



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL - EMBRAPA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MILCELENE CRISTINA BARROS DA SILVA

DIVERSIDADE DE VISITANTES FLORAIS E POTENCIAIS
POLINIZADORES DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae)
EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: CONSÓRCIO COM AÇAIZEIRO
(*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae) NO NORDESTE PARAENSE

BELÉM-PA
2024

MILCELENE CRISTINA BARROS DA SILVA

**DIVERSIDADE DE VISITANTES FLORAIS E POTENCIAIS
POLINIZADORES DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae)
EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: CONSÓRCIO COM AÇAIZEIRO
(*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae) NO NORDESTE PARAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador Acadêmico: Profª. Dra. Dênmora Gomes de Araújo

Orientador Técnico: Dra. Márcia Motta Maués

**BELÉM-PA
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586d Silva, Milcelene Cristina Barros da
Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L. -
Malvaceae) em sistemas agroflorestais : consórcio com açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae) no
Nordeste Paraense / Milcelene Cristina Barros da Silva. - 2024.
46 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Campus Universitário de
Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.
Orientador: Profa. Dra. Dênmora Gomes de Araújo
Coorientador: Profa. Dra. Márcia Motta Maués.
1. Polinização. 2. Entomofauna. 3. Cacaucultura. 4. Amazônia Oriental. 5. SAF. I. Araújo, Dênmora
Gomes de, *orient.* II. Título
-

CDD 595.7

MILCELENE CRISTINA BARROS DA SILVA

**DIVERSIDADE DE VISITANTES FLORAIS E POTENCIAIS
POLINIZADORES DO CACAUEIRO (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae)
EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS: CONSÓRCIO COM AÇAIZEIRO
(*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae) NO NORDESTE PARAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural da
Amazônia, como parte das exigências do Curso de graduação em Engenharia
Agrônômica, para a obtenção do título de Bacharel.

Data da Aprovação: 30 de outubro de 2024

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Dênmora Gomes de Araújo (Orientadora Acadêmica)
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dra. Márcia Motta Maués (Orientadora Técnica)
Embrapa Amazônia Oriental

Profa. Dra. Andréa Magalhães Bezerra
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dra. Aloyséia Cristina da Silva Noronha
Embrapa Amazônia Oriental

**BELÉM-PA
2024**

Dedico esta pesquisa aos meus avós (*in memoriam*), Raimunda Viana Barros e Benedito Barros, por todo amor, dedicação e incentivo para alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Amazônia Oriental, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica do PIBIC CNPq/Embrapa (Processo no. 161938/2023-0) e pela contribuição de conhecimentos na minha formação profissional.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi, pela contribuição na minha formação acadêmica na área da entomologia.

Aos meus tios Zilma Bergerone e Edilson Silva, por todo amor que tiveram em me apoiar nas minhas decisões.

A minha orientadora acadêmica, Dra. Dênora Gomes de Araújo, pela paciência e amizade, durante o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

A minha orientadora técnica e pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Dra. Márcia Motta Maués, pela amizade, pelo carinho, pelos ensinamentos nas práticas de laboratório e no desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

A pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Dra. Aloyséia Cristina da Silva Noronha, pelos conselhos preciosos que levarei para minha vida profissional.

Aos meus amigos, Enzo Bouth, Julia Lima, Nângelo Marques, Sabrina Monteiro, Aldeci Miranda, Maria da Glória dos Santos e Edielson Favacho, não tenho palavras para descrever a amizade, o carinho e a paciência que vocês tiveram nos momentos mais desafiadores da vida pessoal e acadêmica.

Aos meus amigos do Laboratório de Entomologia (Embrapa), Rosinaira Gonzaga, Rayane Gomes, Ian Patrick dos Santos, Izabela Oliveira, Magali Brito, Wilson Franco, Marcos Cordeiro e Waldenor Batista, pela amizade, auxílio no laboratório e na escrita da minha pesquisa.

Aos meus pets Dudu (*in memoriam*), BMO e Ana, por tornarem meus dias menos estressantes durante essa etapa da minha vida.

Aos produtores de Tomé-Açu, Michinori Konagano, Orleans Mesquita, Alberto Oppata, Valter Oppata, Mitsuhiro Ishii, por permitirem realizar os estudos de campo em suas propriedades.

Muito obrigada!

RESUMO

Theobroma cacao L. é uma frutífera arbórea perene de origem amazônica, ombrófila, dependente de polinização cruzada e predominantemente cultivada em sistemas agroflorestais. Os insetos polinizadores são cruciais para a produção de frutos de cacau e conhecer as espécies que realizam essa função e seus comportamentos, pode explicar questões relacionadas às taxas de polinização e, conseqüentemente, a produtividade das plantações. O objetivo do trabalho foi avaliar a abundância e riqueza de visitantes florais e potenciais polinizadores de genótipos híbridos e clonais de cacaueiro (*T. cacao* L.) em sistemas agroflorestais com açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), no município de Tomé-Açu/Pará. O estudo foi realizado em dois períodos de florescimento do cacaueiro (2023 e 2024), em sete propriedades rurais. Os artrópodes provenientes do inventário de visitantes florais em cultivos de híbridos e clones de *T. cacao* L. (projeto PolinizaCacau), foram coletados com aspirador (sugador) entomológico manual, em 400 flores, em cada área de estudo, e conservados em frascos com álcool etílico hidratado 70%, triados e morfotipados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Após a triagem, os espécimes foram preservados em meio líquido - álcool etílico hidratado 70%, posteriormente enviados para taxonomistas para identificação até o nível taxonômico mais inferior possível. Foi utilizado o índice de Shannon-Wiener (H') e coeficiente de Jaccard (J), para obter a diversidade e similaridade da riqueza de artrópodes entre genótipos (clonal e híbrido) e horários de visitação (manhã e tarde). A abundância de visitantes florais e potenciais polinizadores do *T. cacao*, consistiu em 464 espécimes, destacando-se Hymenoptera: Formicidae (23%), Thysanoptera (19%), Hemiptera: Aphididae (16%), Diptera: Ceratopogonidae (9%), Hemiptera: Cicadellidae (8%), Diptera: Cecidomyiidae (6%) e demais grupos (19%). O genótipo híbrido apresentou maior diversidade de visitantes florais ($H' = 2,26$) em relação ao genótipo clonal. A diversidade entre os períodos de visitação, foi maior para o horário da manhã ($H' = 2,37$), em relação ao horário da tarde. A similaridade dos artrópodes entre os genótipos foi maior para o período da manhã ($J = 64\%$).    necessário ampliar o entendimento da polinização do cacaueiro, pois a identificação do polinizador ou dos grupos de polinizadores efetivos ainda é uma questão debatida no todo o mundo. Assim, o estudo contribuiu com novos dados de atividade de visitação de artrópodes nas flores de genótipos de cacau e sua interação durante os períodos matutino e vespertino do dia.

Palavras-chave: polinização; entomofauna; cacauicultura; Amazônia Oriental; SAF.

ABSTRACT

Theobroma cacao L. is an ombrophilous perennial fruit tree of Amazonian origin, dependent on cross-pollination and predominantly cultivated in agroforestry systems. Pollinating insects are crucial for the production of cocoa fruits and knowing the species that perform this function and their behaviors can explain issues related to pollination rates and, consequently, the plantation productivity. The aim of the work was to evaluate the abundance and richness of floral visitors and potential pollinators of hybrid and clonal genotypes of cocoa (*T. cacao* L.) in agroforestry systems with açai (*Euterpe oleracea* Mart.), in the municipality of Tomé-Açu/Pará. The study was carried out in two periods of cocoa flowering (2023 and 2024), on seven rural properties. The arthropods from the inventory of floral visitors in cultivations of hybrids and clones of *T. cacao* L. (PolinizaCacau project), were collected with a manual entomological aspirator, from 400 flowers, in each study area, and preserved in vials with hydrated ethyl alcohol 70%, sorted and morphotyped at the Entomology Laboratory of Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. After sorting, the specimens were preserved in a liquid medium - 70% hydrated ethyl alcohol, subsequently sent to taxonomists for identification to the lowest possible taxonomic level. The Shannon-Wiener index (H') and Jaccard coefficient (J) were used to obtain the diversity and similarity of arthropod richness between genotypes (clonal and hybrid) and visitation times (morning and afternoon). The abundance of floral visitors and potential pollinators of *T. cacao* consisted of 464 specimens, highlighting Hymenoptera: Formicidae (23%), Thysanoptera (19%), Hemiptera: Aphididae (16%), Diptera: Ceratopogonidae (9%), Hemiptera: Cicadellidae (8%), Diptera: Cecidomyiidae (6%) and other groups (19%). The hybrid genotype showed greater diversity of floral visitors ($H' = 2.26$) in relation to the clonal genotype. The diversity between visitation periods was greater for the morning time ($H' = 2.37$), compared to the afternoon time. The similarity of arthropods between genotypes was greater in the morning ($J = 64\%$). It is necessary to expand the understanding of cocoa pollination, as the identification of the pollinator or groups of effective pollinators is still a debated issue around the world. Thus, the study contributed with new data on arthropod visitation activity on flowers of cocoa genotypes and their interaction during the morning and afternoon periods of the day.

Keywords: pollination; entomofauna; cocoa farming; Eastern Amazon; SAF.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Flores de <i>Theobroma cacao</i> : A) Inseto em visitação nas flores de cacaueiro; B) Flor em processo de frutificação e inseto pousado no estaminoide.....	16
Figura 2 - Localização das áreas de coleta de insetos visitantes florais de cacau híbrido e clonal consorciado com açaizeiro, Tomé-Açu/PA.....	21
Figura 3 - Plantios consorciados de cacaueiro x açaizeiro: A) Cacau híbrido; B) Cacau clonal, no município de Tomé-Açu, Nordeste Paraense.....	23
Figura 4 - Processo de coleta de potenciais polinizadores e visitantes florais de <i>Theobroma cacao</i> : A) Material de coleta; B) Aspirador entomológico manual; C) Inseto visitando a flor de <i>T. cacao</i>	23
Figura 5 - Processo de triagem: A) Triagem sob estereomicroscópio; B) Morfotipagem; C) Etiquetagem; D) Identificação do táxon.....	24
Figura 6 - Modelo padrão de etiquetas para insetos da Coleção Entomológica - CPATU Ento, contendo a procedência, coletor, data da coleta e número de tombo.....	25
Figura 7 - Principais grupos de visitantes florais de <i>Theobroma cacao</i> no município de Tomé-Açu/PA: A) Hymenoptera: Formicidae; B) Hemiptera: Aphididae; C) Thysanoptera; D) Diptera: Ceratopogonidae; E) Diptera: Cecidomyiidae. Escala: 0,2 mm.....	27
Figura 8 - Distribuição percentual de visitantes florais de cacaueiro consórcio açaizeiro no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).....	27
Figura 9 - Abundância em percentual de visitantes florais dos genótipos clonal e híbrido de <i>Theobroma cacao</i> no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).....	30
Figura 10 - Abundância em percentual de visitantes florais dos períodos de visitação nas flores de <i>Theobroma cacao</i> no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização das áreas de coleta de visitantes florais de cacau híbrido e cacau clonal consorciado com açaizeiro no município de Tomé-Açu/PA.....	22
Tabela 2 - Lista de artrópodes visitantes florais e potenciais polinizadores de consórcios de <i>Theobroma cacao</i> no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).....	26
Tabela 3 - Riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H') para os genótipos clonal e híbrido de <i>Theobroma cacao</i> do município de Tomé-Açu/PA.....	29
Tabela 4 - Riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H') para os horários de visitação de artrópodes de <i>Theobroma cacao</i>	31
Tabela 5 - Comparação da riqueza, abundância, diversidade (H') e similaridade (J) de artrópodes presentes nos genótipos clonal e híbrido em função dos períodos de visitação nas flores de <i>Theobroma cacao</i> no município de Tomé-Açu/PA.....	33
Tabela 6 - Similaridade dos principais grupos de visitantes florais e potenciais polinizadores entre os genótipos clonal e híbrido de <i>Theobroma cacao</i> do período da manhã.....	34
Tabela 7 - Similaridade dos principais grupos de visitantes florais e potenciais polinizadores entre os genótipos clonal e híbrido de <i>Theobroma cacao</i> do período da tarde.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	Características botânicas.....	15
3.2	Importância econômica e produção do Cacau.....	16
3.3	Sistemas agroflorestais (SAFs): Consórcio agroflorestal.....	17
3.4	Visitantes florais e polinizadores de <i>Theobroma cacao</i>	19
3.5	Projeto PolinizaCacau.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1	Área de estudo.....	21
4.2	Caracterização das áreas de coleta de visitantes florais.....	22
4.3	Método de coleta e conservação do material.....	23
4.4	Triagem, identificação e coleção entomológica.....	24
4.5	Análise estatística.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1	Abundância de visitantes florais de <i>Theobroma cacao</i>	25
5.2	Diversidade de artrópodes por genótipo de <i>Theobroma cacao</i>	29
5.3	Diversidade de artrópodes por horário de visitação.....	31
5.4	Comparação da comunidade de visitantes florais dos genótipos de <i>Theobroma cacao</i> com os horários de visitação.....	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Theobroma cacao L. é uma frutífera pertencente à família Malvaceae, conhecida como cacau ou cacau-verdadeiro (Cavalcante, 2010). O botânico sueco Carolus Linnaeus, classificou o cacaueiro *T. cacao*, do grego *Theobroma*, o termo significa “alimento dos deuses” (Homma *et al.*, 2023). O centro de origem do cacau é o Alto Amazonas, fronteira entre a Colômbia e o Equador, nos flancos orientais dos Andes (Cheesman, 1944; Motamayor *et al.*, 2002). Existem evidências arqueológicas do uso das amêndoas do cacau na Amazônia Equatoriana, datando mais 5.300 anos (Zarrillo *et al.*, 2018; Lanaud *et al.*, 2024). A partir da Amazônia, o cacau foi dispersado na América Central, através das migrações humanas (Cheesman, 1944; Coe e Coe, 2007; Zarrillo e Blake, 2022; Lanaud *et al.*, 2024). Atualmente, o cacau é uma das principais culturas de importância econômica, cultivada nas regiões tropicais do mundo (Cruz, 2012).

A planta é perene, arbórea ou arbustiva e com característica ombrófila (Marques, 2019). As folhas são coriáceas, elípticas ou obovadas, largas e pendentes (Dostert *et al.*, 2011). As flores compreendem cinco sépalas, cinco pétalas, 10 estames, um ovário de cinco lóculos, contendo cerca de 40-70 óvulos e cinco estaminódios alongados inférteis (Andrade *et al.*, 2021). O fruto é uma baga, polimorfo, esférico a fusiforme, de coloração variada, dependendo da variedade genética (Criollo, Forastero e Trinitario). As sementes são castanho-avermelhadas, ovadas, ligeiramente comprimidas (Dostert *et al.*, 2011), recoberta por uma camada mucilaginosa de coloração branca e adocicada (SENAR, 2018).

A cultura do cacau é um dos cultivos mais competitivos no cenário mundial devido a importância de suas amêndoas para produção de chocolate. O principal produtor mundial de cacau é a Costa do Marfim, apresentando cerca de 44,3% da produção (ICCO, 2024). Outros países também contribuem com a produção global, como: Gana (12,9%), Equador (9%), Nigéria (6,2%), Camarões (5,3%) e o Brasil (4,3%), reúnem 82% da produção mundial (ICCO, 2024).

O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking mundial de cacau, em 2022 (Homma *et al.*, 2023). Segundo o IBGE (2023a), a produção do cacau brasileiro foi de 296,1 mil toneladas, área colhida de 612,7 mil hectares, atingindo o rendimento médio de 483 kg por hectare. A produção de cacau foi relevante para o Brasil, devido à sua exportação e ao impacto econômico nas principais regiões produtoras. A Bahia é o maior produtor de cacau no Brasil, responsável por uma parte significativa da produção nacional, com 139 mil toneladas (46,9%). O Pará também contribui de forma considerável, com 138,4 mil

toneladas (46,8%). O Espírito Santo, embora em menor escala, também tem sua relevância, com 12,1 mil toneladas (4,1%) (IBGE, 2023a).

No Pará, em 2023, o município de Medicilândia se destaca como um dos principais produtores de cacau (31,9% da produção paraense). Outros municípios importantes na produção de cacau no Estado incluem, Uruará (15,4%), Placas (9,2%), Altamira (5,3%) e Anapu (5,2%) (IBGE, 2023b). A produção de cacau na Amazônia não só gera empregos e renda para milhares de agricultores familiares, mas também promove a conservação da floresta, pois muitas áreas de cultivo de cacau são integradas com sistemas agroflorestais (SAFs) que ajudam a manter a biodiversidade e a sustentabilidade ambiental.

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) são uma prática agrícola fundamental para aliar produção de alimentos com conservação da natureza. Isso acontece porque os cultivos são produzidos dentro da floresta, sem a necessidade de desmatamento (Andrade *et al.*, 2023). Assim, o cacau por ser nativo da Amazônia, ocorrendo naturalmente junto de outras espécies em ambiente sombreado, é cultivado com outras espécies arbóreas, frutíferas, madeireiras e culturas temporárias em sistemas agroflorestais. Por exemplo, um dos arranjos utilizado na região amazônica é o consórcio agroflorestal que é uma prática específica onde o cultivo de cacau é combinado com outras frutíferas, como a bananeira (*Musa* spp. - Musaceae), cultivada para proteger o cacau na fase inicial de implantação do sistema produtivo (Alves, 2003) e as palmeiras, como açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae), são cultivadas por ocuparem menos espaço no solo, permitindo que o cacau seja plantado em áreas próximas, maximizando a produção por hectare. Além da produção de cacau, as palmeiras oferecem oportunidades adicionais de renda para os agricultores (Oliveira *et al.*, 2010).

A integração de árvores e outras plantas em sistemas agroflorestais cria um ambiente diversificado que pode sustentar uma ampla variedade de polinizadores, incluindo abelhas, borboletas, morcegos e aves. A produção agrícola é altamente dependente dos benefícios dos polinizadores, uma vez que 76% das plantas usadas na nossa alimentação dependem da polinização biótica (BPBES/Rebipp, 2019), principalmente das abelhas, que polinizam a maioria das culturas agrícolas e plantas silvestres (Freitas e Nunes-Silva, 2012).

A polinização do cacau é um processo complexo e essencial para a produção de frutos, pois a taxa de polinização natural é geralmente baixa, resultando em uma porcentagem relativamente pequena de flores que se desenvolvem em frutos maduros (Lemos, 2014). Apesar da predominância das abelhas dentre os polinizadores, diversos estudos têm revelado a importância de outros insetos na polinização agrícola (Rader *et al.*, 2016;

Campbell *et al.*, 2018), como acontece com o cacaueiro. As flores dessa frutífera são muito especializadas, predominantemente alógamas, hermafroditas, apresentando estruturas morfológicas que dificultam a auto deposição de pólen, reunindo assim barreiras genéticas e morfológicas à autopolinização. O cacaueiro é polinizado principalmente por micromoscas (mosquitos) que picam (Ceratopogonidae) e não picam (Chironomidae), mosca-de-banheiro (Psychodidae), moscas-das-galhas (Cecidomyiidae) (Soria e Wirth 1974; Winder, 1977, 1978; Frimpong *et al.*, 2011), tendo sido relatados outros insetos e artrópodes, como abelhas sem ferrão, ácaros e formigas dentre polinizadores ocasionais (Soria, 1975a).

Os polinizadores são cruciais para a produção de frutos de cacau e conhecer as espécies que realizam essa função e seus comportamentos pode melhorar as taxas de polinização e, conseqüentemente, a produtividade das plantações. Além disso, contribui para o entendimento científico dos ecossistemas agrícolas complexos e pode levar a inovações em práticas agrícolas. No entanto, a escassez de estudos sobre polinizadores efetivos do cacau na Amazônia é um desafio significativo que limita a compreensão e a otimização da produção de cacau, uma vez que os estudos descrevendo as interações do cacau e seus polinizadores, têm mais de 50 anos, sendo uma cultura negligenciada nos últimos anos em termos de informações acerca dos polinizadores. O presente estudo propõe obter novos dados de abundância e riqueza de visitantes florais e potenciais polinizadores do cacaueiro em sete áreas de consórcio com açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), comparar a diversidade de visitantes florais nos sistemas agrícolas, diferenciados pelos genótipos híbridos e clonais de cacau, e possíveis variações na composição desses insetos nos horários da manhã e da tarde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a abundância e riqueza de visitantes florais e potenciais polinizadores de genótipos híbridos e clonais de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agroflorestais com açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), no município de Tomé-Açu/Pará.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a abundância e riqueza de visitantes florais e potenciais polinizadores presentes nos genótipos híbridos e clonais de cacaueteiro, consorciados com açaizeiro;
- Comparar a composição da comunidade de visitantes florais e potenciais polinizadores nos genótipos de cacau híbrido e cacau clonal;
- Determinar se a abundância e diversidade de visitantes florais nos genótipos de cacau híbridos e clonais apresentam variação diurna no período da manhã e da tarde.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Características botânicas

O cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) é uma dicotiledônea pertencente à ordem Malvales, família Malvaceae (Colli-Silva e Pirani, 2020). O gênero *Theobroma*, é tipicamente neotropical, contém 22 espécies, com distribuição nas florestas tropicais úmidas do hemisfério ocidental, entre as latitudes 18° Norte e 15° Sul, estendendo-se do México ao Sul da floresta amazônica (Alves *et al.*, 2022). No Brasil, a ocorrência concentra-se nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará e Rondônia), Nordeste (Bahia, Maranhão e Sergipe) e Sudeste (Espírito Santo) (Colli-Silva e Pirani, 2020).

O cacaueteiro cresce a uma altura de 4-8 m, raramente até 20 m (Bhattacharjee e Kumar, 2007). O caule é ereto e vigoroso, de onde saem ramos e flores. As folhas são oblongas, acuminadas e glabras, com nervura central proeminente (SENAR, 2018).

As flores do cacaueteiro surgem em inflorescências caulinares cimosas, no tronco ou nos ramos lenhosos com flores pequenas, tamanho variando de 1 a 3 cm, hermafroditas, com barreiras morfológicas dificultando a deposição do pólen na flor, favorecendo a polinização cruzada com a mediação de pequenos insetos (Soria e Wirth, 1974). A estrutura floral compreende cinco sépalas, cinco pétalas, 10 estames, um ovário de cinco lóculos, contendo cerca de 40-70 óvulos e cinco estaminódios alongados inférteis (Andrade *et al.*, 2021) (Figura 1). As flores se tornam receptivas à polinização, no momento da abertura dos botões florais, esse processo se inicia no período da tarde, finalizando nas primeiras horas do dia seguinte, assim, as flores que são fertilizadas, permanecem fixadas no pedúnculo para formar o fruto (SENAR, 2018).

Os frutos apresentam cor, forma e tamanho variáveis, tais características dependem da origem dos materiais genéticos (Criollo, Forastero e Trinitario), como a coloração do

amarelo ou vermelho, forma dos frutos variando de cilíndrica até a esférica (Dostert *et al.*, 2011). No interior dos frutos estão as sementes ovóides, em média de 30 a 40, envoltas em polpa mucilaginosa e adocicada (Aguiar *et al.*, 2014).

Assim, dessa espécie de reconhecido valor material e simbólico por muitas sociedades americanas, se extraem as sementes que, após o devido preparo, geram as amêndoas, insumos necessários para a produção do chocolate (cacau-em-pó) e da manteiga-de-cacau (Colli-Silva e Pirani, 2020). Outros subprodutos do cacau incluem sua polpa, suco, geleia, destilados finos e sorvete (Melo, 2017).

Figura 1 - Flores de *Theobroma cacao*: A) Inseto em visitação nas flores de cacaueiro; B) Flor em processo de frutificação e inseto pousado no estaminoide.



Fonte: Rosinaira Gonzaga, 2024.

3.2 Importância econômica e produção do Cacau

O cacau é uma *commodity*, com uma parte significativa da economia global, visto que mercado das amêndoas e produtos derivados, apresentam um alto valor econômico, principalmente, por ser matéria-prima na fabricação do chocolate e outros produtos alimentícios, sendo o chocolate, produto apreciado no mundo inteiro (CONAB, 2019).

O cacau é uma das culturas que apresentou produção mundial, em 2022/2023, estimada em 5,05 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é a Costa do Marfim, com 2.241 mil toneladas de produção. Os demais países produtores, são: Gana (654 mil toneladas), Equador (454 mil toneladas), Nigéria (315 mil toneladas), Camarões (270 mil toneladas) e o Brasil (220 mil toneladas) (ICCO, 2024).

O Brasil ocupa o sexto lugar de produtor mundial (Homma *et al.*, 2023), com os maiores plantios de cacau localizados nas regiões Nordeste e Norte do país. Em 2023, a produção brasileira foi 296,1 mil toneladas em 612,7 mil hectares, com rendimento médio de 483 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023a). Na Região Nordeste, destacando o Estado da Bahia, o

cacau ocupou 425,8 mil hectares de área cultivada, gerando 139 mil toneladas de amêndoas, com rendimento médio 326 kg ha⁻¹. Na Região Norte, destaca-se, o Pará, foram produzidas 138,4 mil toneladas em 161, 8 mil de hectares, com rendimento médio 856 kg ha⁻¹ (IBGE, 2023a).

A produção do cacau na Amazônia é um dos mercados que vem se expandindo a cada ano. No Pará, os principais produtores de cacau, em 2023, foram os municípios de Medicilândia, maior produtor paraense (44,1 mil toneladas), Uruará (21, 2 mil toneladas), Placas (12,7 mil toneladas), Altamira (7,2 mil toneladas), e Anapu (7,1 mil toneladas) no Sudoeste Paraense (IBGE, 2023b).

3.3 Sistemas agroflorestais (SAFs): Consórcio agroflorestal

O sistema agroflorestal, agrofloresta ou agrossilvicultura, é uma forma de uso da terra, onde árvores ou arbustos são utilizados em conjunto com a agricultura e/ou com animais em diferentes arranjos espaciais ou temporais (Nair, 1993; Piasentin e Saito, 2014). Os sistemas agroflorestais são tentativas de mitigar atividades agrícolas com os processos naturais dos seres vivos, para produzir uma diversidade e quantidade de frutos, sementes e outros materiais orgânicos de alta qualidade, sem o uso de insumos como fertilizantes, agroquímicos e maquinários pesados (Götsch, 1996; Bolfe, 2010; Mangabeira, 2011).

Os sistemas agroflorestais no Pará foram implantados pelos imigrantes japoneses, na colônia nipo-brasileira de Tomé-Açu, devido a disseminação da doença causada pelo fungo *Fusarium* nos cultivos de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), em 1957 e implicou no declínio dos pimentais, (Homma, 2004). Na busca de novas alternativas de produção, os SAFs, surgem como uma opção sustentável para auxiliar na redução de desmatamento, provocado pela agricultura itinerante e pastagens extensivas (Santos *et al.*, 2023). A técnica agroflorestal começa a expandir para outras culturas agrícolas, como o cacau, que vem apresentando bons resultados de produtividade, tornando Tomé-Açu, um dos municípios de maior expressão no cenário agrícola do Estado do Pará (Pacheco e Bastos, 2001).

O cultivo do cacaueiro é por excelência um sistema agroflorestal, pois propicia vantagens agronômicas, econômicas e ambientais (MAPA, 2020). Assim, os sistemas agroflorestais com cacaueiro são a forma mais comum de produção do fruto no Brasil, com destaque para a produção do Pará, onde áreas de pastagens degradadas estão sendo gradativamente substituídas por áreas de SAF com cacaueiros, em diferentes modelos, que diversificam a renda do produtor além de promover vários benefícios ambientais

como o sequestro de carbono da atmosfera, manutenção da biodiversidade, proteção do solo contra erosão, eliminação das queimadas e recomposição de matas ciliares (MAPA, 2022).

Os consórcios agroflorestais são um dos modelos de SAFs utilizados na região amazônica, como afirmado por Oliveira *et al.* (2010), é uma prática agrícola que combina um número limitado de espécies anuais, perenes e semiperenes, em geral menos de dez, com reconhecido valor comercial, objetivando a exploração agrônômica e econômica, formando e aproveitando diversos estratos verticais. Geralmente, as culturas utilizadas para compor os consórcios são: cafeeiro (*Coffea arabica* L. - Rubiaceae), cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.), cupuaçueteiro (*Theobroma grandiflorum* Schum. - Malvaceae), coqueiro (*Cocos nucifera* L. - Arecaceae), seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.- Euphorbiaceae), açaeteiro (*E. oleracea* Mart.) e bananeira (*Musa* spp.) (Vieira *et al.*, 2007).

O sombreamento é um fator importante na seleção de espécies para compor os consórcios com cacaueteiro. Pois, é uma cultura que desenvolve associado sob o sombreamento de outras espécies vegetais, cuja função do sombreamento é proteger as plantas de fatores ecológicos desfavoráveis como: excesso de sol, baixa fertilidade do solo, estresse hídrico e incidência de doenças e pragas (Gramacho *et al.*, 1992; Moço, 2006).

O cultivo do cacau apresenta dois tipos de sombreamento, podendo ser provisório ou permanente. No sombreamento provisório, utiliza-se, plantas que se desenvolvam na presença de sol e cresçam mais rápido, preparando o sombreamento inicial para as espécies perenes como o cacau (Braga *et al.*, 2022). A cultura mais cultivada para sombreamento inicial do cacau é a bananeira (*Musa* spp.), frutífera de ciclo médio, geralmente é selecionada pelo interesse comercial, gerando uma renda extra ao produtor (SENAR, 2018).

O sombreamento permanente, substitui o sombreamento temporário quando a cultura do cacau se desenvolve o suficiente (IICA, 2017). As árvores do sombreamento permanente, proporcionam condições ambientais mais estáveis, assim, o cacaueteiro pode ser empregado em sistema de cabruca, como ocorre na Bahia, consorciados e policultivos, associado com nativas, frutíferas ou florestais, encontrados principalmente na Amazônia (SENAR, 2018). No sombreamento permanente consorciado com cacau (SAFcacau) podem ser utilizadas diversas espécies de frutíferas com potencial econômico, como o açaeteiro (*E. oleracea*) e o coqueiro (*C. nucifera*) (MAPA, 2020). Normalmente, as palmeiras são utilizadas por gerarem retorno econômico à família dos produtores

(Oliveira *et al.*, 2010), por não ocorrer alteração da densidade de plantas por hectare (Lins, 2010), e por ter viabilidade de escoamento da produção (SENAR, 2017).

3.4 Visitantes florais e polinizadores de *Theobroma cacao*

A polinização é um serviço ecossistêmico promovido pelos insetos polinizadores e visitantes florais (Williams, 1996; Kearns *et al.*, 1998; Adjaloo e Oduro, 2013). Como afirmado por Oliveira (2018), o serviço de polinização é prestado por visitantes florais e polinizadores que transportam os grãos de pólen presentes nos estames para os pistilos, da mesma flor ou em diferentes flores, promovendo consequentemente a produção de frutos.

Existem requisitos para denominar um inseto como visitante floral ou polinizador. Os visitantes buscam por recursos florais, principalmente pólen e néctar (Barônio *et al.*, 2017), sendo classificados, como esporádicos, frequentes, generalistas ou especialistas (Santos *et al.*, 2016). No entanto, para ser um polinizador efetivo, o inseto precisa estabelecer determinados critérios, como ser abundante, carregar pólen, tocar o estigma, frequentar as flores da mesma planta ou diferentes plantas e ter rota específica de visitação (Herrera, 1987; Rodriguez-Rodriguez *et al.*, 2013; Sousa-Lopes *et al.*, 2020).

Os serviços de polinização são essenciais para os ecossistemas naturais, principalmente ecossistemas agrícolas, que dependem da polinização animal, sendo que a polinização por insetos contribui para melhor produção de frutas e vegetais (Klein *et al.*, 2007; Garibaldi *et al.*, 2016). No Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES, foi estimado de US\$ 235 bilhões a US\$ 577 bilhões de serviço ecossistêmico (IPBES 2016; BPBES/Rebipp, 2019). No Brasil, calcula-se que o valor anual é de US\$ 12 bilhões de polinização relacionada à produção agrícola (Giannini *et al.*, 2015; BPBES/Rebipp 2019).

A polinização promovida por animais contribui diretamente nas culturas agrícolas de valor comercial (Barbosa *et al.*, 2021), destacando, os insetos que mais contribuem com a polinização, são: abelhas, borboletas, mariposas, moscas, besouros e vespas (Gallai e Vaissière, 2009; Barbosa *et al.*, 2021).

A polinização do cacaueteiro é promovida por insetos, a planta produz mais de 50 mil flores/ano, sendo que menos de 5% são polinizadas, resultando 0,5 a 2% em frutos (Lemos, 2014). As flores não polinizadas são abortadas no período de 24 a 48 horas subsequentes (Alvim, 1984; Lemos, 2014).

A flor do cacaueteiro é morfológicamente complexa por apresentar estruturas como as pétalas modificadas (cógula), revestimento das anteras e dos estaminóides inférteis que

circundam o ovário, formando uma barreira e dificultando a autopolinização, favorecendo apenas a polinização cruzada e exigindo especialidade de insetos polinizadores (Soria *et al.*, 1975b; Lemos, 2014).

As micromoscas (Diptera), da família Ceratopogonidae, são os polinizadores naturais mais importantes do cacau (Klein *et al.*, 2020), porém, nem sempre são abundantes nos cultivos de cacau (Young, 1982; Correoso, 2011). Entretanto, Toledo-Hernández *et al.* (2017), afirmam a existência de outros invertebrados com participação na polinização do cacau.

Dessa forma, as abelhas sem ferrão são visitantes florais do cacaueiro, sendo indicadas como possíveis polinizadores (Maia-Silva *et al.*, 2024), apesar das limitações enfrentada pelos meliponíneos, como a intensidade reduzida de luz (Young, 1985) e altura mais baixa das flores nas variedades modernas de cacau (Young *et al.*, 1987; Maia-Silva *et al.*, 2024). Outros grupos de insetos e artrópodes, como vespas, formigas, tripes e ácaros (Salazar-Díaz e Torres-Coto, 2017), visitam as flores do cacau em maior abundância que os ceratopogonídeos (Deheuvels *et al.*, 2017; Toledo-Hernández *et al.*, 2017; Claus *et al.*, 2018; Schawe *et al.*, 2018; Toledo-Hernández *et al.*, 2021), atuando como possíveis polinizadores ocasionais (Soria, 1975a).

3.5 Projeto PolinizaCacau

O projeto PolinizaCacau foi iniciado em 2022, visando ampliar os conhecimentos sobre o serviço de polinização do cacaueiro na Amazônia brasileira, por meio da identificação de potenciais polinizadores e de diferentes práticas de manejo sobre a produção de cacau na Amazônia (Maués, 2022). O projeto é formado por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, uma cooperativa agrícola (CAMTA), representando seis Estados da federação, assim, a equipe é composta por biólogos, ecólogos, botânicos, cientista social, economista e profissionais de comunicação, com amplo conhecimento sobre polinização, bioeconomia, manejo, sustentabilidade e parceria com agricultores familiares (Maués, 2022).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

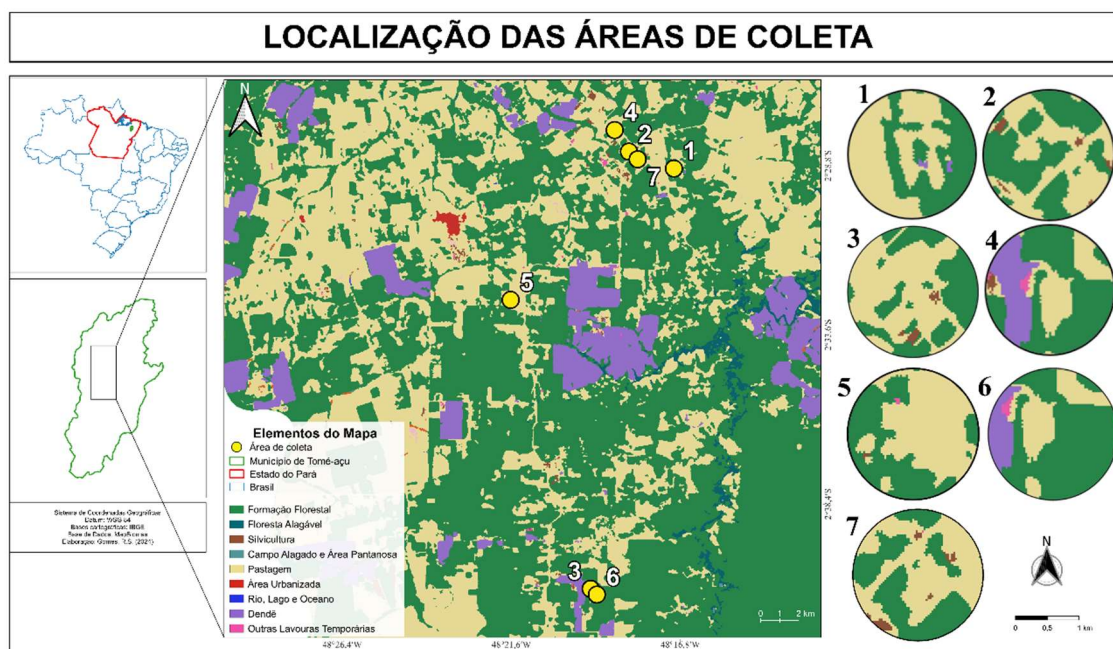
Os espécimes provenientes do Projeto PolinizaCacau, foram coletados nas flores dos genótipos híbridos e clonais de *T. cacao*, no município de Tomé-Açu/PA.

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Tomé-Açu, localidade de Quatro Bocas, Nordeste Paraense, entre coordenadas geográficas de latitude 02° 40' 54" S e longitude 48° 16' 11" W. O município apresenta a área total de 5.145,361 km² (IBGE, 2022). Com distância da capital de 207 km, via PA-140 (Valente *et al.*, 2014). O clima de Tomé-Açu, consiste no tipo Ami (quente e úmido), de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual de 26 °C, com máximas entre 32 °C a 34 °C, e mínimas entre 21 °C a 23 °C, umidade relativa média anual, variando entre 81% e 89% e precipitação de 2.300 mm anuais (Valente *et al.*, 2014), porém, a distribuição das chuvas nas áreas ocorre em dois períodos, uma chuvosa (dezembro a maio) e outra menos chuvosa (junho a novembro) (Lins, 2010).

O estudo foi desenvolvido em dois períodos de florescimento do cacauero, no mês de março de 2023 e nos meses de janeiro a março de 2024, em sete propriedades rurais com plantios consorciados de cacauero com açaizeiro, sendo quatro áreas de cacau híbrido e três áreas de cacau clonal. Na figura 2, observa-se a localização das áreas de coleta de visitantes florais e potenciais polinizadores do cacauero.

Figura 2 - Localização das áreas de coleta de visitantes florais de cacau híbrido e clonal consorciado com açaizeiro, Tomé-Açu/PA.



Fonte: Rayane Gomes, 2024.

4.2 Caracterização das áreas de coleta de visitantes florais

Cada sistema de cultivo possui arranjos espaciais diferentes. Foram selecionadas quatro áreas de consórcios de cacau híbrido (genótipo híbrido CEPLAC), com os tamanhos dos plantios, variando de 2 a 21,6 ha, idade dos plantios de seis a 20 anos, e três áreas de consórcios de cacau clonal (genótipos CCN51, PH16, PS1319 e CP2176), com áreas de plantios variando de 3,3 a 6 ha, idade dos plantios de três a cinco anos, totalizando sete áreas de plantios de cacaueiro consorciados com plantios de açaizeiro (*E. oleracea*) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização das áreas de coleta de visitantes florais de cacau híbrido e cacau clonal consorciado com açaizeiro no município de Tomé-Açu/PA.

Caracterização das Áreas de coleta				
Área de coleta	Tamanho do plantio (ha)	Idade do plantio (anos)	Material Genético	Consórcio
1	2	6/9	Híbrido CEPLAC	Açaí
2	17	18	Híbrido CEPLAC	Açaí
3	1,25	6	Híbrido CEPLAC	Açaí
4	6	3	CCN51, PH16, PS1319 e CP2176	Açaí
5	6	5	CCN51, PH16, PS1319 e CP2176	Açaí
6	3,3	4	CCN51, PH16, PS1319 e CP2176	Açaí
7	21,6	20	Híbrido CEPLAC	Açaí

Na figura 3, observa-se os consórcios de cacaueiro com açaizeiro, localizados no município de Tomé-Açu. O cacau híbrido (A) é composto de plantas mais antigas e com maior deposição de serrapilheira, tornando-se um ambiente favorável para os visitantes florais. E o cacau clonal (B) é composto de plantas mais novas e menor deposição de serrapilheira, sendo um ambiente com poucos visitantes florais.

Figura 3 - Plantios consorciados de cacauero x açazeiro: A) Cacau híbrido; B) Cacau clonal, no município de Tomé-Açu, Nordeste Paraense.



Fonte: Rosinaira Gonzaga, 2024.

4.3 Método de coleta e conservação do material

As coletas dos visitantes florais foram realizadas com aspirador (sugador) entomológico manual nas flores, sendo aspiradas 200 flores de manhã (6-10h) e 200 flores de tarde (16-18h), totalizando 400 flores por área. Em cada área de estudo, foram selecionadas aleatoriamente entre 20 a 30 árvores com flores em abundância, evitando as bordas do plantio. As flores aspiradas estavam localizadas entre 0,5 até 2 m de altura na árvore de cacauero. Todos os espécimes coletados foram conservados em tubos Falcon contendo álcool etílico hidratado 70% e encaminhados para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Na figura 4, observa-se o processo de coleta dos visitantes florais de *T. cacao*.

Figura 4 - Processo de coleta de potenciais polinizadores e visitantes florais de *Theobroma cacao*: A) Material de coleta; B) Aspirador entomológico manual; C) Inseto visitando a flor de *T. cacao*.

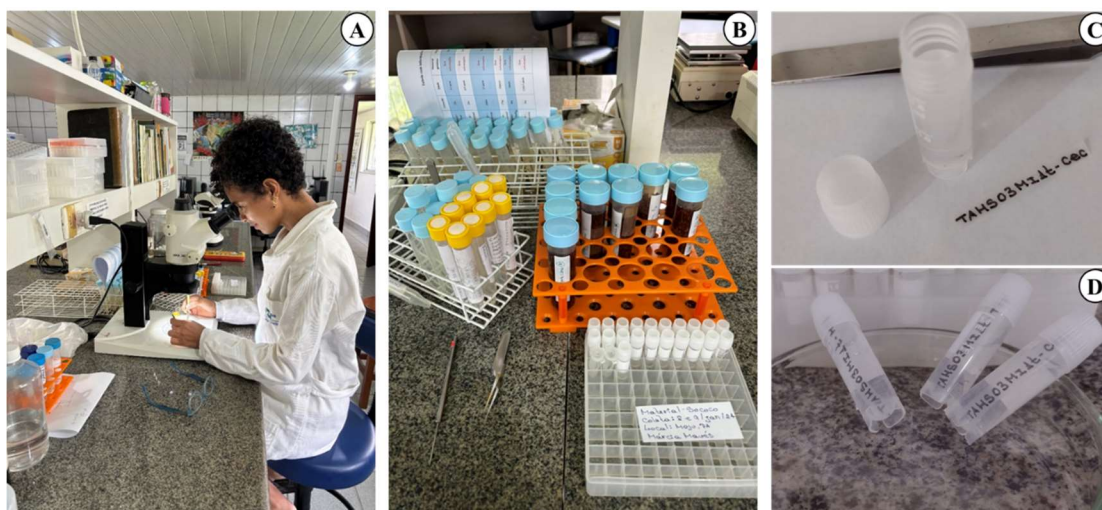


Fonte: Márcia Maués, 2024.

4.4 Triagem, identificação e coleção entomológica

Os artrópodes provenientes das coletas realizadas em projeto em andamento (p. ex. PolinizaCacau), conservados em frascos com álcool etílico hidratado 70%, foram triados com auxílio de microscópio estereoscópico, no Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. Os artrópodes foram separados em grupos taxonômicos (morfotipagem) até o nível viável (ordem e família) e quantificados, para facilitar o trabalho dos taxonomistas. Após a triagem, os espécimes foram preservados em meio líquido - álcool etílico hidratado 70% (Figura 5).

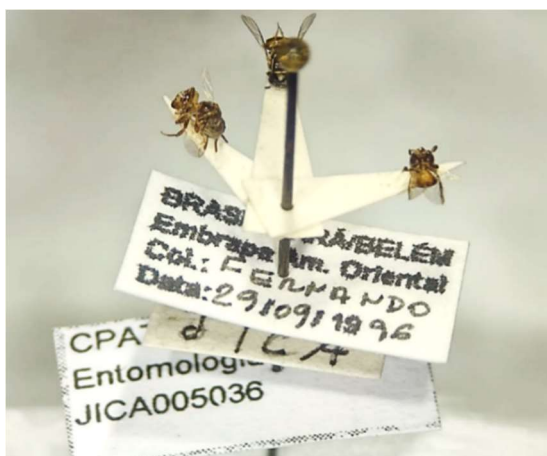
Figura 5 - Processo de triagem: A) Triagem sob estereomicroscópio; B) Morfotipagem; C) Etiquetagem; D) Identificação do táxon.



Fonte: Márcia Maués e Milcelene Barros, 2024.

Os espécimes foram registrados em banco de dados e enviados para identificação até o nível taxonômico mais inferior possível, para os seguintes taxonomistas: nas coleções do Instituto Oswaldo Cruz (Ceratopogonidae - Dra. Maria Luísa Bauer e Dra. Maria Clara Santarém), do Museu Nacional do Rio de Janeiro (Cecidomyiidae - Dra. Valéria Cid Maia), do Museu Paraense Emílio Goeldi (microdípteras - Dr. Fernando Carvalho Filho, Formicidae - Dr. Rogério Rosa da Silva, Hymenoptera (vespas) - Dr. Orlando Tobias Silveira), da Universidade do Estado do Pará (Coleoptera - Dra. Jéssica Herzog Viana), da Universidade Federal do Piauí (Thysanoptera - Dr. Elison Fabricio Bezerra Lima). Os espécimes ao retornarem das identificações das referidas coleções, receberam etiquetas com os dados de procedência, coleta e, quando possível, foram tombados (Figura 6).

Figura 6 - Modelo padrão de etiquetas para insetos da Coleção Entomológica - CPATU Ento, contendo a procedência, coletor, data da coleta e número de tombo.



Fonte: Milcelene Barros, 2024.

Com o retorno dos artrópodes das instituições ou recebimento da lista com as identificações, a base de dados da coleção será atualizada e os insetos serão depositados nos armários da referida Coleção Entomológica da Embrapa Amazônia Oriental credenciada no Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) como CPATU-Ento, considerada uma coleção de Referência. De acordo com de Vivo *et al.* (2014), as coleções de referência são aquelas que reúnem amostras representativas de um conjunto de espécies de uma determinada região, reserva biológica ou testemunhas (*vouchers*) de projetos de pesquisa.

4.5 Análise estatística

As análises envolvendo todos os conjuntos de dados de visitantes florais e potenciais polinizadores foram realizadas no programa Microsoft Office Excel. O programa PAST (Hammer, 2020), foi utilizado para obter os dados do índice de Shannon-Wiener (H'), para verificar a diversidade de visitantes florais entre genótipos (clonal e híbrido) e horários (manhã e tarde), e o coeficiente de Jaccard (J), para analisar a similaridade da riqueza de visitantes florais entre genótipos e períodos de visita.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Abundância de visitantes florais de *Theobroma cacao*

A diversidade de artrópodes visitantes florais de cacaueiro em consórcio com açaizeiro, consiste em quatro classes (Insecta, Collembola, Arachnida e Malacostraca),

oito ordens, uma subordem, 15 famílias, uma subfamília e 464 espécimes (Tabela 2). Os principais grupos de visitantes de *T. cacao*, foram representados por Formicidae (formigas), Aphididae (pulgões), Thysanoptera (tripes), Ceratopogonidae e Cecidomyiidae (ambas micromoscas) (Figura 7).

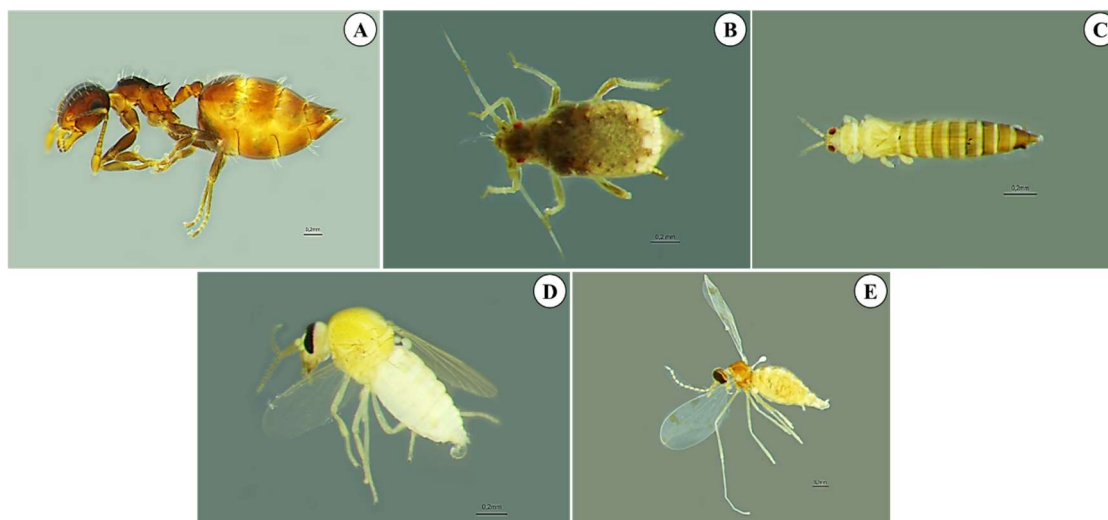
Tabela 2 - Lista de artrópodes visitantes florais e potenciais polinizadores de consórcios de *Theobroma cacao* no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).

Taxa	Nº de espécimes
INSECTA: HYMENOPTERA	
Formicidae	109
Scelionidae	5
Encyrtidae	2
Figitidae	2
Braconidae	1
Diapriidae	1
Meliponinae	1
INSECTA: HEMIPTERA	
Aphididae	73
Cicadellidae	37
Membracidae	3
Sternorrhyncha	3
Não identificado	17
INSECTA: THYSANOPTERA	87
INSECTA: DIPTERA	
Ceratopogonidae	42
Cecidomyiidae	26
Drosophilidae	5
Muscidae	1
Phoridae	1
Psychodidae	1
Não identificado	3
INSECTA: COLEOPTERA	7
INSECTA: LEPIDOPTERA (imaturas)	2
COLLEMBOLA	21
ARACHNIDA: ARANEAE	12
MALACOSTRACA: ISOPODA	2
Total Geral	464

A abundância (%) de artrópodes foi considerado acima de 5%, com os grupos mais representativos (>5%), destacando-se Hymenoptera: Formicidae (23%), Thysanoptera (19%), Hemiptera: Aphididae (16%), Diptera: Ceratopogonidae (9%), Hemiptera: Cicadellidae (8%) e Diptera: Cecidomyiidae (6%), totalizando 81% da amostragem. E os

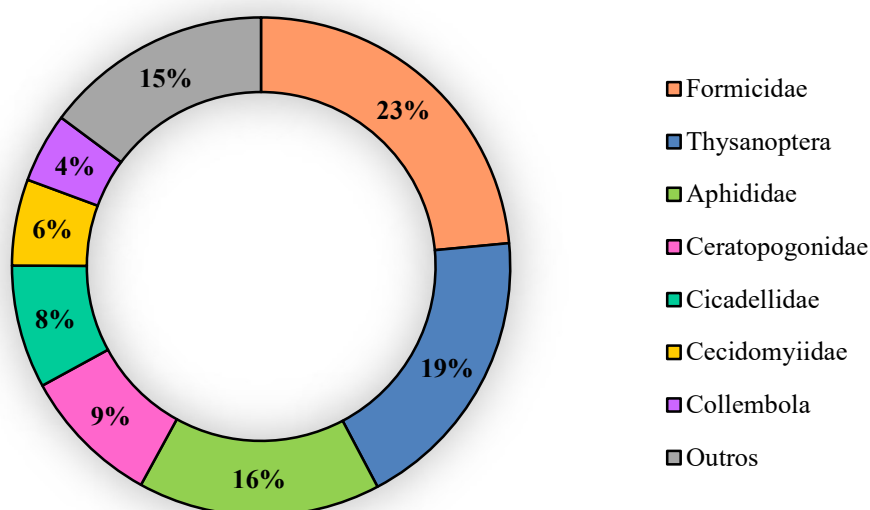
grupos menos representativos (<5%), pertencentes a classe Collembola (4%) e demais grupos (15%) (Figura 8).

Figura 7 - Principais grupos de visitantes florais de *Theobroma cacao* no município de Tomé-Açu/PA: A) Hymenoptera: Formicidae; B) Hemiptera: Aphididae; C) Thysanoptera; D) Diptera: Ceratopogonidae; E) Diptera: Cecidomyiidae. Escala: 0,2 mm



Fonte: Rayane Gomes, 2024.

Figura 8 - Distribuição percentual de visitantes florais de cacauzeiro consórcio açaizeiro no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).



As famílias Aphididae (pulgões) e Formicidae (formigas) foram uns dos grupos mais abundantes no consórcio. Para Nakayama (2023), os pulgões são transportados pelas formigas até as flores do cacauzeiro, assim, iniciando a colonização das flores, porém

somente pulgões menores conseguem acesso, sendo impedidos pelos estaminódios, de chegarem até estigma. Existe uma interação entre formigas e pulgões (Jaramillo *et al.*, 2024), como afirmado por Del-Claro (2004); Zhang *et al.* (2012) e Assunção *et al.*, (2014), os formicídeos são visitantes florais que se alimentam de substância açucarada produzida pelos afidídeos.

Já Zegada Herbas *et al.* (2020), observaram abundância de 27% da família Aphididae e 11% da Família Formicidae, em sistemas de produção de cacau na Bolívia, assim como, Toledo-Hernández *et al.* (2021), destacam as formigas (Hymenoptera-Formicidae; 36,4%) e pulgões (Hemiptera-Aphididae; 26,1%) como um dos grupos mais representativos nos cultivos de cacau da Indonésia. A Família Formicidae é um dos grupos com provável participação na polinização de *T. cacao*, mesmo que indiretamente (Toledo-Hernández *et al.*, 2017), devido não apresentarem estruturas corporais para uma polinização eficiente (Torezan-Silingardi *et al.*, 2021; Jaramillo *et al.*, 2024). No entanto, a presença dos afidídeos é prejudicial à produção do cacau, devido os danos provocados nas flores (Vásquez, 2016; Garita, 2016; Zegada Herbas *et al.*, 2020).

A Ordem Thysanoptera foi um dos grupos presentes e abundantes, dessa forma, Salazar-Díaz e Torres-Coto (2017), destacam que os tripses foram os mais encontrados em áreas de sistema de cultivo de cacau da Costa Rica, com média de 69%. E foram representativos (n = 67) em sistemas de cultivo de *Theobroma cacao* na Bolívia (Zegada Herbas *et al.*, 2020). Porém, os thysanopteras apresentaram menor abundância (0.17%) em sistemas de produção de cacau no Equador (Vásquez *et al.*, 2020). Os tripses fêmeas utilizam o pólen de outras espécies vegetais, como recurso alimentar (Zhi *et al.*, 2005; Riley *et al.*, 2007; Reitz, 2009; Zegada Herbas *et al.*, 2020). Atuam na polinização de *Xylopia aromatica* (Annonaceae) (Gottsberger, 1999; Jürgens *et al.*, 2000) e na transferência de mais de 5.000 grãos de pólen de *Macrozamia* sp. (Terry, 2001; Eliyahu *et al.* 2015). Com isso, a participação de Thysanoptera na polinização de *T. cacao*, observada nesta pesquisa, não pode ser descartada.

A abundância de micromoscas das famílias Ceratopogonidae (9%) e Cecidomyiidae (6%), totalizaram 15% da amostragem, e foi considerada baixa na área de consórcio de cacaueiro com açaizeiro. Os ceratopogonídeos e cecidomyiídeos representaram 45,6% dos visitantes florais de cacau observado nas Américas, África Ocidental e Sudeste Asiático (Toledo-Hernández *et al.*, 2017). Além disso, a família Ceratopogonidae representou maior abundância (52%) da amostragem, em sistemas de plantios de cacau da Costa Equatoriana (Bermúdez *et al.*, 2021). Com essas diferenças na abundância de

micromoscas, possivelmente existem outros potenciais polinizadores presentes em cacauero consorciado da região amazônica.

Os cicadelídeos (cigarrinhas) estão entre os grupos abundantes, porém a maioria dos insetos observados estavam na fase imatura, demonstrando que as flores do cacau, além de oferecerem recursos florais aos visitantes, também são berçários de insetos. De forma, Jordão *et al.* (2024), observou ninfa de outra cigarrinha, pertencente à família Cercopidae forrageando as flores de cacauero. Geralmente, a presença de Cicadellidae nas flores do cacauero é considerado prejudicial, sendo considerado um inseto-praga (Vásquez *et al.*, 2020).

Colembolla foi um dos grupos de menor abundância (<5%) nas áreas amostradas, no entanto, a ocorrência em flores de cacau ainda não tinha sido relatada. Silva (2003), observou a presença de Collembola nas amostras de cacauí, *Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng., entretanto, não foi observada a visita nas flores, sugerindo que foi aderido no corpo de inseto. Zeppelini e Bellini (2024), destacam a importância dos colêmbolos na microfauna do solo e a sensibilidade de algumas espécies às alterações ambientais. A interação de colêmbolos com as flores de cacau ainda é desconhecida, requerendo mais informações sobre a sua biologia e distribuição nos estratos das plantas.

5.2 Diversidade de artrópodes por genótipo de *Theobroma cacao*

Em relação a diversidade de visitantes florais entre os genótipos de cacau, observou-se que o genótipo clonal, apresentou riqueza (21 grupos) e abundância (189 espécimes), enquanto o genótipo híbrido apresentou riqueza (20 grupos) e abundância (275 espécimes). Pelo índice de Shannon-Wiener (H'), o genótipo híbrido, apresentou maior diversidade de insetos ($H' = 2,26$) em relação ao genótipo clonal (Tabela 3).

Tabela 3 - Riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H') para os genótipos clonal e híbrido de *Theobroma cacao* do município de Tomé-Açu/PA.

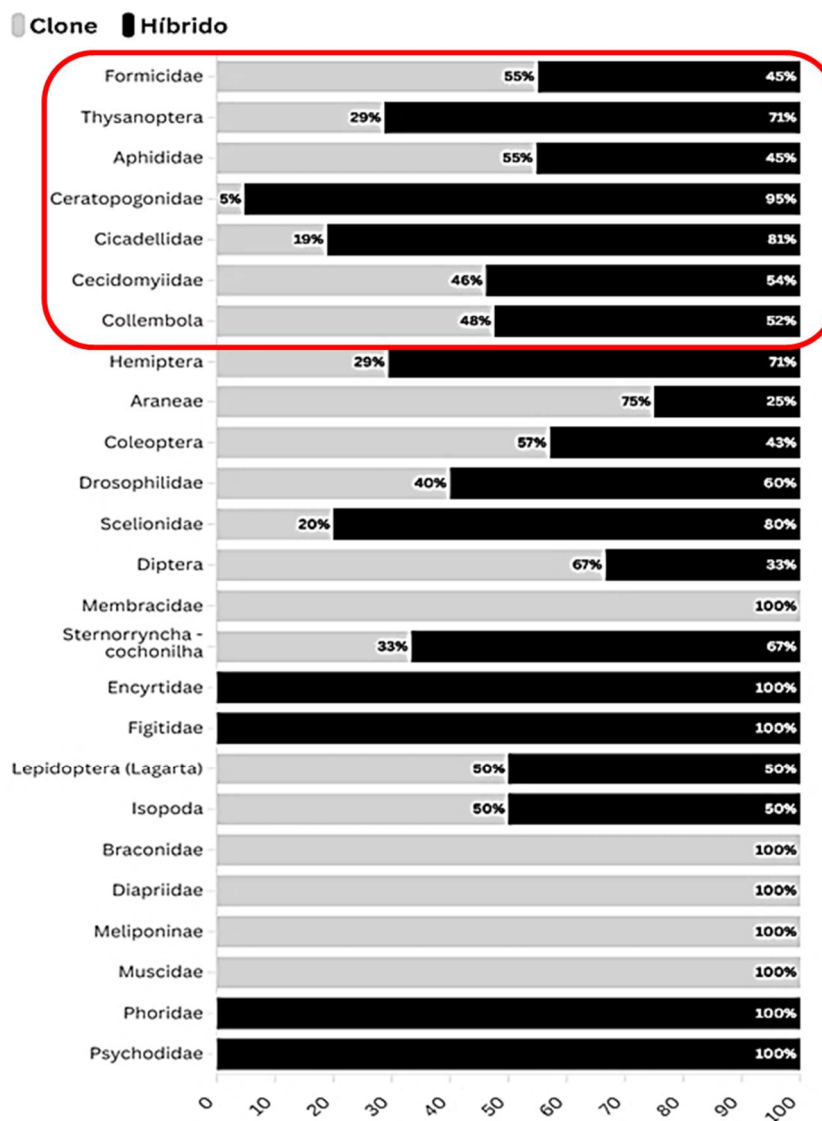
Genótipo	Riqueza	Abundância	Shannon (H')
Clonal	21	189	2,17
Híbrido	20	275	2,26

Os visitantes florais mais abundantes nos genótipos clonal e híbrido de *Theobroma cacao*, foram Formicidae, Thysanoptera, Aphididae, Ceratopogonidae Cicadellidae e Cecidomyiidae. E menos abundante, representado pelo Colembolla. O genótipo de cacauero clonal apresentou maior frequência de Formicidae (55%) e Aphididae (55%).

O genótipo de cacau híbrido apresentou maior frequência de Ceratopogonidae (95%), Cicadellidae (81%), Thysanoptera (71%), Cecidomyiidae (54%) e Colembolla (52%) (Figura 9), sugerindo que o cacau híbrido por apresentar plantios mais antigos e maior deposição de serrapilheira, favorece um ambiente atrativo para visitantes florais.

Entre os grupos de visitantes florais, a família Ceratopogonidae, foi que apresentou maior frequência no genótipo de cacau híbrido. Ríos-Moyano *et al.* (2023), destacam que os ceratopogonídeos, especificamente o gênero *Forcipomyia* estão relacionados à serrapilheira e restos de frutos em decomposição, sendo um ambiente favorável para maior visitação desses insetos.

Figura 9 - Abundância em percentual de visitantes florais dos genótipos clonal e híbrido de *Theobroma cacao* no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).



5.3 Diversidade de artrópodes por horário de visitação

A diversidade de espécimes entre os horários de visitação às flores de *T. cacao*, observou-se maior riqueza (22 grupos), abundância (282 espécimes) e diversidade ($H' = 2,37$) no horário da manhã, em relação ao horário da tarde (Tabela 4). O horário da manhã apresentou maior diversidade de artrópodes em atividade de visitação das flores de cacau, sugerindo que esteja relacionado a abertura das flores, maior disponibilidade de pólen e receptividade da flor.

Tabela 4 - Riqueza, abundância e diversidade de Shannon (H') para os horários de visitação de artrópodes de *Theobroma cacao*.

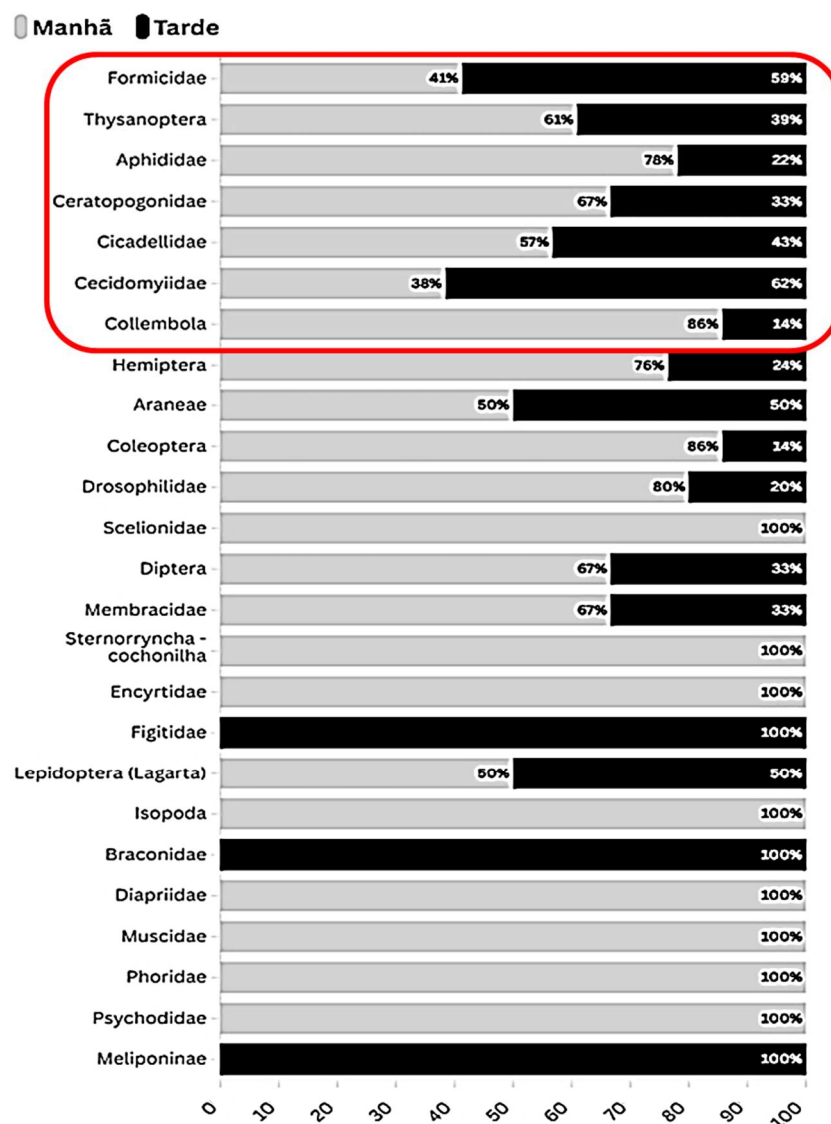
Horário	Riqueza	Abundância	Shannon (H')
Manhã	22	282	2,37
Tarde	17	182	2,03

Os visitantes florais mais abundantes nos horários da manhã e tarde de *T. cacao*, foram Formicidae, Thysanoptera, Aphididae, Ceratopogonidae, Cicadellidae, Cecidomyiidae e Collembola. Dentre os taxa mais representativos para o período da manhã, destacam-se Collembola (86%), Aphididae (78%), Ceratopogonidae (67%), Thysanoptera (61%), Cicadellidae (57%). Para o período da tarde, observou-se maior atividade de Cecidomyiidae (62%) e Formicidae (59%) (Figura 10).

Os grupos Thysanoptera, Aphididae, Ceratopogonidae, Collembola, Cicadellidae foram mais frequentes pelo horário da manhã. Para García e Guzmán-Cedeño (2022), afirmam que a atividade de visitação de insetos nas flores de cacau é maior no período da manhã. Dessa forma, Lemos (2014), afirma que a temperatura elevada no período da tarde, diminui o fluxo de insetos nas flores de cacaueiro, como observado nas abelhas do semiárido cearense.

Nesse estudo, as famílias Formicidae e Cecidomyiidae, foram mais presentes no período da tarde. Jaramillo *et al.* (2024), destacam que Formicidae visitam as flores durante o dia inteiro, sendo mais ativas no final da tarde. Geralmente, a visitação de dípteros é mais elevada no início da manhã (06-09h) (Adjaloo e Oduro, 2013). Assim, Jordão *et al.* (2024) afirmam que a visitação de dípteros é maior pela parte da manhã (06-09h), porém foram observados forrageando as flores de cacau em dias esporádicos, durante a tarde (15-17h).

Figura 10 - Abundância em percentual de visitantes florais dos períodos de visitação nas flores de *Theobroma cacao* no município de Tomé-Açu/PA (2023-2024).



5.4 Comparação da comunidade de visitantes florais dos genótipos de *Theobroma cacao* com os horários de visitação

O horário da manhã apresentou os maiores valores de riqueza, abundância e diversidade para os genótipos clonal (18 grupos, 104 espécimes, $H' = 2,17$) e híbrido (18 grupos, 178 espécimes, $H' = 2,30$) em relação ao horário da tarde (Tabela 5). A maior similaridade entre os genótipos clonal e híbrido foi para o período da manhã, com 64% de semelhança de artrópodes, obtido pelo índice de Jaccard. A similaridade dos genótipos clonal e híbrido do horário da tarde, correspondeu a 53% de artrópodes comuns aos dois genótipos.

Tabela 5 - Comparação da riqueza, abundância, diversidade (H') e similaridade (J) de artrópodes presentes nos genótipos clonal e híbrido em função dos períodos de visita  o nas flores de *Theobroma cacao* no município de Tomé-Açu/PA.

	Período de visita��o			
	Manhã		Tarde	
Genótipo	Clonal	Híbrido	Clonal	Híbrido
Riqueza	18	18	14	12
Abundância	104	178	85	97
Shannon (H')	2,17	2,30	1,88	2,00
Jaccard (J)	64%		53%	

Foram compartilhados 14 grupos de visitantes florais entre os genótipos clonal e híbrido, do horário da manhã, representado por quatro classes (Insecta, Collembola, Arachnida e Malacostraca), seis ordens, uma subordem, sete famílias, e 271 espécimes. A classe Insecta apresentou os grupos mais frequentes e comuns ao genótipo clonal e híbrido, representado por Thysanoptera, Ceratopogonidae, Aphididae, Formicidae e Cicadellidae. Os artrópodes menos frequentes, foram Collembola, Hemiptera, Cecidomyiidae, Araneae, Scelionidae, Coleoptera, Drosophilidae e Sternorrhyncha. E ocorreu a presença de Isopoda com único espécime, sendo considerado uma visita  o esporádica. Foi observado que o horário da manhã é quando ocorre maior visita  o de insetos, independente do genótipo. E novamente, foi observado que o genótipo de cacau híbrido atrai mais visitantes florais (173 espécimes) em rela  o ao genótipo clonal (98 espécimes) (Tabela 6).

Os artrópodes que são comuns aos genótipos clonal e híbrido do período da tarde, foram semelhantes em nove grupos, representados por três classes (Insecta, Collembola e Arachnida), cinco ordens, seis famílias, e 173 espécimes. A classe Insecta apresentou os grupos mais frequentes, como Formicidae, Thysanoptera, Ceratopogonidae, Cicadellidae, Cecidomyiidae e Aphididae. E os artrópodes menos frequentes foram, Araneae, Hemiptera e Collembola. Foi observado que houve uma redu  o da atividade de visita  o dos espécimes no período da tarde. No entanto, mesmo com a diminui  o da visita  o, o genótipo híbrido apresentou maior abundância (93 espécimes) em rela  o ao genótipo clonal (80 espécimes) (Tabela 7).

Tabela 6 - Similaridade dos principais grupos de visitantes florais e potenciais polinizadores entre os genótipos clonal e híbrido de *Theobroma cacao* do período da manhã.

Manhã		
Táxon	Clonal	Híbrido
	Nº de espécimes	
Thysanoptera	13	40
Ceratopogonidae	1	27
Aphididae	32	25
Formicidae	23	22
Cicadellidae	2	19
Hemiptera	3	10
Collembola	9	9
Cecidomyiidae	2	8
Araneae	5	1
Scelionidae	1	4
Coleoptera	3	3
Drosophilidae	2	2
Sternorrhyncha	1	2
Isopoda	1	1
Total Geral	98	173

Tabela 7 - Similaridade dos principais grupos de visitantes florais e potenciais polinizadores entre os genótipos clonal e híbrido de *Theobroma cacao* do período da tarde.

Tarde		
Táxon	Clonal	híbrido
	Nº de espécimes	
Formicidae	37	27
Thysanoptera	12	22
Ceratopogonidae	1	13
Cicadellidae	5	11
Cecidomyiidae	10	6
Aphididae	8	8
Araneae	4	2
Hemiptera	2	2
Collembola	1	2
Total Geral	80	93

Dessa forma, o período da manhã apresentou maior similaridade de visitantes florais, possivelmente relacionado a abertura das flores e maior disponibilidade de recursos florais. Jordão *et al.* (2024), destacam que a atividade de forrageamento de visitantes flores é mais intensa no período da manhã (06-12h).

O genótipo de cacau híbrido foi que apresentou maior frequência de visitantes florais, possivelmente relacionado com a idade mais elevada dos plantios, devido maior estratificação das plantas e deposição de serrapilheira, promovendo melhores condições microclimáticas aos visitantes florais. Carmona (2018), destaca que a serrapilheira do cacaueiro é utilizada pelos dípteros (Ceratopogonidae) para oviposição e reprodução. Assim como, Toledo-Hernández *et al.*, 2021, destacam a importância da conservação da floresta secundária e agroflorestas em torno das plantações de cacau, pois melhoraram os habitats dos potenciais polinizadores e a abundância de visitantes de flores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O entendimento acerca da polinização do cacaueiro é desafiador, uma vez que a identificação do polinizador ou dos grupos de polinizadores legítimos ainda é uma questão debatida entre estudiosos em todo o mundo, especialmente nas áreas agrícolas. Isso se deve à ampla variedade de visitantes florais presentes nos cultivos de *T. cacao*, fazendo-se necessário esclarecer a função desses visitantes e determinar quais deles atuam como polinizadores eficientes.

No período da manhã, observou-se maior diversidade e semelhança entre os tipos de visitantes florais, o que pode ser atribuído às temperaturas mais amenas e à maior disponibilidade de recursos florais.

Além disso, o genótipo híbrido apresentou um aumento na frequência de visitação de artrópodes, possivelmente relacionado a idade dos plantios, devido maior estratificação e maior acúmulo de matéria orgânica (folhiço), favorecendo um ambiente atrativo para visitantes florais.

Os principais visitantes florais comuns entre os genótipos, incluíram Formicidae (formigas), Thysanoptera (tripes), Ceratopogonidae e Cecidomyiidae (ambas micromoscas), sugerindo que a participação desses grupos na polinização do cacaueiro, não pode ser descartada. As famílias Aphididae (pulgões) e Cicadellidae (cigarrinhas) são insetos sugadores de seiva, sendo associados a insetos-praga de *T. cacao*. A classe Colembolla (colêmbolos) não tinha sido relatada nas flores do cacaueiro, sendo desconhecido a sua interação com as flores.

Dessa forma, esta pesquisa trouxe novas informações a respeito dos visitantes florais e potenciais polinizadores, bem como sua ocorrência no sistema consorciado de *T. cacao* da região Nordeste do Pará.

REFERÊNCIAS

- ADJALOO, M.K. e ODURO, W. Insect assemblage and the pollination system in cocoa ecosystems. **Journal of Applied Biosciences**, v. 62, p. 4582-4594, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4314/jab.v62i0.86070>. Acesso em: 20 ago. 2024.
- AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. *et al.* Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas. **Boletim IAC**. 7. ed. rev. e atual, n. 200, Campinas: Instituto Agrônomo, 2014, p. 85-89. (Boletim IAC, n. 200).
- ALVES, R.M.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. *et al.* *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu). In: CORADIN, L.; CAMILLO, J. e VIEIRA, I.C.G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região norte**, Brasília, DF: MMA, 2022, p. 519-542. (Série Biodiversidade 53). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144579/1/Plantas-para-o-Futuro-Norte-519-542.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- ALVES, E.J. **Consórcio da bananeira com culturas anuais, perenes e plantas de cobertura do solo**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 16 p., 2003. (Circular Técnica, 52).
- ALVIM, P.T. Flowering of cocoa. **Cocoa Growers Bulletin**, v.25, p. 23-31, 1984.
- ANDRADE, T.O. *et al.* **Estado da arte dos polinizadores e visitantes florais do cacaueiro**. Belém: ITV, 2021. (Relatório Técnico N018/2021).
- ANDRADE, T.O.; SABINO, W.O; ARAÚJO, G.J. *et al.* **Polinizadores: os pequenos animais que colaboram com a produção de frutas e sementes na agricultura**. Belém: ITV, 25 p., 2023.
- ASSUNÇÃO, M.A.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; DEL-CLARO, K. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? **Flora**, v. 209, p. 244–249, 2014.
- BARÔNIO, G.J.; HALEEM, M.A.; MARSAIOLI, A.J. *et al.* Characterization of Malpighiaceae flower-visitor interactions in a Brazilian savannah: How do floral resources and visitor abundance change over time. **Flora**, v. 234, p. 126–134, 2017.
- BARBOSA, F.R.G.M.; NORONHA, M.O.; PIACENTI, C.A. Valoração econômica do serviço de polinização na agricultura no Centro-Oeste brasileiro (2010-2018). **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 78, p. 310-325, 2021.
- BERMÚDEZ, E.G.C.; CEDEÑO, S.L.M.; CEDEÑO, J.B.N. **Reconocimiento, importancia y cuidado de los polinizadores en los sistemas de producción del cacao**. 1. ed. INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2021, 38 p. (Guía, 177). Disponível em: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5749>. Acesso em: 11 ago. 2024.

BRAGA, D.P.P.; GANDARA, F.B.; GONÇALVES, E.T.; NACHTERGAELE, M. F. **Sistemas agroflorestais com cacau: conceitos e motivações**. v. 1, Piracicaba, SP: Imaflora®, 28 p., 2022.

BOLFE, E. L. **Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa de biomassa e de carbono em sistemas agroflorestais por meio de imagens orbitais**. 2010. 233 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2010.

BHATTACHARJEE, R.; KUMAR, P.L. Chapter 7: Cacao. *In* KOLE, C. **Genome mapping and molecular breeding in plants**. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2007, p. 127-142.

BPBES/REBIPP - **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. Wolowski, M.; Agostini, K.; Rech, A.R. *et al.* (org.). 1. ed. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019, 184 p. Disponível em: <http://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>. Acesso em: 15 jun. 2024.

CAMPBELL, A.J.; CARVALHEIRO, L.G.; MAUÉS, M.M. *et al.* Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, p. 1725–1736, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13086>. Acesso em: 15 jun. 2024.

CARMONA, C.G. **Identificación y cuantificación de dípteros (Ceratopogonidae) polinizadores de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Granja Luker (Palestina, Caldas) a través de la utilización de materia orgánica en descomposición**. 2018. 40 f. Trabajo final de grado (Carrera de biología) - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2018.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis na Amazônia**. 7. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010, 282 p.

CLAUS, G.; VANHOVE, W.; VAN DAMME, P. *et al.* Challenges in cocoa pollination: the case of Côte d'Ivoire. *In*: **Pollination in Plants**. IntechOpen, London, UK, p. 39–58, 2018.

CHEESMAN, E.E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. **Tropical Agriculture**. v. 21, p.144–159, 1944.

COE, M.D.; COE, S.D. **The True History of Chocolate** (Thames e Hudson, 2007).

COLLI-SILVA, M.; PIRANI, J.R. ***Theobroma* in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23618>. Acesso em: 07 abr. 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Análise mensal: **Cacau (Amêndoa)**, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CORREOSO, C.T.C. **Efecto de la estructura de sistemas agroforestales de cacao y de su contexto local, sobre las poblaciones de dípteros polinizadores del cacao y su relación con la producción en Bocas del Toro, Panamá**. 2011, 58 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Ecológica) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2011.

CRUZ, J.F.M. **Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem.** Orientadores: Eliete da Silva Bispo; Sérgio Eduardo Soares. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

DEHEUVELS, O.; DE WAAL, L.; BAGNY-BEILHE, L., How habitat heterogeneity affects flower visitor's communities in cocoa-based agroforestry systems? **ICCO**, 2017. Disponível em: <http://agritrop.cirad.fr/586664/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

DEL-CLARO, K. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. **Neotropical Entomology**. v. 33, p. 665–672, 2004.

DOSTERT, N.; ROQUE, J.; CANO, A. *et al.* **Hoja botánica: Cacao**, Perú, 20 p., 2011.

ELIYAHU, D.; MCCALL, A.C.; LAUCK, M. *et al.* Minute pollinators: The role of thrips (Thysanoptera) as pollinators of pointleaf manzanita, *Arctostaphylos pungens* (Ericaceae). **Journal of Pollination Ecology**. v.16, p.64-71, 2015.

FREITAS, B.M.; NUNES-SILVA, P. Polinização Agrícola e sua Importância no Brasil. *In*: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A. *et al.* (org.). **Polinizadores no Brasil: Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 103-113, 2012.

FRIMPONG, E.A.; GEMMILL-HERREN, B.; GORDON, I. *et al.* Dynamics of insect pollinators as influenced by cocoa production systems in Ghana. **Journal of Pollination Ecology**, v. 5, n. 10, p. 74–80, 2011. Disponível em: [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2011\)12](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2011)12). Acesso em: 28 mar. 2024.

GALLAI, N.; VAISSIÈRE, B. **Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale**. Roma: FAO, 2009.

GARCÍA, V.S.G.; GUZMÁN CEDEÑO, Á.M. Incidencia de agentes polinizadores sobre la fecundación de la flor del cacao (*Theobroma cacao* L.). **Espamciencia**. v. 13, n. 2, p. 1-12, 2022. ISSN:1390-8103

GARIBALDI, L.A.; DONDO, M.; HIPÓLITO, J. *et al.* **Uma abordagem quantitativa para a valoração socioeconômica de práticas favoráveis aos polinizadores: um protocolo para seu uso**. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, Roma, 2016.

GARITA, C. **Efecto de los áfidos, las hormigas y su asociación sobre el aborto de los cojines florales en híbridos de *Theobroma cacao***. Orientador: Rafael Arias Torres. 2016. 82 f. Dissertação (Maestría en agricultura alternativa con mención en agricultura ecológica) - Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, 2016.

GIANNINI T.C.; CORDEIRO G.D.; FREITAS B.M. *et al.* The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v. 108, n. 3, p. 849–857, 2015. Disponível em <https://doi.org/10.1093/jee/tov093>. Acesso em: 16 jul. 2024.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 22 p., 1996.

GOTTSBERGER, G. Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology**. v.14, n. 2, p. 143–152, 1999. Disponível em: DOI:10.1046/j.1442-1984.1999.00018.x. Acesso em: 09 nov. 2024.

GRAMACHO, I.C.P.; MAGNO, A.E.S.; MANDARINO, E.P.; MATOS, A. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia**. Ilhéus: CEPLAC. 1992, 124 p.

HAMMER, Ø. PAST. Paleontological Statistics. Version 4.03. **Natural History Museum** - University of Oslo, 2020. Disponível em: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em: 20 jul. 2024.

HERRERA, C.M. Components of pollinator “quality”: comparative analysis of a diverse insect assemblage. **Oikos**, v. 50, p. 79-90, 1987.

HOMMA, A.K.O. **Dinâmica dos sistemas agroflorestais**: o caso da colônia agrícola de Tomé-Açu, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. Disponível em: <http://www.alice.embrapa.br/alice/hande/doc/401613>. Acesso em: 21 jun. 2024.

HOMMA, A.K.O.; ZUGAIB, A.; MENDES, F.A.T. *et al.* **Brasil em 50 alimentos - Cacau**, Brasília, DF: Embrapa, 2023, p. 79-83. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153294/brasil-em-50-alimentos>. Acesso em: 16 jul. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/tome-acu.html>. Acesso em: 21 out. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Cacau**, 2023a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cacau/br>. Acesso em: 13 nov. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabela 5457 (Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes). **Sidra: Produção Agrícola Municipal**, 2023b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 13 nov. 2024.

IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. **Manual técnico del cultivo de cacao**: prácticas latinoamericanas. Sánchez, M.Á.A.; León, D.G.; Arce, S.M. *et al.* (org.). San José, C.R., 2017, 165 p.

ICCO - International Cocoa Organization. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v. L, n. 3, Cocoa year 2023/24, 2024. Disponível em: https://www.icco.org/wp-content/uploads/Production_QBCS-L-No.-3.pdf. Acesso em: 09 nov. 2024.

IPBES. **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, 2016, 552 p.

JARAMILLO, M.A.; REYES-PALENCIA, J.; JIMÉNEZ, P. Floral biology and flower visitors of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the upper Magdalena Valley, Colombia. **Flora**, v. 313, 2024.

JORDÃO, J.P.; DA SILVA, A.P.; NANA, H.R.T. *et al.* Ecology of entomological communities in cocoa flowers (*Theobroma cacao* L.) in the shade-grown system: harmonic interactions in pollination. **Agroforestry Systems**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01082-8>. Acesso em: 10 nov. 2024.

JÜRGENS, A.; WEBBER, A.C.; GOTTSBERGER, G. Floral scent compounds of Amazonian Annonaceae species pollinated by small beetles and thrips. **Phytochemistry**. v. 55, n. 6, p. 551–558, 2000. Disponível em: DOI: 10.1016/s0031-9422(00)00241-7. Acesso em: 09 nov. 2024.

KAUFMANN, T. Ecology and Behavior of Cocoa Pollinating Ceratoponidae in Ghana, W. Africa. **Environmental Entomology**, v. 4, n. 2, p. 347-351, 1975.

KEARNS, C.A.; INOUE, D.W.; WASER, N.M. Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. v. 29, p. 83-112, 1998.

KLEIN, A.M.; VAISSIERE, B.E.; CANE, J.H. *et al.* Importância dos polinizadores na mudança de paisagens para as culturas mundiais. **Anais da Royal Society B-Biological Sciences**. v. 274, p. 303-313, 2007.

KLEIN, A.M.; FREITAS, B.M.; BOMFIM, I.G.A. *et al.* **A polinização agrícola por insetos no Brasil: Um guia para fazendeiros, agricultores, extensionistas, políticos e conservacionistas**. 162 p., 2020. DOI: 10.6094/UNIFR/151237.

LANAUD, C.; VIGNES, H.; UTGE, J. *et al.* A revisited history of cacao domestication in pre-Columbian times revealed by archaeogenomic approaches. **Scientific Reports**. v.14, n. 2972, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53010-6>. Acesso em: 24 jul. 2024.

LEMO, C.Q. **Abelha *Plebeia cf. flavocincta* como potencial polinizador do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro**. Orientador: Breno Magalhães Freitas. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

LINS, P.M.P. **Avaliação agrônômica de um sistema agroflorestal composto de progênies de cupuaçuzeiro e híbrido de coqueiro no município de Moju-PA**. Orientador: Cláudio José Reis Carvalho. 2010. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2010.

MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M.; GIANNINI, T.C.; TOLEDO-HERNÁNDEZ, M. *et al.* Small Amazonian stingless bees: an opportunity for targeted cocoa pollination. **Frontiers in Bee Science**. v. 2, n. 1357811, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frbee.2024.1357811>. Acesso em: 10 out. 2024.

MANGABEIRA, J.A.C.; TÔSTO, S.G., ROMEIRO, A.R. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011, 47 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 91).

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cartilha de boas práticas na lavoura cacauera no Estado do Pará**, Belém: Mapa/CEPLAC, 64 p., 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cacau do Brasil**, Brasília, 2022.

MARQUES, E.S. Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do cacau no Estado da Bahia, **Portaria nº 322**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/bahia/word/PORTN322CACAUBA.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.

MAUÉS, M.M. **Investigando o papel dos polinizadores nativos e de diferentes práticas de manejo sobre a produção de cacau na Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental, 2022.

MELO, C.B. **Cacau**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4096001/cacau>. Acesso em: 07 abr. 2024.

MOÇO, M.K.S. **Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no Sul da Bahia**. Orientadores: Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues; Antônio Carlos da Gama-Rodrigues. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

MOTAMAYOR, J.C.; RISTERUCCI, A.M.; LOPEZ, P.A. *et al.* Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. **Heredity**. v. 89, p. 380–386, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800156>. Acesso em: 24 jul. 2024.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

NAKAYAMA, K. Polinização e técnica de infestação artificial do cacauero (*Theobroma cacao* L. 1737) com o pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877), [Hemiptera: Aphididae]. **Agrotrópica**, v. 35, n. 1, p. 61-84, 2023.

OLIVEIRA, T.K.; SÁ, C.P.; OLIVEIRA, T.C. *et al.* **Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira**, Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010, 44 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45).

OLIVEIRA, M.M. **Insetos visitantes florais associados a um guaranazal (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), com notas sobre sua polinização**. Orientadores: Marcio Luiz de Oliveira; Cristiane Krug. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2018.

PACHECO, N.A. e BASTOS, T.X. **Caracterização climática do município de Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001, 18 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 87).

PIASENTIN, F.B. e SAITO, C.H. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no

- sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**. Belém, v. 9, n. 1, p. 61-78, 2014.
- REITZ, S.R. Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): the making of a pest. **Florida Entomologist**. v. 92, n. 1, p. 7-14, 2009.
- RILEY, D.G.; CHITTURI, A.; SPARKS, A.N. Does natural deposition of pine pollen affect the ovipositional behavior of *Frankliniella occidentalis* and *Frankliniella fusca*? **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 124, n. 2, p. 133-14, 2007.
- RÍOS-MOYANO, D.K.; RODRÍGUEZ-CRUZ, F.A.; SALAZAR-PENÑA, J.A. *et al.* Factors associated with the pollination of the cocoa (*Theobroma cacao* L.) crop. **Agronomía Mesoamericana**, v. 34, n. 3, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15517/am.2023.52280>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.C.; JORDANO, P.; VALIDO, A. Quantity and quality components of effectiveness in insular pollinator assemblages. **Oecologia**, v. 173, p. 179–90, 2013.
- RADER, R.; BARTOMEUS, I.; GARIBALDI, L.A. *et al.* Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. USA, v. 113, n. 1, p. 146–151, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025055>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- SALAZAR-DÍAZ, R. e TORRES-COTO, V. Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción. **Tecnología en Marcha**. v. 30, n. 1, p. 90-100, 2017. DOI: 10.18845/tm.v30i1.3088
- SANTOS, I.A.; SILVA, C.I.; PINHEIRO, M. *et al.* Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016.
- SANTOS, E.B; KATO, O.R., COELHO, R.F.R. *et al.* Dinâmica espaço-temporal em Sistema Agroflorestal (SAF) de agricultores familiares do município de Tomé-Açu, Pará. **Revista Observatório de La Economia Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 6, p. 3914-3940, 2023.
- SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico**. 1. ed. Brasília: SENAR, 2017, 140 p. (Coleção Senar, 199). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/informe-ao-cacaucultor/manejo/cartilhas-senar/199-sistemas-agroflorestais.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.
- SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Cacau: produção, manejo e colheita**, Brasília: Senar, 2018, 145 p. (Coleção Senar, 215). Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/215-CACAU.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2024.
- SILVA, A.A.R. **Polinização de cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. – Sterculiaceae): implicações para conservação**. Orientadora: Marlúcia Bonifácio Martins. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

- SORIA, S.J. e WIRTH, W.W. Identidade e caracterização taxonômica preliminar das mosquinhas *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) associadas com a polinização do cacaueiro na Bahia, **Revista Theobroma**, v. 4, n. 1, p. 3-12, 1974.
- SORIA, S.J. O papel das abelhas sem ferrão (Meliponinae) na polinização do cacaueiro na América tropical. **Revista Theobroma**, v. 5, n. 1, p. 12-20, 1975a.
- SORIA, J.; TONOSAKI, S.; MORENO, J. A polinização do cacaueiro pela *Forcipomyia* ao vivo. **Cacau Atualidades**, v.12, p.14-18, 1975b.
- SORIA, S.J.; WIRTH, W.; CHAPMAN, K. Insect pollination of cacao in Costa Rica. 1. Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers. **Revista Theobroma**, v. 10, n. 2, p. 61-68, 1980.
- SOUSA-LOPES, B.; CALIXTO, E.S.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M.; DEL-CLARO, K. Effects of ants on pollinator performance in a distylous pericarpial nectary-bearing Rubiaceae in Brazilian Cerrado. **Sociobiology**, v. 67, n. 2, p. 173-185, 2020.
- SCHAWWE, C.C.; KESSLER, M.; HENSEN, I. *et al.* Abundance and diversity of flower visitors on wild and cultivated cacao (*Theobroma cacao* L.) in Bolivia. **Agroforestry Systems**. v. 92, p. 117–125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0019-8>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- TERRY I. Thrips and weevils as dual, specialist pollinators of the Australian cycad *Macrozamia communis* (Zamiaceae). **International Journal of Plant Sciences**. v. 162, p.1293–1305, 2001.
- TOLEDO-HERNÁNDEZ, M.; WANGER, T.C.; TSCHARNTKE, T. Neglected pollinators: can enhanced pollination services improve cocoa yields? A review. **Agriculture Ecosystems Environment**. v. 247, p. 137–148, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.021>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- TOLEDO-HERNÁNDEZ, M.; TSCHARNTKE, T.; TJOA, A. *et al.* Landscape and farm-level management for conservation of potential pollinators in Indonesian cocoa agroforests. **Biological Conservation**, v. 257, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109106>. Acesso em: 08 ago. 2024.
- TOREZAN-SILINGARDI, H.M., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, G., Pollination ecology: natural history, perspectives and future directions. In: DEL-CLARO, K., TOREZAN-SILINGARDI, H., (Eds.) **Plant-Animal Interactions: Source of Biodiversity**. Springer International Publishing. 2021, p. 119–174.
- VALENTE, M.A.; WATRIN, O.S. e CASTRO, A.R.C. **Mapeamento detalhado dos solos da fazenda experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014, 33 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 405).
- VÁSQUEZ, V.A. **Diversidad de agentes polinizadores y su influencia en la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo nacional en monocultivo y sistema agroforestal en la finca experimental “La Represa”**. 2016. Tesis de licenciatura en ingeniería agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Los Ríos, 2016.

- VÁSQUEZ, V.A.; CRUZATTY, L.C.G.; OLAYA, J.C. *et al.* Insectos polinizadores en sistemas de producción de *Theobroma cacao* L. en la zona central del litoral ecuatoriano. **Ciencia y Tecnología**, Quevedo, v. 13, n. 2, p. 23-30, 2020. DOI:10.18779/cyt.v13i2.389
- VIEIRA, T.A.; ROSA, L.S., VASCONCELOS, P.C.S. *et al.* Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 549-558, 2007.
- VIVO, M.; SILVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, F.O. Reflexões sobre coleções zoológica, sua curadoria e a inserção dos Museus na estrutura universitária brasileira. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p. 105-113, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7793.v45iespp105-113>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- WILLIAMS, I.H. Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. In: MATHESON, A.; BUCHMANN, S.L.; O'TOOLE, C.; WESTRICH, P. e WILLIAMS, H. (ed.). **The conservation of bees**, London, UK: Linnean Society of London and the International Bee Research Association by Academic Press, 1996, p. 63-80.
- WINDER, J.A. Field observations on Ceratopogonidae and other Diptera: Nematocera associated with cocoa flowers in Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 67, n. 1, p. 57-63, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0007485300010890>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- WINDER, J.A. Cocoa Flower Diptera; Their Identity, Pollinating Activity and Breeding Sites. **PANS**, v. 24, n. 1, p. 5-18, 1978. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09670877809414251>. Acesso em: 16 jun. 2024.
- YOUNG, A.M. Effects of shade cover and availability of midge breeding sites on pollinating midge population and fruit set in two cocoa farm. **Journal of Applied Ecology**, v. 19, p. 47-63, 1982.
- YOUNG, A.M. Pollen-collecting by stingless bees on cacao flowers. **Experientia**. v. 41, p. 760-762, 1985. Disponível em: doi: 10.1007/BF02012584
- YOUNG, A.M.; ERICKSON, E.H.; STRAND, M.A. *et al.* Pollination biology of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae) - I. Floral Biology. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 8, p. 151-164, 1987. doi: 10.1017/S1742758400007153
- ZEPPELINI, D; BELLINI, B.C. Cap. 9, Collembola Lubbock, 1870, p. 141-154. In: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B. de *et al.* (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2. ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2024, 880 p. Disponível em: <https://doi.org/10.61818/56330464c09>. Acesso em: 21 out. 2024.
- ZARRILLO, S. *et al.* The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. **Nature Ecology & Evolution**, v. 2, n. 12, p. 1879-1888, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-018-069710.1038/s41559-018-0697>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- ZARRILLO, S.; BLAKE, M. Tracing the movement of ancient Cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Americas, new approaches. In: BEEKMAN, C.S. e MCEWAN, C.

(ed.). **Waves of Influence: Pacific Maritime Networks Connecting Mexico, Central America, and Northwestern South America**, Dumbarton Oaks Research Library, 2022, p. 121–144.

ZEGADA HERBAS, L.J.; LAFUENTE CARTAGENA, I.; NAOKI, K. *et al.* Variación en la composición de visitantes florales de cacao (*Theobroma cacao*) entre cinco sistemas de producción en Sara Ana, Alto Beni, Bolivia. **Ecología en Bolivia**, v.55, n.3, p.145-159, 2020. ISSN 1605-2528.

ZHANG, S.; ZHANG, Y.; MA, K. The ecological effects of the ant-hemipteran mutualism: a meta-analysis. **Basic and Applied Ecology**, v. 13, p. 116–124, 2012.

ZHI, J.; FITCH, G.K.; MARGOLIES, D.C. *et al.* Apple pollen as a supplemental food for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: Response of individuals and populations. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 117, n. 3, p. 185-192, 2005.