade relativa (Gráfico 2).

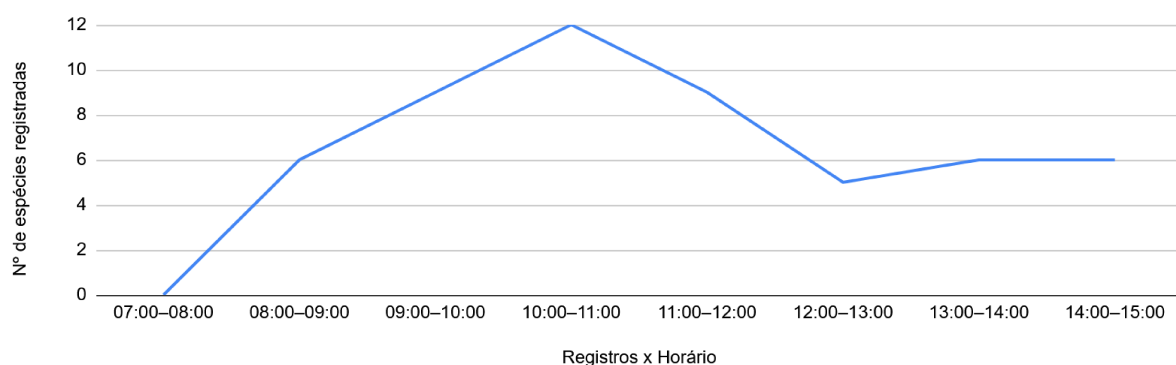


Gráfico 1. Registros dos visitantes florais de acordo com horário.

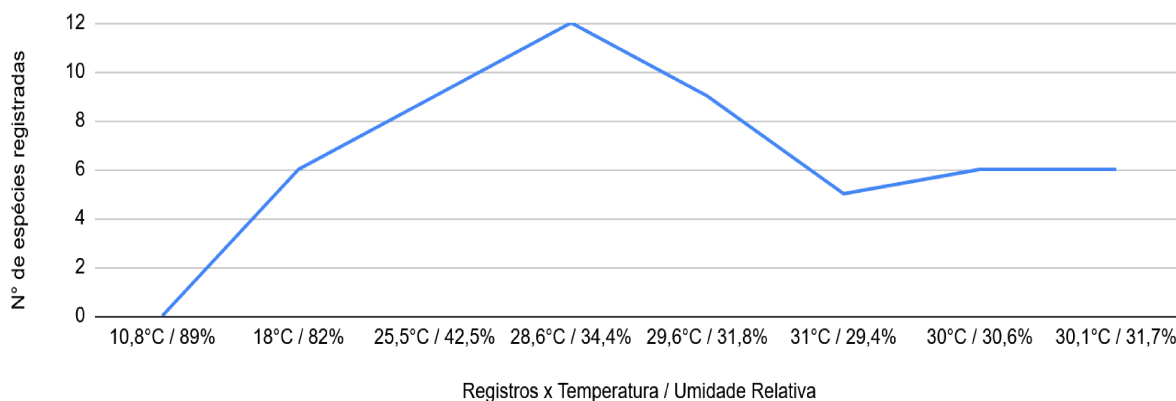


Gráfico 2. Registros dos visitantes florais de acordo com a temperatura e a umidade relativa.