



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS- DCH- *Campus IX*
COLEGIADO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DANÚBIA OLIVEIRA DE CARVALHO

**IMPORTÂNCIA DOS VISITANTES FLORAIS EM CULTURA DE
ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) SOB O MANEJO CONVENCIONAL
PRÓXIMO E DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO
NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BA**

Barreiras - BA
2024

DANÚBIA OLIVEIRA DE CARVALHO

**IMPORTÂNCIA DOS VISITANTES FLORAIS EM CULTURA DE
ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) SOB O MANEJO CONVENCIONAL
PRÓXIMO E DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO
NO MUNICÍPIO DE BARREIRAS-BA**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia-UNEB como um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Ma. Greice Ayra Franco-Assis

Barreiras - BA
2024


DANÚBIA OLIVEIRA DE CARVALHO

**IMPORTÂNCIA DOS VISITANTES FLORAIS EM CULTURA DE ALGODÃO
(*Gossypium hirsutum* L.) SOB O MANEJO CONVENCIONAL PRÓXIMO E
DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO NO MUNICÍPIO DE
BARREIRAS-BA**


Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia-UNEB como um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em 18/12/2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **GREICE AYRA FRANCO DE ASSIS**
Data: 17/01/2025 19:31:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Ma. Greice Ayra Franco-Assis
Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia-UFU
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

Documento assinado digitalmente
 **VIVIANY TEIXEIRA DO NASCIMENTO**
Data: 17/01/2025 19:59:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Viviany Teixeira do Nascimento
Doutorado em Biotecnologia em Recursos Naturais-Rede Nordeste de Biotecnologia
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

Documento assinado digitalmente
 **FABIO DE OLIVEIRA**
Data: 17/01/2025 22:46:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Fábio de Oliveira
Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal da Bahia-UFBA
Docente da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – *Campus IX*

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque até aqui o Senhor me ajudou e encorajou para suportar os dias mais difíceis. Agradeço por ser Elohim “Todo-Poderoso”, mas principalmente por ser Emmanuel, “Deus conosco”. Sou grata por sua graça, que me protege como uma enorme muralha e me basta.

Aos meus pais, Sirlene Oliveira Passos e Adelino Ribeiro de Carvalho, que vivem na roça e, mesmo com tantas limitações, sempre me incentivou a acreditar nos meus sonhos. Nunca me faltou amor, exemplo, força e resiliência. Não poderia ter tido pais melhores.

Às minhas irmãs, particularmente, Denise Oliveira Carvalho, que sempre foi um exemplo de estudante dedicada, decidida, ótima mãe e tia. Nunca esquecerei o carinho que meu filho tem por você e tudo que você já fez por ele. À Débora Oliveira de Carvalho, uma das pessoas mais especiais que já conheci, tem algo de mágico nela que ao andar é como se estivesse sob a luz das mais brilhantes estrelas.

Ao meu filho, Natsu Carvalho de Oliveira, por ser exatamente como ele é, carinhoso, compreensivo, paciente, a personificação da alegria e luz nesse mundo sombrio. Meu amor é eterno e imensurável que não sou capaz de expressar em palavras.

Aos sertanejos do Povoado do Cercadinho, que me acolheram e incentivaram a persistir com resiliência, apesar de todas as adversidades da vida, na trajetória acadêmica. Um povo de luta, fé, hospitalidade e amor.

Aos meus amigos e irmãos em Cristo Jesus, José Alexandre Menezes, Renan Carvalho, Vitória Ferreira, Juliana Oliveira, Felipe Soares, Paulo Henrique, Jhulia Carvalho e Laís que, apesar dos meus destemperos, me suportaram em amor até aqui.

À Célula Ágape por me mostrar o amor altruísta e incondicional de Cristo por nós, na sua forma mais genuína. Como é bom ser família Ágape! Agradeço, especialmente, ao meu líder de célula, Renan Carvalho, por saber o significado de comunhão e colocar em prática.

Ao meu grande amigo, Tauiliam de Jesus Tavares, que me ajudou, acolheu, chorou e riu comigo durante toda a trajetória acadêmica. Já disse e repito: o caminho até aqui seria muito mais árduo sem ele.

Aos meus amigos de faculdade, Thifanny Pereira de Araújo e Vinicius Barreto, que tornaram a caminhada mais leve de alguma forma.

À minha colega de quarto, Natiele Santos, por compartilhar risadas e devaneios em noites de insônia e por respeitar o meu espaço.

À minha orientadora, Greice Ayra Franco-Assis, por dispor de tempo e paciência em meio a todas as suas demandas enquanto professora. Sempre será um exemplo para mim de organização e inteligência.

Aos docentes que me acompanharam durante o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, especialmente a professora Viviany Teixeira do Nascimento e o professor Fábio de Oliveira, que compuseram a banca de avaliação.

À Universidade do Estado da Bahia, da Bahia-UNEB *Campus IX*, pela oportunidade e todo o apoio e inclusão através dos programas de permanência, principalmente a Residência Universitária de Barreiras (RUB) que, apesar de ser resultado de uma política ainda falha em muitos aspectos, é um suporte para todos nós.

A todos, obrigada por contribuírem de alguma forma na construção desse trabalho.

Que haja uma luz para você nos lugares mais
escuros, quando todas as outras luzes se apagarem.

John Ronald Reuel Tolkien

RESUMO

A cultura de algodão é muito importante para a sobrevivência do ser humano, e a sua produção pode ser melhorada através da polinização. Esta pesquisa teve por objetivo estudar, comparativamente, a riqueza de visitantes florais e seus efeitos na reprodução e consequentemente na produtividade da cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) sob o manejo convencional próximo e distante da vegetação nativa do Cerrado no município de Barreiras-BA. O estudo foi desenvolvido durante o período de fevereiro a julho de 2024 no campo Experimental da UNEB, Departamento de Ciências Humanas, *Campus* IX. Uma área de 72 m² foi dividida em dois quadrantes de 36 m² (6m x 6m cada). Em ambos os quadrantes foi plantada a cultivar de algodão DP 2176 B3RF. Um quadrante era situado distante (área A) e o outro próximo à vegetação nativa de Cerrado (área B). Para estimar a viabilidade polínica, 10 botões em pré-antese foram ensacados, aleatoriamente, totalizando 20 botões. Após a antese, a cada intervalo de hora, foram coletadas dez flores; dessas, cinco foram utilizadas para avaliar a viabilidade polínica e cinco à receptividade do estigma. Os visitantes florais foram observados, fotografados, coletados e acondicionados em frascos e encaminhados para o Laboratório de Zoologia e Entomologia da UNEB para posterior identificação. Para avaliar o efeito da polinização biótica sobre a produção de algodão, realizou-se tratamentos como Autopolinização Espontânea (AE), Polinização Cruzada Manual (PCM), e Polinização Aberta (PA). Cerca de 20 a 30 flores foram marcadas, aleatoriamente, em cada área estudada para cada tratamento. O ensacamento das flores ocorreu no estágio de pré-antese utilizando-se sacos de organza. Os dados obtidos para a biologia floral do algodoeiro revelaram que o estigma das flores não estava receptivo às 8h, quando ocorreu a antese, demonstrando receptividade apenas às 10h, permanecendo receptivo até a senescência da flor às 17h, e o pólen apresentou alta viabilidade na área A (77,4%) e B (80%). Abelhas, principalmente do gênero *Apis*, destacaram-se como grandes polinizadoras. A área B apresentou maior quantidade de ordem de visitantes florais, provavelmente, por estar próxima à vegetação nativa de Cerrado. O algodão na área A mostrou maior tamanho da pluma no tratamento de PCM e maior produtividade com PA. Na área B, o maior tamanho e peso da pluma ocorreram com PCM, seguida da PA. Em ambas as áreas, a AE resultou em menor produtividade. Desta forma, pode-se concluir que a polinização aumenta a produtividade quando comparada à autopolinização. A pesquisa conserva que apesar do algodão uma planta autógama, se beneficia das interações com polinizadores, aumentando tamanho e peso da pluma do algodão. O estudo reforça a importância dos serviços ambientais dos polinizadores e a necessidade de protegê-los, considerando práticas de manejo que integrem áreas nativas, como o Cerrado.

Palavras-chave: polinização; cotonicultura; produtividade agrícola; insetos.

ABSTRACT

Cotton cultivation is very important for human survival, and its production can be improved through pollination. This research aimed to comparatively study the richness of floral visitors and their effects on reproduction and consequently on the productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under conventional management near and far from the native vegetation of the Cerrado in the municipality of Barreiras- BA. The study was developed during the period from February to July 2024 at the Experimental Field of UNEB, Department of Human Sciences, Campus IX. An area of 72 m² was divided into two quadrants of 36 m² (6m x 6m each). In both quadrants, the cotton cultivar DP 2176 B3RF was planted. One quadrant was located far (area A) and the other close to the native vegetation of the Cerrado (area B). To estimate the pollination options, 10 buds in pre-anthesis were randomly bagged, totaling 20 buds. After anthesis, ten flowers were collected at each one-hour interval; of these, five were used to evaluate stigma receptivity and five for stigma receptivity. Floral visitors were observed, photographed, found and stored in vials and sent to the Laboratory of Zoology and Entomology of UNEB for later identification. To evaluate the effect of biotic pollination on cotton production, treatments such as Spontaneous Self-Pollination (SSP), Manual Cross-Pollination (MCP) and Open Pollination (OP) were performed. Approximately 20 to 30 flowers were randomly marked in each scientific area for each treatment. The flowers were closed at the pre-anthesis stage using organza bags. The data obtained for the floral biology of cotton revealed that the stigma of the flowers was not receptive at 8 am, when anthesis occurred, showing receptivity only at 10 am, remaining receptive until flower senescence at 5 pm, and the pollen showed high percentages in areas A (77.4%) and B (80%). Bees, mainly of the *Apis* genus, stood out as the main pollinators. Area B had the highest number of orders of floral visitors, probably because it is close to the native vegetation of the Cerrado. Cotton in the area had the largest plume size in the PCM treatment and the highest productivity with PA. In area B, the largest plume size and weight varied with PCM, followed by PA. In both areas, AE demonstrated the lowest productivity. Thus, it can be concluded that pollination increases productivity when compared to self-pollination. The research shows that, although cotton is an autogamous plant, it benefits from interactions with pollinators, increasing the size and weight of the cotton plume. The study reinforces the importance of environmental services provided by pollinators and the need to observe them, considering management practices that integrate native areas, such as the Cerrado.

Keywords: pollination; cotton farming; agricultural productivity; insects.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 O ALGODÃO	12
2.2 VISITANTES FLORAIS	13
2.3 BIOLOGIA FLORAL E PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
3.2 PLANTIO DO ALGODÃO	17
3.3 CARACTERIZAÇÃO FLORAL	18
3.4 OBSERVAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS	20
3.5 PRODUÇÃO DE FRUTOS (CAPULHOS) E SEMENTES	20
3.6 ANÁLISE DOS DADOS	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 CARACTERIZAÇÃO FLORAL	23
4.2 VISITANTES FLORAIS	23
4.3 PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS NA ÁREA DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO (ANTROPIZADA) (ÁREA A).....	25
4.4 PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS NA ÁREA PRÓXIMA À VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO (ÁREA B)	27
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A relação entre plantas e polinizadores é essencial para a preservação dos ecossistemas e para o sucesso reprodutivo de diversas culturas agrícolas, visto que a ação desses insetos contribui para a formação de frutos e sementes (Ollerton *et al.*, 2011; Giannini *et al.*, 2015). Através dessas interações, formam-se relações mutualísticas onde polinizadores coletam os recursos florais através de atividades de forrageamento enquanto viabilizam a reprodução das plantas (Agostini *et al.*, 2014).

De acordo com Imperatriz-Fonseca; Joly (2017) conforme for maior a diversidade de polinizadores que visitam uma cultura agrícola, maior tende a ser os rendimentos e qualidade em frutos e sementes, em comparação com cultivos que dependem de um único polinizador. Essa diversidade de espécies favorece uma polinização mais eficiente das culturas, mesmo quando há abundância de espécies manejadas, como *Apis mellifera*. Assim, o trabalho de polinização é extremamente importante visto que proporciona um aumento da produtividade (Toledo *et al.*, 2011; Ferenczi *et al.*, 2023).

É importante destacar, contudo, que nem todo visitante floral é um polinizador, já que alguns podem danificar as estruturas das flores, afetar a produção de recursos e alterar a longevidade das flores, interferindo assim no papel dos polinizadores eficazes (Zhang *et al.*, 2007). Dessa forma, observar o comportamento dos visitantes florais é fundamental para determinar se um visitante específico atua efetivamente como polinizador, aspecto crucial nas pesquisas de biologia da polinização. Conforme Alvez-dos-Santos *et al.* (2016), um polinizador eficaz deve atender a certos critérios, como realizar visitas legítimas, carregar pólen e tocar o estigma, ser frequente, ter fidelidade à planta e apresentar uma rota de voo vantajosa entre flores da mesma espécie.

No caso do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), uma cultura de grande relevância econômica, especialmente em regiões como o Extremo Oeste da Bahia que se destacada como uma das principais regiões produtoras de algodão no Brasil, onde se localiza o município de Barreiras, a presença de visitantes florais pode influenciar diretamente a produtividade e a qualidade das fibras (Toledo *et al.*, 2011; Ferenczi *et al.*, 2023).

Diante do cenário por ora construído, questiona-se: qual a importância dos visitantes florais em culturas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) sob o manejo convencional próximo e distante da vegetação nativa no município de Barreiras, Bahia?

A partir de tal questionamento, essa pesquisa tem como propósito estudar, comparativamente, a riqueza de visitantes florais (polinizadores e não polinizadores) e seus

efeitos na reprodução e conseqüentemente na produtividade da cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) sob o manejo convencional próximo e distante de áreas nativas no município de Barreiras-BA.

Frente ao objetivo traçado, foram elaborados alguns objetivos específicos, os seguintes:

I. Caracterizar a biologia floral da espécie *Gossypium hirsutum* L.; II. Identificar e comparar a riqueza de visitantes florais (polinizadores e não polinizadores) da cultura estudada nas diferentes áreas; III. Quantificar e comparar entre as áreas o efeito da polinização biótica sobre a produção de frutos e sementes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O ALGODÃO

Gossypium hirsutum L., vulgarmente conhecido como algodão, é uma angiosperma pertencente à Família Malvaceae, que apresenta flores melitófilas, autocompatíveis (Martins *et al.*, 2008) e alta complexidade morfológica e fisiológica. A flor é uma parte crucial da planta, responsável pela reprodução e posterior formação das fibras que se conhece como algodão. O ciclo do algodoeiro varia de 130 a 220 dias, e requer atenção cuidadosa ao manejo de solo, irrigação e controle de pragas, como o bicudo-do-algodoeiro e doenças como a ramulária (Beltrão *et al.*, 2011; Queiroga *et al.*, 2023).

As fibras do algodão são o principal recurso do algodoeiro, amplamente exportadas para abastecer a indústria têxtil global, com destaque para a produção de roupas e tecidos. Além da fibra, o algodão também oferece o caroço, utilizado na produção de sementes, na alimentação animal e como fonte importante para a produção de óleo (Abrapa, 2023). O algodoeiro, consolidado como uma das culturas agrícolas mais essenciais do planeta, exerce forte impacto econômico e industrial mundial (Zang *et al.*, 2007; Queiroga *et al.*, 2023).

Além de ser uma commodity fundamental para a indústria têxtil global, o algodão é alvo de iniciativas voltadas ao aumento da rastreabilidade e transparência na cadeia produtiva. Essas ações permitem um controle mais eficiente e garantem que a produção seja realizada de forma ética e responsável (Rarder *et al.*, 2020; Porto *et al.*, 2020; Sossa, 2022).

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial de algodão, atrás da China e da Índia. Na safra 2023/2024, o país colheu aproximadamente 14,57 milhões de fardos de 480 libras (cerca de 3,17 milhões de toneladas), representando cerca de 13% da produção global (Boschiero, 2024). Além disso, o Brasil alcançou a liderança como maior exportador mundial de algodão na mesma safra, superando os Estados Unidos, graças à alta qualidade de sua fibra e à adoção de tecnologias avançadas no cultivo (Vilela *et al.*, 2020; Abrapa, 2023). Somente em agosto de 2023 foram exportadas 104,3 mil toneladas de algodão (Conab, 2023), reafirmando a posição do Brasil enquanto excelente exportador dessa cultura.

O algodão é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, contribuindo com cerca de R\$ 16,1 bilhões para o PIB nacional (CEPEA, 2023). Seu cultivo concentra-se no Cerrado (Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Bahia), um bioma que ocupa aproximadamente 203,4 milhões de hectares, equivalente a 24% do território nacional e 50% da área agrícola do país. Essa região responde por 95 a 98% da produção nacional de algodão, graças a condições

climáticas favoráveis, como alta luminosidade, baixa umidade e solos bem drenados, que garantem alta produtividade e menor incidência de pragas e doenças (Ferreira *et al.*, 2022).

O Estado da Bahia ocupa um lugar de destaque na produção nacional de cotonicultura, especialmente, na região oeste do estado. A cultura é uma das principais atividades econômicas regionais, gerando empregos, impulsionando a renda e fortalecendo o agronegócio local. Além disso, o estado se beneficia da combinação de condições climáticas adequadas e da aplicação de tecnologias modernas, contribuindo para consolidar o Brasil como referência global na produção de algodão (CEPEA, 2023; Abrapa, 2023)

Nos últimos anos, a sustentabilidade tem sido um foco crescente na produção de algodão no Brasil. Mais de 80% da produção nacional já segue padrões socioambientais, promovendo práticas como a agricultura regenerativa e a produção de algodão de baixo carbono, o que fortalece a posição do Brasil como líder mundial em algodão sustentável (Vilela *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2022).

2.2 VISITANTES FLORAIS

Os visitantes florais são extremamente importantes porque desempenham um serviço ecossistêmico indispensável, notadamente, a polinização, que é crucial para a reprodução das plantas e manutenção da biodiversidade (Kevan; Viana, 2003; Alves, 2015). A polinização biótica, mediada por agentes vivos como insetos, é a mais destacada, sendo responsável por grande parte da transferência de pólen entre as flores (Faegri; Pijl, 2013). Esses visitantes são animais que procuram néctar, pólen ou abrigo nas flores, e muitos, como as abelhas e borboletas, atuam como polinizadores, transferindo pólen de uma flor para outra, ajudando no processo de reprodução das plantas (Klein *et al.*, 2007; Rader *et al.*, 2020). Esse processo é fundamental para cerca de 90% das espécies de angiospermas, além de beneficiar cerca de 87 das 115 principais safras no mundo (Klein *et al.*, 2007; Ollerton *et al.*, 2011). No entanto, nem todo visitante floral é um polinizador efetivo. Alguns podem danificar as partes florais, afetar a produção de recursos ou alterar a longevidade da flor, o que interfere no papel dos polinizadores efetivos (Zhang *et al.*, 2007). Para ser considerado um polinizador, o visitante precisa cumprir certos requisitos, como realizar visitas legítimas, carregar pólen, tocar o estigma, ser frequente, ter fidelidade à planta e possuir uma rota de voo favorável entre flores da mesma espécie (Santos *et al.*, 2014; Alves-dos-Santos *et al.*, 2016).

Entre os polinizadores mais comuns e eficientes estão as abelhas, que pertencem à ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, infraordem Aculeata, constituindo, junto com as

vespas esfeciformes, a superfamília Apoidea, com mais de 16 mil espécies descritas mundialmente (Pinheiro *et al.*, 2014). Essas espécies variam em tamanho (2-50 mm), forma, coloração, hábitos de nidificação e modo de vida, apresentando diferentes níveis de organização social, podendo ser solitárias ou eussociais (Gullan; Cranston, 2012; Agostini *et al.*, 2014; Pinheiro *et al.*, 2014). Entre as mais conhecidas, destaca-se a *Apis mellifera* L., popularmente conhecida como abelha-do-mel, amplamente explorada comercialmente, sendo a abelha social mais reconhecida (Pinheiro *et al.*, 2014; Imperatriz-Fonseca; Joly, 2017).

De acordo com Pinheiro *et al.* (2014), as abelhas desempenham um papel essencial na polinização, tendo estabelecido uma forte relação com as angiospermas ao longo do tempo. Elas dependem das flores e seus recursos florais para sobreviver, tornando-se os principais polinizadores bióticos de muitas espécies de plantas (Wolowski *et al.*, 2019). Esse vasto grupo de insetos contribui diretamente para a sobrevivência e diversificação das angiospermas, de modo que muitas espécies dessas plantas são, em grande parte ou exclusivamente, polinizadas por abelhas (Agostini *et al.*, 2014).

A interação entre as flores e os polinizadores é uma forma de mutualismo. No entanto, nem todos os visitantes florais realizam polinização efetiva. Alguns insetos buscam apenas os recursos sem transferir pólen, o que torna crucial avaliar se o visitante é realmente um polinizador (Agostini *et al.*, 2014). A polinização não apenas garante a reprodução das plantas silvestres, mas também aumenta a produtividade e a qualidade dos frutos das espécies cultivadas, valorizando a produção agrícola (Santos *et al.*, 2014; Ferenczi *et al.*, 2023).

2.3 BIOLOGIA FLORAL E PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO

Segundo Martins *et al.* (2008), apesar de o algodão ser uma planta autógama, a polinização por abelhas pode conferir ao algodão uma maior produtividade, aumentando produção de fibras, melhorando as taxas de germinação e qualidade da descendência, além de adiantar a colheita. Alguns estudos comprovam a eficiência da polinização biótica para a formação de frutos com maior qualidade comercial apresentando, por exemplo, maior tamanho e/ou peso, ou até mesmo um número maior de frutos produzidos (Del Sarto *et al.*, 2005; Roselino, 2005; Montemor; Malerbo, 2009; Hünicken *et al.*, 2020; Pardo; Borges, 2020; Jordan *et al.*, 2021, Vasques *et al.*, 2023).

Porto *et al.* (2020) salientam a importância de polinizadores em safras brasileiras. De acordo com Toledo *et al.* (2011) e Ferenczi *et al.* (2023), a ocorrência de agentes polinizadores em áreas agrícolas induz o aumento de grãos, frutos e sementes. Além de aumentar o teor de

óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, diminui o ciclo de determinadas culturas, padroniza o amadurecimento dos frutos e evita as perdas na colheita (Chiari *et al.*, 2008). Logo, o papel da ecologia é fundamental para que haja o equilíbrio entre a sustentabilidade e produtividade, uma vez que em muitas partes do mundo já existe a perda da biodiversidade. Esta realidade ameaça tanto os serviços ecossistêmicos quanto a produção agrícola (Landis, 2017).

Pires *et al.* (2015) demonstraram que as flores do algodão polinizadas por abelhas obtiveram um aumento de aproximadamente 12% a 16% no peso médio das fibras e de 17% no número de sementes por capulho do que as flores que não foram polinizadas. Esse fato reflete a importância dos polinizadores para a melhoria da qualidade e quantidade do algodão produzido, reforçando o papel ecológico e econômico essencial da preservação dos polinizadores na agricultura (Porto *et al.*, 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

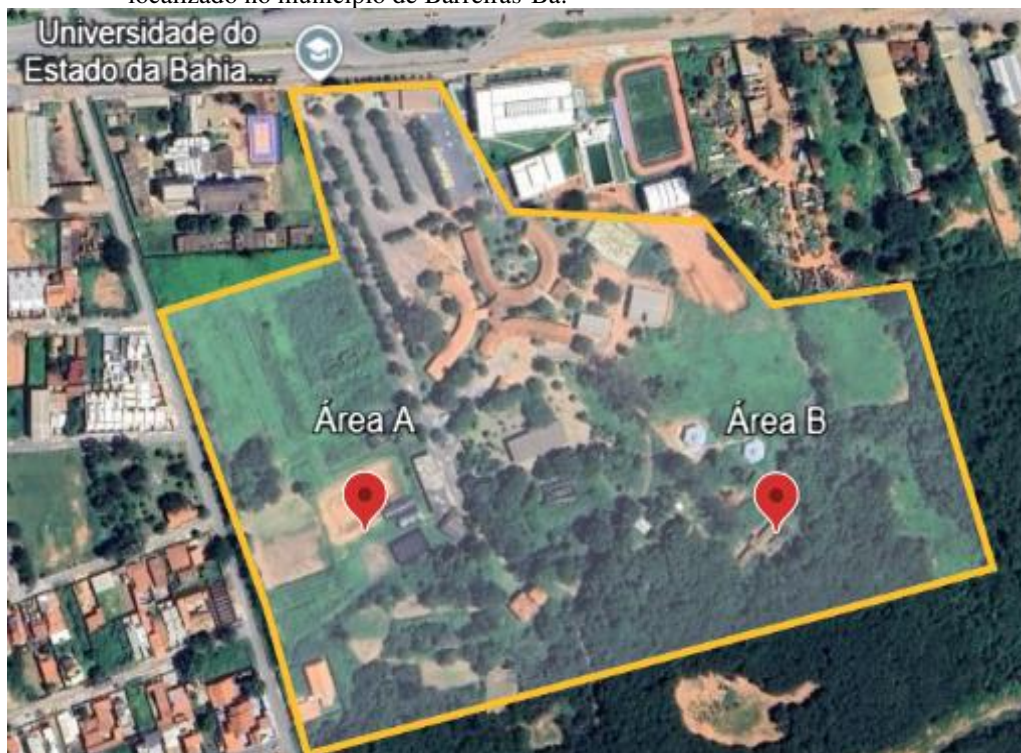
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Barreiras, situado no extremo oeste da Bahia, com altitude de 430 m, distante 871 km da capital Salvador e 613 km da capital do Brasil, Brasília. O município de Barreiras tem uma área de 7.861,762 km² e uma população de 159.734 pessoas com densidade demográfica de 19,84 hab/km² (IBGE, 2023).

O bioma do município é do tipo Cerrado e possui biodiversidade singular, com distinção das suas características físicas em relação à porção leste do estado, tanto nos aspectos climáticos, geomorfológicos e de vegetação (Baiardi, 2015).

Para a realização da pesquisa, foram escolhidas duas áreas amostrais no campo Experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB *Campus IX* (Figura 1). Cada área amostral foi representada por um quadrante de 36 m² medindo 6m x 6m, de modo que o total da área foi de 72 m². Um quadrante encontra-se em uma área antropizada (viveiro, cultivo de hortaliças, fragmentos sem vegetação), denominado de área A, distante da vegetação nativa de Cerrado, enquanto o segundo quadrante ficava a uma distância de 2 metros da margem da vegetação nativa de Cerrado, sendo a área B. A pesquisa foi conduzida durante o período de fevereiro a julho de 2024.

Figura 1- Campo Experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB *Campus IX*, localizado no município de Barreiras-Ba.

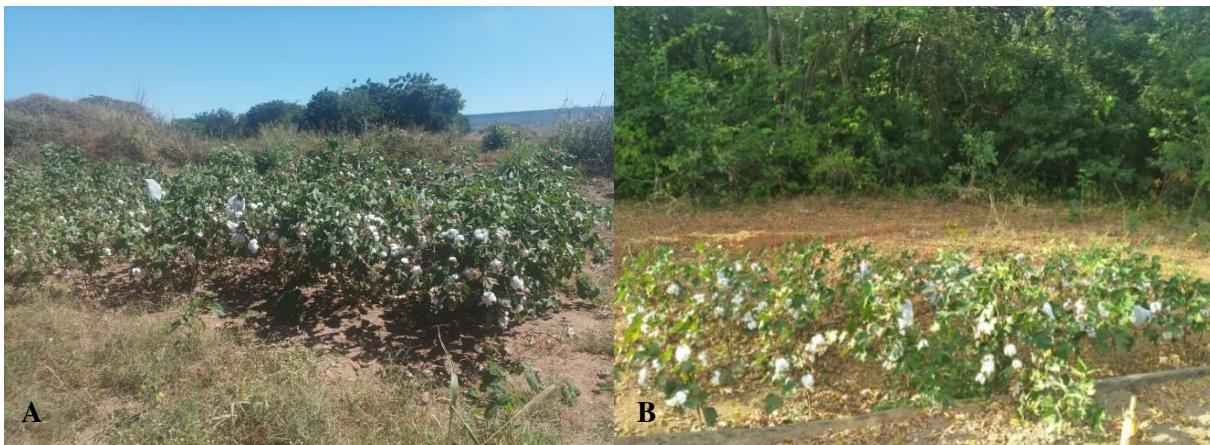


Fonte: Autor (2024).

3.2 PLANTIO DO ALGODÃO

O plantio do algodão, *Gossypium hirsutum*, CV. Delta Pine 2176 B3RF na área A, ocorreu no dia 19 de fevereiro de 2024. Enquanto na área B, o plantio foi realizado em 04 de março de 2024 (Figura 2). A coleta de dados, por sua vez, ocorreu de maneira alternada entre as duas áreas.

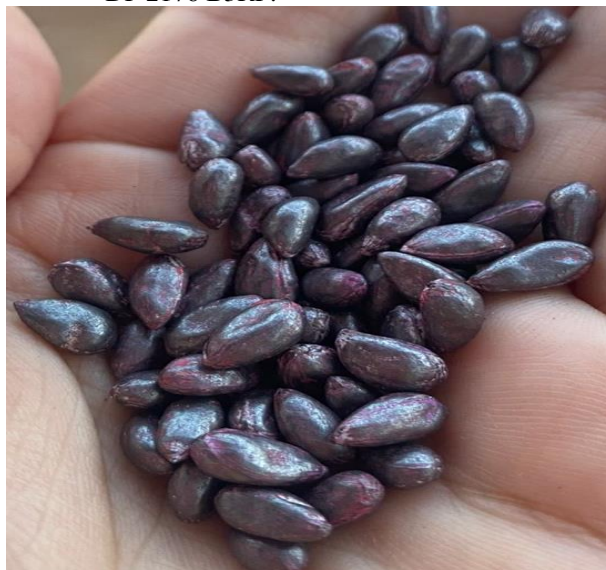
Figura 2 - Cultivo do algodão *Gossypium hirsutum* (CV. Delta Pine 2176 B3RF) no campo experimental da UNEB Campus IX, Barreiras-BA. Área A – distante da vegetação nativa de Cerrado e Área B - próxima a vegetação nativa de Cerrado no período de fevereiro a julho de 2024.



Fonte: Autor (2024).

Para a realização da pesquisa, var. DP 2176 B3RF (Figura 3) da marca Deltapine da empresa Bayer®. De acordo com a Agro Bayer (2023), o lançamento da DP 2176 B3RF representa um diferencial capaz de gerar resultados positivos nas lavouras de algodão, como a estabilidade, qualidade de fibra, alto teto produtivo e adaptabilidade em ambientes de 1ª e 2ª safra.

Figura 3 - Sementes de algodão *Gossypium hirsutum* cultivar DP 2176 B3RF.



Fonte: Autor (2024).

Após o plantio, ocorreu a aplicação de ureia em ambas as áreas, no dia 12 de março de 2024. Já a colheita, por sua vez, ocorreu no dia 19 de julho de 2024 e em seguida, realizou-se a limpeza da área de plantio devido ao vazio sanitário.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FLORAL

Para avaliar o percentual de viabilidade polínica, de acordo com Radford *et al.* (1974), foram ensacados, aleatoriamente, 10 botões em pré-antese de cada área, totalizando 20 botões (Figura 4). Após a antese, a cada intervalo de hora, começando às 7h e terminando às 17h, foram coletadas dez flores; dessas, cinco foram utilizadas para avaliar a viabilidade polínica e cinco para a receptividade estigmática.

Figura 4 - Ensacamento dos botões de *Gossypium hirsutum* (DP 2176 B3RF) em pré-antese na área experimental da UNEB Campus IX, Barreiras-BA/2024.



Fonte: Autor (2024).

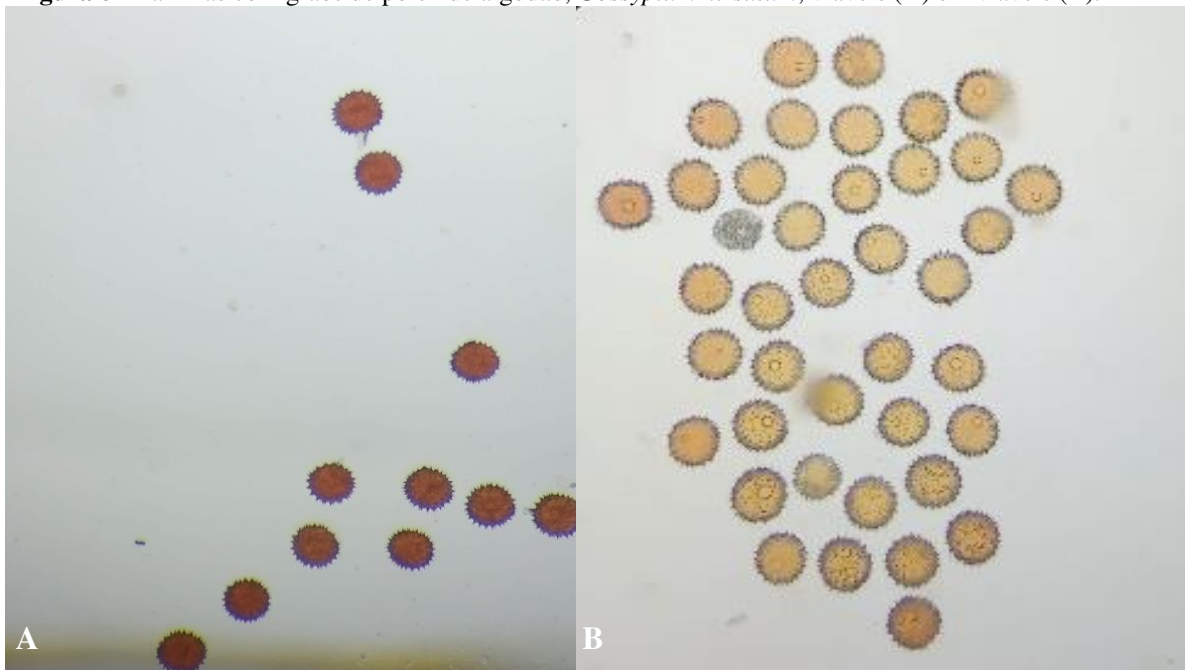
Para a avaliação da viabilidade polínica, as anteras foram extraídas, esmagadas em lâminas de vidro e coradas com carmim acético a 1,2% (Radford *et al.*, 1974) (Figura 5). Após esse processo, os grãos de pólen foram contados e classificados em viáveis, quando corados, e inviáveis, quando não corados (Figura 6).

Figura 5 - Preparação de lâminas para avaliar a viabilidade polínica de *Gossypium hirsutum* (DP 2176 B3RF).



Fonte: Autor (2024).

Figura 6 - Lâminas com grãos de pólen de algodão, *Gossypium hirsutum*, viáveis (A) e inviáveis (B).



Fonte: Autor (2024).

Para avaliar a receptividade do estigma, foi utilizado a metodologia de aplicação de gotas de H_2O_2 a 10% sobre a superfície estigmática, tendo-se receptividade na presença de formação de bolhas (Zeisler, 1938).

3.4 OBSERVAÇÃO DOS VISITANTES FLORAIS

Para identificar e comparar a riqueza de visitantes florais, em cada área de plantio, realizou-se a observação focal destes. Esta inspeção ocorreu em 10 plantas por área e cinco botões por planta, totalizando 20 plantas e 100 botões. As observações sucederam em intervalos de 5 minutos por planta, perfazendo 50 minutos de observação com um intervalo de 10 minutos para descanso. As observações foram realizadas ao decorrer do dia, no turno matutino (7h às 10h) e no turno vespertino (12 às 17h) alternadamente. Ao todo foram 30 horas de observação no período de seis dias de inspeção.

Para calcular a frequência dos visitantes, foi feita a razão entre o número de vezes que o visitante frequentou a flor frente ao número total de visitas registradas. Posteriormente, os visitantes foram classificados em 1- polinizadores ou legítimos (quando durante a visita entraram em contato com o estigma e os estames) ou 2 – Pilhadores ou ilegítimos (quando acessam o recurso sem entrar em contato com os órgãos reprodutivos) (Alves-dos-Santos *et al.*, 2016). Sempre que possível, os visitantes eram fotografados, coletados e sacrificados.

Para a coleta dos visitantes florais, utilizou-se uma rede entomológica e após a captura, os insetos foram colocados em uma câmara mortífera, contendo acetona (C_3H_6O). Em seguida, foram colocados em frascos de vidro contendo álcool 70% e levados para o Laboratório de Zoologia e Entomologia (LaZooEn) da UNEB *Campus IX* para posterior identificação.

3.5 PRODUÇÃO DE FRUTOS (CAPULHOS) E SEMENTES

Para avaliar o efeito da polinização biótica sobre a produção de algodão, foram realizados tratamentos como Autopolinização Espontânea (AE) – flores não emasculadas são deixadas para se autopolinizarem; Polinização Cruzada Manual (PCM): flores emasculadas recebem grãos de pólen de outras plantas de algodão e Polinização Aberta (PA): flores não-emasculadas com acesso livre dos visitantes (Figura 7).

Cerca de 20 a 30 flores foram marcadas, aleatoriamente, em cada área trabalhada para cada tratamento (AE, PA, PCM). O ensacamento das flores ocorreu no estágio de pré-antese utilizando-se sacos de organza (15 cm x 20 cm). Após a antese, com pólen disponível e estigma receptivo os tratamentos foram realizados e as flores dos tratamentos AE e PCM foram ensacadas novamente com base no horário dos testes de viabilidade e receptividade.

Figura 7 - Tratamentos realizados em *Gossypium hirsutum* (CV. Delta Pine 2176 B3RF): Autopolinização Espontânea (A), Polinização Cruzada manual (B) e Polinização Aberta (C) no campo experimental da UNEB *Campus IX*, Barreiras-BA/2024.

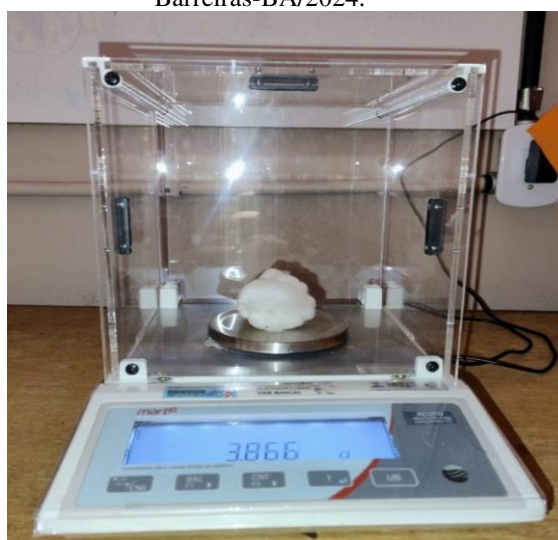


Fonte: Autor (2024).

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Para a construção e apresentação dos resultados as plumas do algodão, de ambas as áreas, foram coletadas e pesadas em balança de precisão (Figura 8) e medidas com o uso de paquímetro (Figura 9) no Laboratório de Biologia Floral (LABIFLOR) na Universidade do Estado da Bahia-UNEB *Campus IX*, com o intuito de observar se houve diferença na produtividade entre cada tratamento. Para a análise estatística da produtividade de cada tratamento (AE, PCM, PA), utilizou-se o programa Sisvar® versão 5.8 (Build 92) e avaliou-se, por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, as variáveis de tamanho e peso dos frutos.

Figura 8- Pesagem da pluma de *Gossypium hirsutum*, no Laboratório de Biologia Floral da UNEB *Campus IX*, Barreiras-BA/2024.



Fonte: Autor (2024).

Figura 9 - Medição da pluma de *Gossypium hirsutum*, no Laboratório de Biologia Floral da UNEB Campus IX, Barreiras-BA/2024.



Fonte: Autor (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FLORAL

O teste de receptividade estigmática de *Gossypium hirsutum* demonstrou que, tanto na área A quanto na área B, durante o período de observação (7h às 17h), o estigma não estava receptivo às 8h, quando ocorreu a antese. Assim como nos estudos de Martin *et al.* (2007), o estigma demonstrou receptividade apenas 2h após a ocorrência da antese, às 10h, permanecendo receptivo até a senescência da flor às 17h, quando as pétalas sofrem descoloração e murcham (Queiroga *et al.*, 2023). Ademais, o estigma das flores esteve receptivo durante todo o período de observação, como mostra a Figura 10.

Figura 10- Estigma receptivo de *Gossypium hirsutum* L. (CV. Delta Pine 2176 B3RF) no campo experimental da UNEB Campus IX, Barreiras-BA/2024.



Fonte: Autor (2024).

O pólen apresentou viabilidade de 77,4% na área A e de 80% na área B, demonstrando que o algodão estava viável para fecundação. O grão de pólen viável determina a germinação e fecundação da cultura (Dafni, 1992). De acordo com Majeed *et al.* (2024), em condições normais, a viabilidade polínica do algodão geralmente fica entre 70% e 90%. Porém, sob altas temperaturas, essa viabilidade pode ser reduzida drasticamente, chegando a cerca de 50%, dependendo da variedade e do tempo de exposição ao estresse. Nesse sentido, a viabilidade polínica em ambas as áreas deste estudo, apresentou alta viabilidade, assim como os estudos de Majeed *et al.* (2024).

4.2 VISITANTES FLORAIS

No que diz respeito aos visitantes florais, as visitas tiveram início no turno matutino (8h) prolongando-se durante todo o dia. Na Área A, ocorreram 215 visitas de abelhas (Hymenoptera), com duas visitas adicionais de indivíduos da ordem Coleoptera, com 0,92% de frequência, totalizando 217 visitas. Na Área B, por sua vez, ocorreram 74 visitas da ordem Hymenoptera, destas, 33 visitas foram apenas de *A. mellifera* L., com visitas adicionais de indivíduos da ordem Coleoptera (18,95%), Orthoptera (14,74%) e Lepidoptera (2,10%), concluindo em 95 visitas (Tabela 1).

Tabela 1 - Visitantes florais em *Gossypium hirsutum* L. no campo Experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB Campus IX, Barreiras-BA/2024.

Ordem	Espécie	Comportamento	Área A		Área B	
			Total de visitas	%	Total de visitas	%
Hymenoptera	Ainda não identificada	Comportamento polinizador, pousava e tentava adentrar a flor insistentemente	215	99,08	41	43,16
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Comportamento polinizador, pousava e tentava adentrar a flor insistentemente			33	34,74
Coleoptera	Ainda não identificada	Pilhador	02	0,92	18	18,95
Orthoptera	Ainda não identificada	Pilhador			14	14,74
Lepidoptera	Ainda não identificada	Ladrão de néctar			2	2,10

Fonte: Autor (2024).

Tanto na Área A, quanto na Área B (Tabela 1) os polinizadores legítimos mais frequentes foram abelhas (Hymenoptera), que é a grande responsável pela polinização em *G. hirsutum* L. (Majeed *et al.*, 2024) das quais se destacaram *A. mellifera* L. (Figura 11) com 34,74% de frequência na área B.

Figura 11 - Abelha *Apis mellifera* L. polinizando a flor de *Gossypium hirsutum* no campo experimental da UNEB Campus IX, Barreiras-BA/2024.



Fonte: Autor (2024).

Já os visitantes pilhadores (Tabela 1) encontrados em ambas as áreas foram indivíduos da ordem Coleoptera, com 0,92% de frequência para a área A e 18,85% para a área B. Outros pilhadores das ordens Orthoptera e Lepidoptera foram encontrados somente na área B, com 14,74% e 2,10% de frequência, respectivamente.

De acordo com Hünicken *et al.* (2021), a abundância e a diversidade dos polinizadores são profundamente influenciadas pela estrutura da paisagem. As abelhas, em especial, dependem do pólen e do néctar tanto para a sua nutrição quanto para o abastecimento dos ninhos, o que torna a presença de habitats ricos em recursos florais essenciais para sua sobrevivência e eficiência como polinizadores (McGregor, 1976; Klein *et al.*, 2007). Isso pode explicar o motivo pelo qual a área B foi visitada por uma maior quantidade de ordens de insetos, visto que se encontra mais próxima à margem do Cerrado, rodeada de vegetação nativa com maior diversidade de recursos ao redor do plantio do algodão. Desta forma, é notório que o manejo de áreas agrícolas próximo a vegetações nativas, como o Cerrado, apresenta grande valor para a produtividade de diferentes culturas agrícolas, pois a manutenção desses habitats permite a conservação, diversidade e aumento da densidade de visitantes (Rader *et al.*, 2020; Porto *et al.*, 2020; Ferreira *et al.*, 2022).

Em síntese, abelhas *Apis mellifera* podem ter contribuído com a produtividade do algodoeiro, uma vez que abelhas do gênero *Apis* são consideradas polinizadoras de diversas culturas, incluindo o algodão (Ferenczi *et al.*, 2023).

4.3 PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS NA ÁREA DISTANTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO (ANTROPIZADA) (ÁREA A)

Na área A, o algodão apresentou maior tamanho da pluma no tratamento de polinização cruzada manual (PCM) (66,04 cm), seguido da polinização aberta (PA) (65,06 cm), e teve produção de pluma menor no tratamento de autopolinização espontânea (AE) (45,29 cm), ficando abaixo do comprimento médio, 58,79 cm por pluma, quando comparado aos outros tratamentos PCM e PA nessa área (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios referentes ao tamanho da pluma do algodão em diferentes tratamentos da polinização em área distante a vegetação nativa de Cerrado no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, *Campus IX*.

Área	Tamanho
A	--cm--
AE	45,29 b
PA	65,06 a
PCM	66,04 a
DMS	8,59

A = cultivo de algodão em área antropizada. AE = autopolinização espontânea; PA = polinização aberta; PCM = polinização cruzada manual. DMS = diferença mínima significativa. Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao peso, o algodão apresentou maior produtividade no tratamento de polinização aberta (5,01g), seguido da polinização cruzada manual (4,55g) e teve produção de pluma mais leve no tratamento de autopolinização espontânea (3,7g), ficando abaixo do peso médio (4,42 g), quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios referentes ao peso da pluma do algodão em diferentes tratamentos da polinização em área distante da vegetação nativa de no Cerrado no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, *Campus IX*.

Área	Peso
A	--g--
AE	3,7 b
PA	5,01 a
PCM	4,55 a
DMS	0,82

A = cultivo de algodão em área antropizada. AE = autopolinização espontânea; PA = polinização aberta; PCM = polinização cruzada manual. DMS = diferença mínima significativa. Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento de autopolinização espontânea (AE) mostrou-se menos eficiente. Esse fator também foi observado no estudo de Martins *et al.* (2008), que tiveram maior produção do algodão, tanto quantitativa quanto qualitativa, quando submetidos aos polinizadores. A polinização espontânea em algodoieiro é menos eficiente em comparação a outras formas de polinização, como a manual cruzada e a polinização aberta, visto que tende a resultar em menor frutificação e menor número de sementes por fruto. Comparativamente, a presença de

polinizadores naturais aumenta a produtividade e a qualidade do algodão devido à maior taxa de frutificação e desenvolvimento dos frutos e fibras (Martins *et al.*, 2008).

4.4 PRODUTIVIDADE DOS TRATAMENTOS NA ÁREA PRÓXIMA À VEGETAÇÃO NATIVA DE CERRADO (ÁREA B)

Nesta área, o algodão apresentou maior tamanho e peso da pluma no tratamento de polinização cruzada manual (PCM), com 77,88 cm e 4,84g, seguido da polinização aberta (PA), com 62,64 cm e 4,19g, e teve menor produtividade no tratamento de autopolinização espontânea (AE), com a pluma medindo 46,91cm e 2,99g, ficando abaixo do comprimento e peso médio, de 2,47 cm e 4g, respectivamente, quando comparado aos outros tratamentos (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 - Valores médios referentes ao tamanho da pluma do algodão em diferentes tratamentos da polinização em área próxima à vegetação nativa de Cerrado no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, *Campus IX*.

Área	Tamanho
B	--cm--
AE	46,91 c
PA	62,64 b
PCM	77,88 a
DMS	8,59

B = cultivo de algodão em área de Cerrado. AE = autopolinização espontânea; PA = polinização aberta; PCM = polinização cruzada manual. DMS = diferença mínima significativa. Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Valores médios referentes ao peso da pluma do algodão em diferentes tratamentos da polinização em área próxima à vegetação nativa de Cerrado no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia-UNEB, *Campus IX*.

Área	Peso
B	--g--
AE	2,99 b
PA	4,19 a
PCM	4,84 a
DMS	0,82

B = cultivo de algodão em área de Cerrado. AE = autopolinização espontânea; PA = polinização aberta; PCM = polinização cruzada manual. DMS = diferença mínima significativa. Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nesta área, a cultura do algodoeiro apresentou uma maior produtividade, frente a produção da área A, pois houve um maior tamanho médio das plumas no tratamento de polinização cruzada manual. Esse resultado expressa que a troca de pólen, e consequentemente

a fecundação cruzada, pode resultar no aumento da produtividade da cultura (Klein *et al.*, 2020).

Em ambas as áreas, o tratamento que resultou em menor produtividade foi o tratamento de autopolinização espontânea. Nesse sentido, e por meio dos bons resultados obtidos nas duas áreas de plantio sob polinização cruzada e aberta, observa-se que a ação polinizadora proporciona efeitos positivos quando comparado à autopolinização. Conforme Elisante *et al.* (2020), o forrageamento dos insetos pode provocar grande movimentação nas flores, permitindo que o pólen seja depositado nos estigmas e favorecendo a fertilização.

5 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou a importância da polinização por insetos para o aumento da produtividade do algodão (*Gossypium hirsutum*), demonstrando que, apesar de ser uma planta autógama, a cultura se beneficia significativamente das interações com polinizadores.

A polinização cruzada manual (PCM) e a polinização aberta (PA) superaram a autopolinização espontânea (AE) em termos de tamanho e peso da pluma. Esses resultados evidenciam o papel essencial dos polinizadores, especialmente das abelhas, com destaque para o gênero *Apis*.

Com isso, evidencia-se a importância dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores, reforçando a necessidade de protegê-los e de implementar práticas de manejo que priorizem a proximidade de plantas cultivadas das áreas de vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA - Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **Informe mensal, 2023**. Disponível em: <<http://abrapa.com.br/2023/10/04/abrapa-elevou-a-estimativa-de-producao-da-safra-de-algodao-2022-2023/>>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- AGRO BAYER BRASIL. **Deltapine lança duas variedades, incluindo o campeão geral da rede de ensaios**. 2023. Disponível em: <<https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/deltapine-lanca-duas-variedades>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Recursos florais. *In*: RECH, A. R. *et al.* (org.). **Biologia da polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. cap. 6, p. 129-150.
- ALCÂNTARA, I. R.; VEDANA, R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O caso emblemático da produção de algodão no Brasil de 1974 a 2019. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 54, n. 2, jun. 2023.
- ALVES, D. A. A importância da paisagem agrícola no serviço de polinização das abelhas. *In*: Associação Brasileira de Estudos das Abelhas (org.). **Agricultura e polinizadores**. São Paulo: A.B.E.L.H.A, 2015, cap. 3, p. 32-43.
- ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I. DA; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. DE M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 2, p. 295-307, abr./jun., 2016.
- ANTONINI, Y. *et al.* Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 555-564, ago. 2005.
- BELTRÃO, N. E. M. *et al.* Ecofisiologia do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch.). *In*. BELTRÃO, N. E. M.; de OLIVEIRA, M. I. P. (Ed.). **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. Cap. 2, p. 65-123.
- BOSCHIERO, B.N. 5 maiores produtores de algodão do mundo: Brasil está entre eles! 2024. **Blog Agroadvance**. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-5-maiores-produtores-de-algodao-do-mundo/>. Acesso: 10 nov. 2024.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Perspectiva 2023: Algodão**. 2023. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/perspec-2023-algodao-cepea-estimativa-e-de-aumento-na-producao-brasileira-em-2023>>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- CHIARI, W. C. *et al.* Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica (*Glycine max* (L.) Merrill) Roundup Ready™ cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 267-271, jun. 2008.
- CUNHA, D. A. S. *et al.* Insetos polinizadores em sistemas agrícolas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 18, n. 4, p. 185-194, out. 2014.

DEL SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 98, n. 2, p. 260-266, jun. 2005.

ELISANTE, F. *et al.* Insect pollination is important in a smallholder bean farming system. **PeerJ**, Londres, v. 8, e. 10102, oct. 2020.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **Principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press, 2013.

FALEIRO, F. G. Ecosistema do cerrado na Bahia: possibilidades de desenvolvimento agrícola sustentável e sugestões de linhas de pesquisa. *In*: BAIARDI, A. (org.). **Potencial de agricultura sustentável na Bahia: possibilidades e sugestões de linhas de pesquisa por ecossistemas**. Salvador: EDUFBA, 2015. p. 29-40.

FERREIRA, B. N., *et al.* Cadeia produtiva do algodão no Brasil. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 10, p. e298111031730, out. 2022.

GARRATT, M. P. D. *et al.* The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdã, v. 247, p. 363-370, sep. 2017.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4. ed. São Paulo: Editora Roca Ltda, 2012. 496 p.

HÜNICKEN, P. L.; MORALES, C. L.; GARCÍA, N.; GARIBALDI, L. A. Insect pollination, more than plant nutrition, determines yield quantity and quality in apple and pear. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 49, n. 4, p. 525-532, aug. 2020.

HÜNICKEN, P. L. *et al.* Insect pollination enhances yield stability in two pollinator-dependent crops. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdã, v. 320, p. 107573, aug. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/barreiras/panorama>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* **Polinizadores do Brasil: contribuições e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JOLY, C. A. Avaliação dos polinizadores, polinização e produção de alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES). *In*: **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017. p. 17-33.

JORDAN, A.; PATCH, H. M.; GROZINGER, C. M.; KHANNA, V. Economic dependence and vulnerability of United States agricultural sector on insect-mediated pollination service. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 55, n. 4, p. 2243-2253, apr. 2021.

KEVAN, P. G.; VIANA, B. F. The global decline of pollination services. **Biodiversity**, London, v. 4, n. 4, p. 3-8, out.2003.

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.

KLEIN, A. M. *et al.* A polinização agrícola por insetos no Brasil: um guia para fazendeiros, agricultores, extensionistas, políticos e conservacionistas. **Freiburg: Albert-Ludwigs University Freiburg**, 2020. E-book. 162 p. DOI: 10.6094/UNIFR/151237.

LANDIS, D. A. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology**, Amsterdam, v. 18, p. 1-12, feb. 2017.

MAJEED, S. *et al.* Genetics of biochemical attributes regulating morpho-physiology of upland cotton under high temperature conditions. **Journal of Cotton Research**, China, v. 7, n. 3, p.5, jan. 2024.

MARTINS, C. F. *et al.* Horário de atividade de machos de *Euglossina* (Hymenoptera: Apidae) e preferência por fragrâncias artificiais em mata e dunas na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. **Neotropical Entomology**, Viçosa, v. 36, p. 863-867, dez. 2007.

MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; MELO, R. R. DE; CAMAROTTI, M. DE F. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 107-117, set./dez. 2008.

McGREGOR, S. E. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, D.C.: USDA, 1976. **Agriculture Handbook**, 496 p.

MONTEMOR, K. A.; MALERBO SOUZA, D. T. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 27, n. 1, p. 97-103, jan. 2009.

OLIVEIRA, L. C. **Oferta de recursos e polimorfismos florais em uma flor de pólen**. 2019. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) — Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Uberlândia-MG, 2019.

PARDO, A.; BORGES, P. A. Worldwide importance of insect pollination in apple orchards: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdã, v. 293, p. 106839, may. 2020.

PINHEIRO, M.; GAGLIANONE, M. C.; NUNES, C. E. P.; SIGRIST, M. R.; SANTOS, I. A. DOS. Polinização por abelhas. *In*: RECH, A. R. et al. (org.). **Biologia da polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. cap. 9, p. 207-233.

PORTO, R. G.; ALMEIDA, R. F. de; CRUZ-NETO, O.; TABARELLI, M.; VIANA, B. F.; PERES, C. A.; LOPES, A. V. Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. **Food Security**, Heidelberg, v. 12, n. 6, p. 1425-1442, dec. 2020.

QUEIROGA, P. V.; MENDES, N. V. B.; LIMA, D. C. Tecnologia para produção de óleo de algodão. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 12, n. 3, mar. 2023.

RADER, R.; CUNNINGHAM, S. A.; HOWLETT, B. G.; INOUE, D. W. Non-bee insects as visitors and pollinators of crops: Biology, ecology, and management. **Annual Review of Entomology**, California, v. 65, n. 1, p. 391-407, jan/2020.

RADFORD, A. E. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row. 1974.

ROSELINO, A. C. **Polinização em culturas de pimentão – *Capsicum annuum* por *Melipona quadrifasciata anthidioides* e *Melipona scutellaris* e de morango – *Fragaria x ananassa* por *Scaptotrigona aff. depilis* e *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP, 2005.

SANTOS, I. A.; AIZEN, M.; SILVA, C. I. da. Conservação de polinizadores. *In*: RECH, A. R. *et al.* (org.). **Biologia da Polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. cap. 23, p. 495-524.

SOSSA, C. O. Comparative analysis of the competitiveness of Beninese and Brazilian cotton exports in international trade from 2006 to 2018. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, São Paulo, v. 60, n. 4, e235719, out. 2022.

TOLEDO, V. de A. A. de; PINTO, A. de S.; MALERBO-SOUZA, D.; RÚVOLO-TAKASUSUKI, M. C. Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon Soy 3329. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 123-130, jan.2011.

VASQUES, A. G. E. B. C.; COSTA, K. de M; LEITE, A. V. A importância da polinização biótica em cultivos agrícolas no Brasil. **Diversitas Journal**, Goiânia, v.8, n. 1, p. 0083 – 01, jan./mar. 2023.

VILELA, G. F. *et al.* Cerrado: agricultural production and areas designated for environmental preservation registered in the Brazilian rural environmental registry (Cadastro Ambiental Rural). **Environmental Science and Engineering B.**, Heidelberg, v. 9, n. 3, p. 87-107, abr. 2020.

WOLOWSKI, M. *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. 1. ed. São Carlos: Editora Cubo. 184p. 2019.

ZANG, Y. W. *et al.* Nectar robbing of a carpenter bee and its effects on the reproductive fitness of *Glechoma longituba* (Lamiaceae). **Plant Ecology**, Heidelberg, v. 193, n. 1, p. 1-13, jan. 2007.

ZEISLER, M. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen.
Beiheft Botanischer Zentralblatt, Leipzig, v. 58, p. 308-318, 1938.