

**KARINE DE MATOS COSTA**

**MUTUALISMO E ANTAGONISMO FLORAL EM *Daustinia montana* (Moric.) BURIL  
& A.R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE)**



**RECIFE**

**2020**

**KARINE DE MATOS COSTA**

**MUTUALISMO E ANTAGONISMO FLORAL EM *Daustinia montana* (Moric.) BURIL &  
A.R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE)**



Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestra em Botânica.

Orientadora: Dr.a Ana Virgínia Leite  
Coorientadora: Dr.a Maria Teresa Buril  
Dr. Natan Messias de Almeida

**RECIFE  
2020**

**MUTUALISMO E ANTAGONISMO FLORAL EM *Daustinia montana* (Moric.) BURIL &  
A.R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE)**

Karine de Matos Costa  
Dissertação apresentada em \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Orientadora

---

Dra. Ana Virgínia Leite  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca Examinadora

---

Dra. Jarcilene Silva de Almeida Cortez  
Universidade Federal de Pernambuco  
(1º membro)

---

Dr. Arthur Domingos de Melo  
Universidade Federal de Pernambuco  
(2º membro)

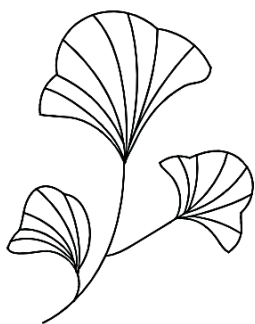
---

Dra. Tarcila Correia de Lima Nadia  
Universidade Federal de Pernambuco  
(Suplente)

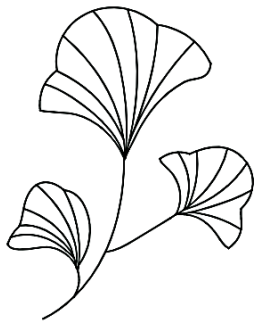
---

Dra. Cibele Cardoso de Castro  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Suplente)

RECIFE, 2020



Dedico este trabalho a Deus, O Criador de todas as coisas e a minha Família, por todo o apoio recebido nesta trajetória. Faltam-me palavras para descrever o imenso cuidado e amor que recebo diariamente.



*“Que darei eu ao Senhor por todos os  
Benefícios que me tem feito?”*

*Salmos 116: 12*

## AGRADECIMENTOS

- Aos Meus pais, Maria Karla e Iranilton Martins, por acreditarem em mim até quando eu mesma duvidei de minhas capacidades.
- Aos demais familiares com destaque para Tio Léo, Tia Valma e Tio Carlinho por toda assistência que me proporcionaram quando descobri um câncer de mama durante a finalização deste trabalho.
- Ao ministério da Assembleia de Deus Abreu e Lima, representados pelo Pastor Josué Morais e sua esposa, Silene pelo apoio e orações recebidas.
- A Bruna Yvila, pela parceria partilhada em campo e na vida.
- A Letícia Camurça e Bruna Kelly, pelas horas de frequências partilhadas, conversas descontraídas e perigos em campo enfrentados juntas.
- A Janilo Ítalo e a Alicia Torres, por lerem meus textos e partilharem das alegrias e frustrações vivenciadas durante o mestrado.
- A Professora Ana Virgínia pelas orientações através de conversas informais, reuniões, aconselhamentos e socorro via Whatsapp. Além dos conhecimentos acadêmicos, me ensinou a cultivar a calma e a paciência.
- Maria Teresa e a Natan Messias, pelos aconselhamentos e reuniões que definiram o projeto e o rumo do artigo, vocês foram fundamentais nessa conquista.
- A professora Isabel Cristina Machado por toda ajuda no desenvolvimento do projeto que originou este trabalho.
- A toda a equipe médica do Hospital de Oncologia Hapvida unidade de Casa forte representada pelo diretor Wayne Guedes, pelo acolhimento e carinho recebido durante minha luta contra o câncer,
- A todos os funcionários da Área de Proteção Ambiental Genipabu representados pela gestora Maria Aparecida (Dona Cida) por toda a ajuda obtida através de conversas informais e parcerias que me auxiliaram na adaptação ao campo.
- A Cynara (Secretária da pós-graduação em botânica/UFRPE) pelo sorriso e disposição em ajudar sempre que tive dúvidas ou precisei de algum serviço.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio Financeiro e ao Programa Pesquisa em Movimento (PPM – PRPPG/UFRPE) pelo auxílio na locomoção para o campo.
- Ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) e ao Instituto de Defesa do Meio Ambiente em Natal (IDEMA) pela concessão das autorizações.
- À Lucy, técnica do laboratório de entomologia da UFRPE, Carlos Eduardo Nobre (pós-graduando da UFPE), a José Augusto dos Santos Silva (UFRPE/UAST) e ao Prof. Dr. Airton Torres Carvalho (UFRPE/UAST) pelo auxílio nas identificações dos insetos mencionados neste estudo.

Confesso que não estou pronta, nunca estarei, porém, desejo continuar aprendendo. Acredito que deixar de aprender é começar a morrer. Por isso, esta trajetória não termina aqui, ainda há muito que fazer, sempre haverá muito para aprender.

Muito obrigada a todos.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Teste para Sistema Reprodutivo em *Daustinia montana* 44
- Figura 2.** Figura 2. Frequência dos Polinizadores em *Daustinia montana* nos meses: 45  
A - Setembro a novembro de 2018 e B - Maio a julho de 2019.
- Figura 3. Figura 3.** Frequência dos Pilhadores em *Daustinia montana* nos meses: 46  
A - Setembro a novembro de 2018 e B - Maio a julho de 2019.
- Figura 4.** Ocorrências Registradas em *Daustinia montana*. (A) Pilhador Frequente: *Nyctelius nyctelius*; (B) Abelha *Apis mellifera* coletando durante a antese, (C) *Apis mellifera* forçando a abertura da flor após a antese em busca do recurso; ; (D) Abelha *Dialictus* sp pilhando durante coleta de néctar. (D) Abelha *Plebeia* aff. *flavocincta* saindo da flor após entrar para coletar recurso ao fim da antese (E) Borboleta *Pyrgus orcus* inserindo probóscide na base da corola para coletar néctar após a antese. 47
- Figure 1.** Photo of *Daustinia montana* in APA Jenipabu (Rio Grande do Norte – 63  
Brazil).
- Figure 2.** Mosaic plot summarizing the proportion of visitors and the frequency of 63  
visits on intact (intact flowers), removed (flowers with 50% of the corolla removed),  
and perforated (flowers with perforations in 50% of the corolla) flowers of *Daustinia  
montana* with indirect artificial florivory.
- Figure 3.** Mosaic plot summarizing the proportion of visitors and the frequency of 64  
visits on flowers of *Daustinia montana* in direct artificial florivory: intact (intact  
flowers), three stamens (flowers with three stamens), two stamens (flowers with two  
stamens), and without stamens (flowers without stamens).

## SUMÁRIO

RESUMO .....	9
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3. REFERÊNCIAS .....	22
ARTIGO 1.....	29
DAUSTINIA MONTANA (MORIC.) BURIL & A.R. SIMÕES E SUA CONTRIBUIÇÃO NA MANUTENÇÃO DE POLINIZADORES AUTÓCTONES EM AMBIENTE DE RESTINGA ...	29
RESUMO .....	30
1. INTRODUÇÃO .....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3. RESULTADOS .....	35
4. DISCUSSÃO .....	37
5. CONCLUSÃO .....	40
6. AGRADECIMENTOS .....	40
7. REFERÊNCIAS .....	41
ARTIGO 2.....	48
ANTAGONISM AND MUTUALISM: AN EXPERIMENTAL STUDY WITH <i>DAUSTINIA</i> <i>MONTANA</i> (MORIC.) BURIL & A.R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE).....	48
ABSTRACT.....	49
INTRODUCTION .....	50
MATERIAL AND METHODS .....	52
RESULTS .....	54
DISCUSSION .....	57
ACKNOWLEDGEMENTS .....	59
REFERENCES.....	60
NORMAS DA REVISTA PLANT BIOLOGY .....	65
ANEXO 1 - AUTORIZAÇÃO DO SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (SISBIO).....	70
ANEXO 2– AUTORIZAÇÃO DO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA) .....	76



## RESUMO

Espécies de Convolvulaceae podem ser encontradas em regiões tropicais e temperadas e está representada por plantas com diferentes hábitos desde subarborescentes às herbáceas, com flores contendo apêndices florais e reprodutivos em número de cinco, exibindo regiões com nervuras evidentes nas pétalas. Há registro de visitação floral na família por uma diversidade de insetos, incluindo Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera, além de alta visitação por abelhas não nativas com destaque para o gênero *Apis* sp. Há também menção na literatura de ortópteros sob as flores, relatados como visitantes florais. Um único estudo em área de Caatinga descreve *Daustinia montana* como xenógama facultativa, apresentando diversidade de visitantes florais incluindo coleópteros e enfatizando a importância desta espécie para manutenção de polinizadores locais. A florivoria consiste no processo o qual o florívoro consome parcialmente ou totalmente partes florais reprodutivas e/ou estéreis. Sendo as flores a principal estrutura de atração dos polinizadores, esse processo pode influenciar fortemente o padrão de visitas e o comportamento dos polinizadores e interferir negativamente na produção de frutos e sementes (Sucesso Pré-Emergente) do vegetal, acarretando em um menor número de sementes deixadas para as próximas gerações. O presente estudo objetivou analisar a biologia floral e a influência da florivoria no sucesso reprodutivo pré-emergente em *Daustinia montana*. Considerando as hipóteses: 1) A produção de frutos e sementes é maior na polinização natural (controle) quando comparada à autopolinização manual e polinização cruzada; 2) Haverá maior formação de frutos no tratamento de polinização cruzada; 3) Flores com danos de florivoria simulada recebem menor número de visitas do que flores intactas; 4) Flores com perfurações em 50% da corola recebem maior número de visitas do que flores com 50% da corola removida; 5) Há menor produção natural de frutos e sementes provenientes de flores com florivoria natural. A presente pesquisa foi realizada em ambiente de restinga na Área de Proteção Ambiental Jenipabu ("S 05° 42'034" W 035° 12' 29.4"), Rio Grande do Norte, em cinco populações de *D. montana*. A coleta de dados ocorreu nos meses de setembro a novembro de 2018 e maio a julho de 2019. Foram conduzidos experimentos para: 1) análises da biologia floral - tamanho e diâmetro floral com paquímetro digital, reflexão Ultravioleta com uso de Hidróxido de Amônio, presença de áreas com glândulas, utilizando-se vermelho neutro, produção de néctar com microseringas de 10µl, receptividade estigmática com uso de água oxigenada (70%) e deiscência das anteras por observação direta; 2) determinação do tipo de sistema reprodutivo - polinização natural, autopolinização manual, autopolinização espontânea, polinização cruzada e apomixia; 3) observação de visitantes florais - foram realizadas 42 horas de observação dos visitantes florais a flores com presença e ausência (grupo controle) de florivoria artificial com danos indiretos consistindo em remoção de 50% da corola e perfurações em 50% da corola. Por fim, foi realizada com florivoria artificial com danos diretos, contando com 36 horas de observação de frequência em flores com cinco estames (controle) e diferentes números de estames (três, dois e nenhum), os quais foram removidos após a antese com auxílio de pinça. *Daustinia montana* apresentou atraso na antese em temperaturas mais baixas, deiscência das anteras no início da antese e produção de néctar ao longo da antese. Além de 19 visitantes florais, sendo 11 himenópteros, oito lepidópteros e um díptero, onde os lepidópteros atuaram roubando néctar com destaque para a mariposa *Nyctelius nyctelius*, abundante em frequência. Também se destacaram em frequência os himenópteros Tiphidae, *Ceratina* (*Crewella*) *maculifrons* (Smith, 1854), *Augochlora* (*Oxystoglossa*), *Dialictus* sp. e *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758). A dinâmica de contínua produção de néctar é uma estratégia interessante por manter o recurso disponível aos polinizadores mesmo que a flor seja visitada por pilhadores. Assim, a espécie apresentou diversidade de visitantes florais além de redução de visitas correspondente ao aumento em extensão do dano da flor por florivoria artificial. A florivoria apresentou impacto negativo na reprodução da espécie, reduzindo a atratividade floral e também pode estar relacionada ao aborto de flores florivoradas mesmo que tenham sido polinizadas. Houve elevada formação de frutos por autopolinização manual (48,6%), seguida da polinização natural (34,7%), autopolinização espontânea (9%) e apenas 3,22% por polinização cruzada. *Daustinia montana* é autocompatível e autógama, sendo esta uma estratégia reprodutiva importante na ausência ou escassez de

polinizadores, porém, houve dependência do serviço de polinização para maior formação de frutos. No entanto, a produção contínua de néctar somado à pilhagem de néctar e à florivoria, podem estar promovendo a autogamia e portanto, a espécie corre o risco de futuramente sofrer isolamento reprodutivo. A presença de polinizadores não nativos favorece a espécie quando há ausência dos nativos, no entanto, as abelhas *Apis mellifera*, estão competindo com os demais polinizadores evidenciado pela ausência dos demais visitantes Hymenoptera durante o período de observação em que as abelhas de *Apis mellifera* estiveram presentes na população, portanto, possivelmente esta espécie está reduzindo a diversidade da guilda que visita *D. montana*. Em *Daustinia montana* foi confirmada a ocorrência de florivoria causada por ortópteros através de observação direta na Área de Proteção Ambiental Jenipabu (APAJ).

**Palavras-Chave:** Autocompatibilidade, Florivoria, Néctar, Polinizadores, Restinga.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Mutualismo é uma relação na qual entre os envolvidos há benefício mútuo, dessa forma a polinização é considerada uma relação mutualista (RICHMAN et al., 2017). Cerca de 90% das espécies de angiospermas dependem de estratégias florais (cor, forma, odor e recurso) para a atração de agentes polinizadores (FAEGRI; PIJL, 1979). As plantas investem nessas estratégias porque o serviço de polinização é necessário para o ciclo reprodutivo e dessa forma, está relacionado com o sucesso reprodutivo e consequente produção de sementes (FAEGRI; PIJL, 1979; WILLMER, 2011). As flores podem ofertar diferentes recursos (Pólen, néctar, óleo etc.) para os polinizadores, e nessa oferta há uma relação custo-benefício que regula a polinização (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014). O polinizador busca obter o máximo de recurso com o mínimo de esforço e para as plantas é necessário que o máximo de flores sejam visitadas para garantir a reprodução sexuada (WILLMER, 2011; AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014). A polinização é considerada uma relação mutualista desde que não haja um explorador para usurpar os benefícios mantidos entre os envolvidos (RICHMAN et al., 2017). O roubo de néctar é um exemplo de interferência exploratória na relação mutualista, pois esta atividade acarreta consequências negativas para a planta e para os polinizadores que coletam o recurso de forma legítima (IRWIN et al., 2010; RICHMAN et al., 2017).

Interações antagonistas como a herbivoria floral também conhecida como florivoria, promovem danos aos apêndices florais ocasionando consequências negativas ao serviço de polinização (CANELA; SAZIMA, 2003; GARCIA et al. 2017). Embora a florivoria seja menos estudada que à herbivoria foliar, alguns estudos discutem suas implicações na reprodução das plantas que dependem da polinização (CANELA; SAZIMA, 2003; CASCANTE-MARÝN; WOLF; OOSTERMEIJER, 2003; MCCALL; IRWIN, 2006; MCCALL, 2008, CARDEL; KOPTUR, 2010). Os danos causados às flores causam a redução ou perda da atratividade floral, levando assim a mudanças no comportamento e frequência dos polinizadores (GARCIA et al. 2017). Como consequência da queda na frequência dos polinizadores evidencia-se a redução no fluxo de pólen e ausência de frutos e sementes. Alguns estudos buscam compreender a florivoria através do uso modelos artificiais: simulando danos aos apêndices florais, inoculando florívoros nas flores ou submetendo as flores às voláteis relacionados à atração de algum predador do florívoro (IRWIN et al., 2010; IKEMOTO et al., 2017; TAN; TAN, 2017; KNAUER; BAKHTIARI; SCHIESTL, 2018; TSUJI; OHGUSHI, 2018; GOH; TAN; TAN, 2019). Esses estudos têm sido eficientes em discutir a influência da florivoria no serviço de polinização para as espécies vegetais envolvidas.

Convolvulácea é uma família com registro de diversos visitantes florais (abelhas, moscas, vespas e borboletas) e de insetos ortópteros nas flores (FERREIRA; MIOTTO, 2009; SILVA et al., 2010; MARTINS, 2015; GARCIA; ACOSTA; RAMIREZ, 2017). Apesar de alguns estudos sobre polinização em convolvuláceas mencionarem os ortópteros como possíveis visitantes florais, há vários registros ortópteros atuando como florívoros (ARMBRUSTER, 1997; SÁNCHEZ - LAFUENTE, 2002; JUNKER; HEIDINGER; BLÜTHGEN, 2010). Para espécies de *Ipomoea* L. há registro de florivoria causando redução na frequência de visitas e, conseqüentemente, no fluxo polínico (MARTINS, 2015; GARCIA; ACOSTA; RAMIREZ, 2017). As flores de convolvuláceas são caracterizadas possuírem um par de bractéolas distinguindo o pedúnculo do pedicelo, cinco estames e gineceu com ovário bicarpelar geralmente contendo dois óvulos (KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011). As pétalas das flores dessa família apresentam cores e formas variadas, além de uma região com nervuras evidentes (STEFANOVIĆ; AUSTIN; OLMSTEAD, 2003; KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011). Quanto ao sistema reprodutivo, há registros de compatibilidade e incompatibilidade entre as espécies (PIEDEDE-KIILL; RANGA, 2000; KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; SANTOS; GIMENES, 2016). Estudos referentes à polinização em Convolvulaceae registram diferentes grupos de animais polinizadores (FREY, 1995; WILLMOTT; BURQUEZ, 1996; MCMULLEN, 2009).

Foi constatado através de observação direta que *Daustinia montana* está sofrendo florivoria causada por ortópteros na Área de Proteção Ambiental Jenipabu (APAJ). A APA Jenipabu está localizada entre os municípios de Natal e Extremoz, no estado do Rio Grande do Norte e as populações de *D. montana* estão em área de Restinga. Um estudo com esta espécie em área de Caatinga menciona polinização por diversos grupos de visitantes florais (dípteros, coleópteros e himenópteros) e enfatiza a importância desta espécie para a manutenção de polinizadores locais (SILVA, et al., 2010). A restinga difere do ecossistema Caatinga, por causa da influência de correntes de ar marinhas e por estar estabelecida em solo com maior salinidade (ZICKEL et al., 2008). Essas influências proporcionam que espécies ocorrentes em diversos ecossistemas (Floresta Atlântica e Caatinga) estabeleçam-se na restinga (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; ZICKEL et al., 2008).

Assim, *D. montana* é uma espécie interessante para a investigação do serviço de polinização em área de restinga e influência da florivoria no sucesso reprodutivo. O objetivo deste estudo consiste em analisar a biologia floral e a influência da florivoria no sucesso reprodutivo pré-emergente em *Daustinia montana*. Tendo como perguntas: Quais as estratégias reprodutivas apresentadas por *Daustinia montana* que contribuem para o estabelecimento desta espécie em ambiente de Restinga? Como a florivoria afeta a visita do polinizador e prejudica o sucesso Reprodutivo de *Daustinia montana*?. Este estudo foi dividido em dois capítulos: O primeiro

capítulo teve como objetivo relatar a biologia floral, visitantes florais e sistema reprodutivo de *Daustinia montana* em área de restinga, considerando as seguintes hipóteses: H1) Apesar da morfologia generalista, a espécie apresenta atributos florais voltados para a atração de himenópteros; H2) Os himenópteros são os polinizadores com maior frequência; H3) A autocompatibilidade é uma estratégia reprodutiva para permanência dessa espécie em ambiente de restinga; O segundo capítulo teve como objetivo analisar a influência da florivoria na atratividade floral e sucesso reprodutivo de *Daustinia montana*. Considerando as hipóteses: H1) Flores com danos de florivoria simulada recebem menor número de visitas do que flores intactas; H2) Flores com perfurações em 50% da corola recebem maior número de visitas do que flores com 50% da corola removida; H3) Há menor produção natural de frutos e sementes provenientes de flores com florivoria natural.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ecologia da Polinização e Sistema Reprodutivo em Convolvulaceae

Convolvulaceae abrange plantas herbáceas, trepadeiras e subarborescentes com numerosas espécies distribuídas no mundo (SOUZA; LORENZI, 2005; SIMÕES; STAPLES, 2017). A família contém 1.900 espécies distribuídas em 59 gêneros ocupando regiões tropicais e temperadas (SOUZA; LORENZI, 2005; SIMÕES; STAPLES, 2017). A distribuição mostra preferência das espécies por regiões tropicais, fator que justifica o Brasil conter o maior número de táxons (SOUZA; LORENZI, 2005; KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; BARBOSA et al., 2012). O Brasil contém entre 300 e 350 espécies distribuídas em 18 gêneros, com destaque para a região Nordeste com cinco gêneros e 67 espécies (JUDD et al., 1999; SOUZA; LORENZI, 2005; KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; BARBOSA et al., 2012). Segundo Barbosa et al. (2012) a representatividade das convolvuláceas no Brasil em número e espécies endêmicas envolve os gêneros *Calycobolus* Willd. ex. Roem & Sch; *Dicranostyles* Betham; *Evolvulus* L; *Ipomoea* L; *Jacquemontia* Choisy e *Maripa* Aublet. Dentre os gêneros citados, *Evolvulus* L; *Ipomoea* L e *Jacquemontia* Choisy são comumente encontradas em áreas de bordas de florestas (SOUZA; LORENZI, 2005).

Para o gênero *Aniseia* Choisy há menção de polinização por beija-flores em numerosas populações de *Aniseia nitens* Choisy na Chapada Diamantina (BA/Brasil). Apesar das flores ofertarem pouco néctar, o que impossibilitou a medição do volume, os beija-flores foram observados forrageando várias flores de uma mesma população simultaneamente para compensar o baixo volume de néctar ofertado (MACHADO et al., 2007). Para *Aniseia martinicensis* (Jacq.) Choisy. foi registrada a polinização por abelhas Apidae e Halictidae em vegetações na Costa Rica. O formato e

a disposição do estigma e das anteras nesta espécie favorecem uma polinização em escova, já que a abelha é obrigada a rastejar no interior da corola para acessar o néctar (SCHLISING, 1970). Infelizmente, não foram encontrados dados sobre o sistema reprodutivo para o gênero *Aniseia* Choisy. Há registro de polinização por borboletas (Hesperidae) para *Argyreia involucrata* C.B. Clarke. na Índia com atividade intensa entre 11h e 13h (KUNTE, 2000). Apesar do registro de ocorrência e fenologia de floração para as espécies *Argyreia acuta* Loureiro e *Argyreia nervosa* (Burman f.) Bojer para a cidade de Guwahati de Assam (Índia), sendo a primeira de janeiro a março e a segunda de outubro a novembro, não há informações a respeito da polinização ou sistema reprodutivo para estas espécies (SARMA; BHATTACHARJYA, 2016).

O gênero *Bonamia* Thouars possui registro 40 espécies com distribuição tropical sendo 13 espécies para o Brasil, ocorrendo com frequência no Cerrado, na Amazônia e Mata Atlântica (Myint; Ward, 1968; ADKINS, 2000). Para *Bonamia ovalifolia* (Torr.) Hallier f., em estudo realizado no Texas, México, há registro de autocompatibilidade para espécie com dependência de polinizadores para produção satisfatória de frutos (ADKINS, 2000). Também foi relatada a baixa frequência dos polinizadores e a este fator relacionada a baixa frutificação observada na espécie. Apesar de não haverem sido encontrados estudos relacionados a ecologia de polinização para o gênero *Camonea* Rafinesque, há registro de presença do pólen de *Camonea vitifolia* no mel das abelhas sem ferrão: *Heterotrigona itama* e *Tetragonulala eviceps*. Os grãos foram identificados juntamente com pólen de outras 127 espécies de plantas pertencentes a 61 famílias, evidenciando um sistema de polinização generalista (JAYADI; SUSANDARINI, 2020).

A espécie *Convolvulus arvensis* L. ocorre em jardins, áreas perturbadas e possui registro como erva-daninha em plantações agrícolas. A espécie possui antese diurna, é polinizada por Abelhas Halictidae, zangões, borboletas e mariposas e apresenta sistema auto incompatível (WEAVER; RILEY, 1982; AUSTIN, 2000). Apesar as restrições importas pelo sistema reprodutivo a ampla diversidade de polinizadores pode justificar o sucesso desta espécie em atuar como pioneira em áreas perturbadas. A espécie *Convolvulus chilensis* Pers. é endêmica do Chile e apresenta sistema autocompatível e formação de frutos por apomixia, embora os frutos formados por apomixia apresentassem menor número de sementes quando comparados aos frutos resultantes dos outros tratamentos (SUÁREZ; GONZÁLEZ; GIANOLI, 2004). A *Convolvulus glomeratus* Choisy possui uma ampla guilda de polinizadores, representada por moscas, abelhas e borboletas, além de autogamia facultativa (ABID; SARWAR, 2012). Além disso, foi observada influência da temperatura e da umidade na antese como também relatada para *Convolvulus microphyllus* Sieb.ex Spreng, com altas temperaturas favorecendo a abertura e o fechamento antecipado as flores (POONAM; GEETHA; MAITI, 2007). As borboletas atuaram como pilhadoras devido ao comportamento de se alimentarem do néctar sem estabelecerem contato com as estruturas florais

reprodutivas. Para *C. microphyllus* foi observado abelhas *Apis* sp. como importantes polinizadores e predominância de formação de frutos por polinização cruzada, revelando um sistema autoincompatível (POONAM; GEETHA; MAITI, 2007).

O gênero *Cuscuta* L. é considerado como uma importante linhagem de plantas parasitas, pois as espécies não possuem raízes, dessa forma coletando clorofila de seus hospedeiros (WELSH, 2009). Foi realizada uma análise com 138 taxa pertencentes a *Cuscuta* L. obtidos através de coleções de herbário e de expedições de campo. A razão pólen/óvulo apresentada pelas espécies foi relacionada a classificação estabelecida por Cruden (1977), e a partir disso pode-se inferir a ocorrência de 23 táxons autógamos facultativos e 108 xenógamos facultativos (WRIGHT; IANNI; COSTEA, 2012). Antes de serem descritas no gênero *Jacquemontia*, tanto *J. montana* Moricand (1839) quanto *J. serrata* Choisy, atualmente consideradas *Daustinia montana*, estavam inclusas no gênero *Ipomoea*, sendo descritas como *I. montana* e *I. Serrata*. Em 1869 Meisner as incluiu em *Jacquemontia* com base no tipo de inflorescência, por apresentarem muitas flores e brácteas. Atualmente *D. montana* é considerada pertencente a um gênero monoespecífico, com base em características morfológicas das flores e sementes que foram suficientes para a distinção das espécies presentes no gênero *Jacquemontia* (BURIL, et al., 2014; BURIL et al., 2015).

Um único estudo realizado com *D. montana*, enquanto ainda como *J. montana*, em área de Caatinga (BA), sugeriu xenogamia facultativa com base na classificação de Cruden (1977). A morfologia da flor com guias de néctar está relacionada à atração de insetos nectarívoros e consistem em uma característica que a assemelha as demais espécies da família Convolvulaceae (SILVA et al., 2010). Os autores também registraram visitas de insetos das ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Orthoptera, sendo a espécie *Dialictus* sp. (Halictidae) considerada polinizador potencial com base em frequência, deposição polínica, grãos de pólen em partes do corpo e contato com as partes reprodutivas da flor (SILVA et al., 2010). Para *Evolvulus alsinoides* L. há registro de abelhas: *Apis cerana*, *A. florea* e *Ceratina* sp, e borboletas: *Zizeeria karsandra*, *Zizina otis*, *Chilades laius* e *Chilades pandava* atuando como polinizadores durante a coleta de pólen e néctar. Sendo as abelhas contabilizando 59% e as borboletas 41% das visitas (LAKSHMINARAYANA; RAJU, 2017). Para *Evolvulus nummularius* (L.) L. há registro de polinização por abelhas: *Apis cerana*, *A. florea* e *Trigona iridipennis* e borboletas: *Zizeeria karsandra*, *Zizina otis*, *Chilades laius*, *Chilades Pandava* e *Euchrysops cnejus*. As abelhas contabilizaram 55% das visitas e as borboletas 45% (LAKSHMINARAYANA; RAJU, 2017). Dessa forma, ambas as espécies apresentam: tripes se alimentando dos recursos durante toda a antese e assim contribuindo para a autopolinização, abelhas e borboletas como polinizadores frequentes e eficiente ao contatar as estruturas reprodutivas, e sistema reprodutivo xenógamo facultativo. No entanto, há registro de autogamia facultativa e

polinização pela abelha *Apis cerana* e o caracol *Lamellaxis gracile* para *E. nummularius* em um estudo anterior (SARMA et al., 2007).

Convolvuláceas do gênero *Ipomoea* e *Jaquemontia* são conhecidas por serem encontradas em ambientes antrópicos e por isso constituem uma fonte de pólen e néctar para polinizadores nativos que forrageiam nesse ambiente (SANTOS; GIMENES, 2016; ARAÚJO; MEDINA; GIMENES, 2018; PAZ; PIGOZZO; GIMENES, 2018). Espécies de *Ipomoea* com flores diurnas geralmente são polinizadas por abelhas e beija-flores, enquanto flores de antese noturna são polinizadas por mariposas, e como possuem características de plantas invasoras, estudos de ecologia e biologia da polinização com este gênero estão relacionados a Programas de Controle (FIDALGO, 1997; KILL-RANGA, 2003; MCMULLEN, 2009; PAZ; GIMENES; PIGOZZO, 2013). Autoincompatibilidade foi registrada para *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., e as abelhas Megachilidae e Apidae foram registradas como os principais visitantes, sendo a abelha *Liturge huberi*, considerada como polinizador efetivo e as abelhas *Acamptopoeum prinii*, e *Diadasina riparia*, como ocasionais, considerando frequência e contato com as estruturas reprodutivas das flores (KILL; RANGA, 2003). Apesar de o tubo polínico atingir a micrópila tanto na polinização cruzada quanto na autofecundação, a espécie foi considerada autoincompatível, revelando uma autoincompatibilidade tardia, pois apenas sementes obtidas a partir de reprodução cruzada apresentaram viabilidade.

No entanto, autocompatibilidade foi constatada para *I. eriocalyx* Meisn., espécie nativa e endêmica brasileira, uma vez que houve altas taxas de frutificação em todos os tratamentos, favorecidas pela ausência de separação temporal no amadurecimento dos apêndices reprodutivos bem como a proximidade de localização desses apêndices (PAZ; PIGOZZO, 2013). Na espécie a floração é longa, seguindo ao longo de todo ano exceto o mês de julho, fato que pode favorecer uma grande diversidade na guilda de visitantes, incluindo as abelhas *Ceratina* (*Crewella*) spp., e *Melitoma segmentaria* consideradas as principais polinizadoras. A guilda de visitantes florais pra *I. eriocalyx* apesar de composta principalmente por abelhas, incluiu nove espécies de borboletas, duas espécies de moscas e um besouro (PAZ; PIGOZZO, 2013). Assim, o longo período de floração juntamente com autocompatibilidade pode garantir a frutificação ao longo de todo ano e os atrativos florais oferecidos aos visitantes podem influenciar o modo de coleta dependendo do aparelho bucal (PAZ; PIGOZZO, 2014). Estudo correlacionando o tamanho dos visitantes florais e a largura do tubo da corola para a *I. bahiensis* Wild. Ex. Roem. & Schult., relatou a eficiência das abelhas *Melitoma* spp., *Apis mellifera* e *Pseudaugochlora pandora* tanto em frequência quando no contato com as estruturas reprodutivas enquanto as borboletas atuaram como pilhadoras e, portanto, não realizavam o serviço de polinização (ARAÚJO; MEDINA; GIMENES, 2018). Para *I. cairica* (L.) Sweet, as abelhas Antophoridae (*Melitoma segmentaria* e *Exomalopsis fulvopilosa* (Spinola, 1851)



e Apidae (*Eulaema nigrita*). e *Apis mellifera* também se mostraram polinizadores eficientes enquanto lepdópteros Hesperidae atuaram como pilhadores ou polinizadores ocasionais (FIDALGO, 1997), este mesmo estudo registrou para *I. Carnea* Jacq. subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy), as abelhas *Melitoma segmentaria* e *Ceratina (Crewella) gossypii* como polinizadoras frequentes enquanto borboletas e besouros pilharam o néctar (FIDALGO, 1997). Outros estudos realizados com *I. Carnea* Jacq. subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy), registram autoincompatibilidade e mencionaram abelhas e mariposas como visitantes florais, destacando-se como polinizadoras diurnas as abelhas *Apis mellifera*, *Melitomella murihirta*, *Melitoma* aff. *segmentaria* e *Pseudaugochlora pandora*, apesar de a espécie apresentar grande diversidade na guilda de visitantes florais e em glândulas extraflorais que inclui além de Hymenoptera, representantes das ordens Coleoptera, Diptera e Lepdoptera (PAZ; GIMENES; PIGOZZO, 2013; MARTINS, 2015; PAZ et al., 2016; MARTINS et al., 2019). Apesar da autoincompatibilidade, a longevidade da antese para esta espécie (24 horas) aumenta as chances de polinização atraindo diversos grupos de visitantes florais,

característica frequente em espécies que conseguem se estabelecer em ambientes antropizados. Outra característica encontrada em espécies ruderais mencionadas para o gênero *Ipomoea* consiste na ocorrência de propagação vegetativa como estratégia reprodutiva na ausência do serviço de polinização. Em *I. asarifolia* e *I. pes-caprae* (L.) R. Br. os ramos de raízes ao longo do caule quando destacados, formam novos indivíduos (KILL; RANGA, 2003; STANLEY et al., 2010). A espécie *I. pes-caprae* é autoincompatível, porém, a eficiente dispersão de pólen a longas distâncias realizadas por abelhas *Xylocopa* sp. e a dispersão de sementes por hidrocoria contribuem para o sucesso reprodutivo desta espécie (DEVALL; THIEN, 1992). Além disso, *I. pes-caprae* apresenta diversidade de guilda de polinizadores, incluindo abelhas *Apis* sp. L., *Trigona iridipennis*, *Xylocopa* sp., *Ceratina* sp. vespas Scoliidae e uma espécie de caracol, *Euplecta subdecussata* (RAJU; RAJU; RAMANA, 2014).

Para *Jacquemontia*, as abelhas são consideradas como os principais polinizadores, com destaque para registros com a abelha introduzida *A. mellifera* (PIEADADE-KIILL; RANGA, 2000; SILVA et al., 2010; KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011). Para *J. bracteosa* Meisn. em área de Caatinga (BA) apresentou néctar e pólen como recurso, antese diurna e visitação por uma diversidade de espécies de abelhas, com destaque em frequência para a abelha neotropical *Ancyloscelis apiformis*, como polinizador eficiente em frequência e comportamento sob as flores (SANTOS; GIMENES, 2016). Além disso, seis abelhas Apidae e duas Halictidae compuseram a guilda de polinizadores para a espécie, revelando a importância desta para manutenção de polinizadores locais principalmente em áreas ruderais. *Jacquemontia bracteosa* Meisn., foi considerada autocompatível, atributo que somado a curta duração da floração garante sucesso

reprodutivo na ausência de polinizadores. A espécie *J. nodiflora* (Desr.) G. Don apresentou antese diurna, maciça produção de flores para atração de polinizadores e produção de néctar em pequena quantidade escondido no tubo da corola, como estratégias para atrair os polinizadores e aumentar o fitness reprodutivo, embora os visitantes observados, na maioria abelhas e vespas, coletassem apenas néctar (KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011). Também houve maior produção de frutos em reprodução cruzada em relação à autopolinização, o resultado que apoia a eficiência dos polinizadores, evidenciando autogamia facultativa e, portanto, autocompatibilidade. No entanto, a frequência de *A. mellifera*, considerada um polinizador frequente neste estudo, reduziu a diversidade de demais polinizadores, indicando que a abelha está influenciando no deslocamento dos polinizadores nativos (KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011).

Também foi encontrada autocompatibilidade para *J. multiflora* (Choisy) Hallier f., bem como *A. mellifera* e *T. spinipes* como principais polinizadores, sendo a primeira espécie o visitante mais abundante, embora entre os visitantes florais também tenham sido observadas visitas por borboletas (PIECADE-KILL; RANGA, 2000). Para *J. reclinata* House ex Small., espécie endêmica e rara, ocorrente em dunas na Flórida, foi cultivada em vasos para o estudo, no qual foi observado autocompatibilidade, embora houve formação de frutos e sementes significativamente maior na proporção de 25% para 50% para a polinização cruzada em relação a autopolinização manual (PINTO-TORRES; COPTUR, 2009). Enfatizando a importância dos polinizadores: Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera, para o sucesso reprodutivo desta espécie, e apesar da abelha Halictidae *Agapostemon splendens* ser considerada o principal polinizador considerando comportamento e frequência, também houve registro da *A. mellifera* entre os himenópteros visitantes para esta espécie (PINTO-TORRES; COPTUR, 2009).

Apesar do amplo registro de polinização por abelhas para *Jacquemontia*, foi mencionado para *J. evolvuloides* (Moric.) Meisn., a mosca *Toxomerus* spp. (Diptera, Syrphidae) com alta frequência, considerado um polinizador importante para a espécie quando as abelhas reduzem em frequência nos períodos de outono-inverno (PAZ; PIGOSO; GIMENES, 2018). *Jacquemontia evolvuloides* (Moric.) Meisn., se mostrou autocompatível, porém, com maior sucesso por polinização cruzada (70%). A abelha *A. mellifera* também foi registrada para *J. sandwicensis*, e mesmo grupo que esta abelha também figura *Lasioglossum* spp. (Snyder 1975) (SHAY; DRAKE, 2019). A influência negativa de polinizadores não nativos esteve evidente com a visita em menor frequência de uma abelha nativa e ameaçada de extinção *Hylaeus anthracinus* (Hymenoptera: Colletidae). Além disso, *J. sandwicensis* se mostrou autógena e autocompatível embora tenha sido evidenciado a dependência de polinizadores ou de outros vetores para uma deposição polínica satisfatória no estigma, que ocasiona maior formação de frutos (SHAY; DRAKE, 2019).

As plantas *Merremia* Dennst. ex Endl. são comumente encontradas em bordas de florestas e ambientes antropizados, por apresentarem rápido crescimento e dispersão podem ser consideradas como plantas daninhas e invasoras, sendo importantes como espécies pioneiras colonizadoras em ambientes perturbados (SOUZA; LORENZI, 2008; PAZ; PIGOZZO, 2013). A autogamia é relatada para *Merremia tridentata* (L.) Hallier f, além da autocompatibilidade. A espécie apresentou uma diversidade de visitantes florais himenópteros Apidae: *Apis cerana*, *Apis florea* (Fabricius, 1787) e *Trigona iridipennis* embora, maior diversidade foi observada quanto a visitação por lepidópteros, totalizando sete espécies. A espécie *M. tridentata* consiste em uma erva prostrada, com estoques de raízes que permanecem vivas durante a estação seca. Característica comumente encontrada em espécies colonizadoras (LAKSHMINARAYANA; RAJU, 2018).

A Autocompatibilidade também é relatada para *Merremia aegyptia* (L.) Urb., sendo que os frutos formados por autopolinização apresentaram maior altura e diâmetro em relação a formação por autopolinização manual, embora houvesse diferença significativa no peso (PEREIRA et al., 2011). Para *Merremia dissecta* var. *edentata* (Meiss) O'Donnel também apresentou autocompatibilidade com a abelha *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae) como principal polinizador, além de uma diversidade de grupos de visitantes florais, consistindo em 10 espécies de himenóptero e uma de coleóptero (PAZ; PIGOZZO, 2013). A abelha *Apis mellifera* foi mencionada como polinizador potencial para *Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pav.) O' Donnell juntamente com as abelhas *Geotrigona mombuca* e *Bombus morio* (NEVES et al., 2006), a espécie é autocompatível e autógama devido a posição dos anteras sob estigma, além disso possui registro de *Megacerus flabelliger* (Bruchidae), larvas de vespas predando as sementes (RAIMUNDEZ-URRUTIA; LYZ AVENDAÑO; VELÁZQUEZ, 2008) Para *Stictocardia tiliifolia* (Desr.) Hall. Há relato de polinização por abelhas, por pássaros e pela primeira vez um registro de polinização por orthópteros (ASWANI; SABU, 2012). As flores que fornecem pólen e néctar são polinizadas pelas abelhas *Apis dorsata* e *Trigona iridipennis*, as aves *Nectarinia zeylonica* e *N. asiática* e fêmeas de Katydid (família Tettigoniidae). Para *Stylisma pickeringii* há registro de visita por mais de 18 gêneros de insetos com destaque para a abelha *Apis melífera* em frequência (TODD, 2002).

## 2.2 Estratégias contra a Florivoria apresentadas pelas Plantas

A herbivoria floral ou florivoria é definida como quaisquer danos as partes florais sendo elas reprodutivas ou estéreis, caso os danos sejam em regiões reprodutivas a florivoria influencia diretamente o sucesso reprodutivo, caso contrário o impacto é indireto (COTARELLI; ALMEIDA 2015). Os insetos florívoros buscam as flores principalmente para consumo das peças florais, utilização do local para ciclo reprodutivo do animal ou abrigo (MALO; LEIRANA-ALCOCER;

PARRA-TABLA, 2001). Algumas plantas se equivalem de estratégias para minimizar a baixa no fitness reprodutivo por florivoria, como por exemplo, o aumento na produção de botões e flores, efeito conhecido como “display”, no entanto, esta estratégia pode não reduzir o impacto reprodutivo porque a florivoria prejudica a visitação floral (COTARELLI; ALMEIDA 2015). Embora, estudos com várias espécies de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) afirmou que a espécie com maior abundância, *T. recurvata* L. (Bromeliaceae), sofreram menor percentagem de inflorescências danificadas, menor que 5%, por florívoros quando comparadas a outras espécies (OROZCO-IBARROLA et al., 2015).

Assim, alguns estudos questionam a eficiência do efeito “display” na redução da florivoria, e alguns deles não encontram diferença significativa entre inflorescências com maior ou menor número de flores e taxas de florivoria (COTARELLI; ALMEIDA 2015; OROZCO-IBARROLA et al., 2015). No entanto, os atributos florais relacionados à atração de polinizadores, estão relacionados a atração de antagonistas florais (florívoros) onde plantas com flores maiores correm maior risco de florivoria podendo ocorrer perda de 40% das flores (LIM; RAGUSO, 2017). Além disso, de acordo com teoria de restrição neural, os florívoros apresentam menor eficiência, ou seja, consomem em menor intensidade quando são submetidos a diferentes atrativos que lhes conferem o poder de escolha quanto a preferência (TAN; TAN, 2017). Assim, *Phaneroptera brevis* (Serville, 1838). teve tomada de decisão reduzida quando exposto aos dois recursos, capítulos florais e folha, embora tenha mostrado preferência pelos capítulos (TAN; TAN, 2017).

Em estudo com *Ipomoea carnea* subespécie *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F.Austin, Paz et al. (2016) observaram a presença de nectários extraflorais (NEFs) no pecíolo das folhas, em ambas as faces, no pedúnculo das flores, em botões e frutos em início de maturação. Entre os visitantes dos NEFs, de acordo com o estudo, as formigas foram abundantes em número, exibindo um comportamento de defesa do recurso, pois as áreas com maior número de formigas apresentavam menores lesões por herbivoria. Assim, para essa espécie, as formigas se mostraram importantes para a proteção da planta, influenciando positivamente no desenvolvimento e no fitness reprodutivo (PAZ et al., 2016). Em estudo realizado com a mesma espécie por Martins et al., (2019) foi constatado redução no número de visitas em flores com danos por florivoria e presença de formigas, fato desfavorável para a reprodução de *I. carnea* subespécie *fistulosa* já que possui registro de autoincompatibilidade. Para *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) há evidência de que as formigas atraídas pelo néctar extrafloral atuam protegendo as sementes, pois as plantas com a presença de formigas apresentaram maior número de sementes (FALCÃO et al., 2003).

Outra estratégia para minimizar a ocorrência de herbivoria consiste na produção de substâncias que tornam as peça florais impalatáveis, Godschalx et al. (2016) quantificaram a produção de defesa química direta em folhas e flores de *Phaseolus lunatus*, encontrando a substância em menor número em flores jovens e brancas e maior quantitativo em folhas jovens. Tal estudo

demonstrou que o impacto negativo tende a ser maior para a planta quando as folhas são predadas em relação às flores e também justificou o fato de as flores serem mais consumidas ao invés das folhas. Esta afirmação foi confirmada por Ikemoto et al. (2017) ao estudar a florivoria inoculando populações de *Corythucha marmorata*, que predam as folhas de *Solidago altissima*. Como esperado, observou-se elevada redução na produção de flores em plantas com folhas predadas, no mais, os pilhadores de néctar ou pólen aumentaram nas populações com menor abundância floral, enquanto os florívoros diminuía nas plantas danificadas (IKEMOTO et al., 2017). Ainda nesse estudo, os autores também relatam que os polinizadores e predadores se manifestaram em igual proporção nas populações danificadas e não afetadas por herbivoria, demonstrando que os visitantes florais não fizeram distinção entre as plantas.

No entanto, herbívoros florais podem reter toxinas da planta durante o desenvolvimento apresentando o aposematismo, que consiste em passar a exibir cores que alertam e evitam os predadores (HIGGINSON; SPEED; RUXTON, 2015). Assim, a retenção dessas toxinas, revela um aumento da coevolução na relação planta herbívoro e a íntima relação entre florivoria e o ciclo reprodutivo do florívoro (HIGGINSON; SPEED; RUXTON, 2015). Ainda de acordo com o estudo anterior, para redução da intensidade de florivoria deve-se considerar medidas pontuais que reduzam a taxa de crescimento populacional, já que geralmente, os herbívoros florais passam a consumir flores durante a maturidade. As aranhas são atraídas por substâncias químicas emitidas pelas flores quando estão sob pressão de florivoria, pois esses predadores podem atuar reduzindo as taxas de florivoria, no entanto, também reduzem a visitação de polinizadores (KNAUER; BAKHTIARI; SCHIESTL, 2018). As concentrações do composto  $\beta$ -ocimeno nas flores mostraram estar relacionadas com a presença de aranhas-carangueijo, *Thomisus onustus* (Walckenaer, 1806), nas populações revelando adaptação floral a presença das aranhas-carangueijo (KNAUER; BAKHTIARI; SCHIESTL, 2018). Assim, os voláteis florais estão relacionados a preferência dos herbívoros entre o consumo das folhas ou flores em determinada espécie vegetal (KNAUER; BAKHTIARI; SCHIESTL, 2018; TAN; TAN, 2017).

A florivoria pode permitir consequências diferentes entre apêndices florais femininos e masculinos, reduzindo o número de visitas (fator negativo para o pistilo) aumentando ou reduzindo o tempo de visitação por flor dependendo da espécie de abelha e aumentando a transferência de pólen quando executada por polinizadores especializados (aspecto positivo para os estames) (CARPER; ADLER; IRWIN, 2016). Segundo o estudo anterior, a florivoria exerce papel negativo indireto na reprodução quando altera a simetria da flor ou da inflorescência, podendo também provocar redução no recurso ofertado aos polinizadores. Um dos efeitos populacionais negativos da florivoria é o aumento a autopolinização via autogamia, consequência da diminuição da exibição floral que reflete em uma baixa visitação (PENET; COLLIN; ASHMN, 2009). A espécie *Eurya*

*japônica* (Kawai 1980) sofreu redução de 75% de redução na aptidão feminina ocasionada pela diminuição da frequência dos polinizadores devido a florivoria comprometerem a atratividade floral. Essa redução de aptidão feminina foi mensurada através de frequência de visitas e formação de frutos, assim, a produção de danos na corola reduziu a visitação floral e sucesso reprodutivo da espécie embora não tenha alterado a intensidade de florivoria natural nas populações (TSUJI; OHGUSHI, 2018).

Assim, podemos inferir que a florivoria nas peças florais estéreis apesar de ser considerado um dano de impacto indireto na reprodução, provoca baixa atratividade floral o que é um drástico efeito negativo na reprodução, promovendo a autofecundação, a qual reduz a variabilidade genética da população. No entanto, espécies autógamas também podem apresentar alta redução na formação de frutos devido à florivoria, espécies de *Tillandsia* (Bromeliaceae), apresentavam mais de 40% das inflorescências danificadas e com 89% de redução de frutos nessas inflorescências predadas (OROZCO-IBARROLA et al., 2015).

### 3. REFERÊNCIAS

- ABID, Rubina; SARWAR, Noureen. Reproductive biology of *Convolvulus glomeratus* Choisy from Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, n.44, v. 5, 2012.
- ADKINS, Christie. The pollination ecology and reproductive biology of the rare morning glory, *Bonamia ovalifolia* (Convolvulaceae). 2000. Dissertação de Mestrado: Angelo State University. San Angelo, Texas.
- ARAÚJO, Laene; MEDINA, Anderson; GIMENES, Miriam. Pollination efficiency on *Ipomoea bahiensis* (Convolvulaceae): morphological and behavioural aspects of floral visitors. **Iheringia**, v.108, 2018.
- AUSTIN, Daniel F. Bindweed (*Convolvulus arvensis*, Convolvulaceae) in North America, from medicine to menace. **Journal of the Torrey botanical society**, p. 172-177, 2000.
- BARBOSA, L. M. M. A.; DANTAS, I. V.; FELISMINO, D. C.; COSTA, S. L. Levantamento taxonômico da família Convolvulaceae no sítio Imbaúba, Lagoa Seca, Paraíba. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.8, 2012.
- BURIL, Maria Teresa; SIMÕES, Ana Rita; CARINE, Mark; ALVES, Maccus. *Austinia*, a new genus of Convolvulaceae from Brazil. **Phytotaxa**, v. 186, n. 5, 2014.

- CANELA, Maria; SAZIMA, Marlies. Florivory by the Crab *Armases angustipes* (Grapsidae) Influences Hummingbird Visits to *Aechmea pectinata* (Bromeliaceae). **Biotropica**, v. 35, n. 2, 2003.
- CARDEL, Yuria; KOPTUR, Suzanne. Effects of florivory on the pollination of flowers: an experimental field study with a perennial plant. **International Journal of Plant Sciences**, v. 171, n. 3, 2010.
- CARPER, Adrian; ADLER, Lynn; IRWIN, Rebecca. Effects of florivory on plant pollinator interactions: Implications for male and female components of plant reproduction. **American Journal of botany**, v. 103, n. 6, 2016.
- CASCANTE-MARÝN, Alfredo; WOLF, Jan; OOSTERMEIJER, Gerald. Wasp florivory decreases reproductive success in an epiphytic bromeliad. **Plant ecology**, v. 203, n. 1, 2009.
- CHANDEL, Poonam; GEETHA, K. A.; MAITI, Satyabrata. Reproductive biology of *Convolvulus microphyllus* (Convolvulaceae) A memory stimulating drug plant of Ayurveda. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 67, n. 3, p. 257-263, 2007.
- COTARELLI, Vinícius; ALMEIDA, Natan. Florivoria em *Senna macranthera* var. *pubibunda* (Benth.) HS Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae). **Natureza online**, n. 13, v. 1, 2015.
- CRUDEN, Robert. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, p. 32-46, 1977.
- DEVALL, Margaret; THIEN, Leonard. Self-incompatibility in *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae). **The American Midland Naturalist**, v. 128, n.1, 1992.
- FAEGRI, Knut; PIJL, Van Der. **The principles of pollination ecology**. Oxford, Pergamon Press. 1979.
- FALCÃO, Poliana; MELO-DE-PINNA, Gladys; LEAL, Inara; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene. Morphology and anatomy of extrafloral nectaries in *Solanum stramonifolium* (Solanaceae). **Canadian Journal of Botany**, v. 81, n. 8, p. 859-864, 2003.
- FREY, Ruedi. *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* (Martius ex Choisy) Austin: taxonomy, biology and ecology reviewed and inquired. **Tropical Ecology**, v. 36, n. 1, 1995.
- GARCIA, Rebeca; ACOSTA, Juan; RAMIREZ, Anel. Effect of Florivory on the Donation and Deposition of Pollen in *Ipomoea imperati*. **Journal of Agriculture and Ecology**, v. 13, n. 4, 2017.

GODSCHALX, Adrienne; STADY, Lauren; WATZIG, Benjamin; BALLHORN, Daniel. Is protection against florivory consistent with the optimal defense hypothesis?. **BMC plant biology**, v. 16, n. 1, 2016.

HIGGINSON, Andrew; SPEED, Michael; RUXTON, Graeme. Florivory as an opportunity benefit of aposematism. **The American Naturalist**, n.186, v. 6, 2015.

IKEMOTO, Mito; TAKASHI, Ida; SHUNSUKE, Utsumi; OHGUSHI, Takaiki. Community wide impacts of early season herbivory on flower visitors on tall goldenrod. **Ecological Entomology**, v. 42, n. 2, 2017.

JAYADI, Lalu Zulkan; SUSANDARINI, Ratna. Melissopalynological analysis of honey produced by two species of stingless bees in Lombok Island, Indonesia. *Nusantara Bioscience*, v. 12, n. 2, 2020.

KIILL, Lúcia; SIMÃO-BIANCHINI, Rosângela. Biologia reprodutiva e polinização de *Jacquemontia nodiflora* (Desr.) G. Don (Convolvulaceae) em Caatinga na região de Petrolina, PE, Brasil. **Hoenea**, v. 31, n.4, 2011.

KNAUER, Anina; BAKHTIARI, Moe; SCHIESTL, Florian. Crab spiders impact floral-signal evolution indirectly through removal of florivores. **Nature communications**, n. 9, v. 1, 2018.

KUNTE, Krushnamegh. **India, a lifescape: butterflies of peninsular India**. Universities Press, 2000.

LAKSHMINARAYANA, Ganesh; RAJU, Solomon. Pollination ecology of *Merremia tridentata* (L.) Hallier f.(Convolvulaceae). **Journal of Threatened Taxa**, n. 10, v. 2. 2018.

LAKSHMINARAYANA, Ganesh; RAJU, Solomon. Reproductive biology and ecology of *Evolvulus alsinoides* and *Evolvulus nummularius* (Convolvulaceae). **Phytologia Balcanica**, v. 23, n. 3, p. 381-389, 2017.

LIM, Gwyanne; RAGUSO, Robert. Floral Visitation, Pollen Removal, and Pollen Transport of *Tacca cristata* Jack (Dioscoreaceae) by Female *Ceratopogonid* Midges (Diptera: Ceratopogonidae). **International Journal of Plant Sciences**, n. 178, v. 5, 2017.

MACHADO, Caio; COELHO, Aline; SANTANA, Cyrio; RODRIGUES, Marcos. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 267-279, 2007.



- MALO, Juan; LEIRANA-ALCOCER, Jorge; PARRA-TABLA, Víctor. Population fragmentation, florivory, and the effects of flower morphology alterations on the pollination success of *Myrmecophila tibicinis* (Orchidaceae). **Biotropica**, n.33, v. 3, 2001.
- MARTINS, Joanny. Interações ecológicas associadas a *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Martius e Choise) (convolvulaceae) em uma área de caatinga no Nordeste do Brasil. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- MARTINS, Joanny; CARNEIRO, Andreia; SOUZA, Luciana; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene. (2019). How pollinator visits are affected by flower damage and ants presence in *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Martius and Choise)(Convolvulaceae)?. **Brazilian Journal of Biology**, 2019.
- MCCALL, Andrew. Florivory affects pollinator visitation and female fitness in *Nemophila menziesii*. **Oecologia**, v. 155, n. 4, 2008.
- MCCALL, Andrew.; IRWIN, Rebecca. Florivory: the intersection of pollination and herbivory. **Ecology letters**, v. 9, n. 12, 2006.
- MCMULLEN, Conley. Pollination biology of a night-flowering Galápagos endemic, *Ipomoea habeliana* (Convolvulaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 160, n. 1, 2009.
- MORICAND, Stefano. Mémoires sur quelques coquilles fluviatiles et terrestres d'Amérique. Premier supplément au Mémoire sur les coquilles terrestres et fluviatiles de la Province de Bahia, envoyées par M. **Blanchet**, v. 8, 1839.
- MYINT, Tin; WARD, Daniel Bertram. A taxonomic revision of the genus *Bonamia* (Convolvulaceae). HN & AL Moldenke, 1968.
- NEVES, Edinaldo, TAKI, Hitassomo, SILVA, Fabiana, VIANA, Blandina; KEVAN, Peter. Flower characteristics and visitors of *Merremia macrocalyx* (Convolvulaceae) in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Ludiana**, v. 7, n.2, 2006.
- OROZCO-IBARROLA, Octavio; FLORES-HERNÁNDEZ, Perla; VICTORIANO-ROMERO, Elizabeth; CORONA-LÓPEZ, Angélica; FLORES-PALACIOS, Alejandro. Are breeding system and florivory associated with the abundance of *Tillandsia* species (Bromeliaceae)?. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 177, v. 1, 2015.

PAZ, Joicelene Regina Lima; PIGOZZO, Camila Magalhães; GIMENES, Miriam. The Roles of Bees and Hoverflies in the Pollination of *Jacquemontia evolvuloides* (Moric.) Meisn. (Convolvulaceae) in a Semiarid Region. **Sociobiology**, n.65, v.2, 2018.

PAZ, Joicelene; GIMENES, Miriam; PIGOZZO, Camila. Three diurnal patterns of anthesis in *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae): Implications for temporal, behavioral and morphological characteristics of pollinators?. **Functional Ecology of Plants**, v. 208, n. 2, 2013.

PAZ, Joicilene. L.; PIGOZZO, Camila. Biologia reprodutiva de *Ipomoea eriocalyx* (Convolvulaceae): espécie com distribuição restrita às regiões do Leste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, 2014.

PAZ, Joicilene; PIGOZZO, Camila. Biologia floral e polinização de *Merremia dissecta* var. *edentata* (Meisn.) O'Donnell (Convolvulaceae) em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Bahia. **Lundiana**, v.11, 2013.

PAZ, Joicilene; SANTANA, Clarissa; SILVA, Wagner; ABREU, Mônica; PIGOZZO, Camila. Guilda de visitantes de nectários extraflorais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* Convolvulaceae) em uma área de semiárido antropizado da Bahia, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 45, n. 1-4, 2016.

PENET, Laurent; COLLIN, Carine.; ASHMN, T. L. Florivory increases selfing: an experimental study in the wild strawberry, *Fragaria virginiana*. **Plant Biology**, v. 11, 2009.

PEREIRA, Daniel; SOUSA, Raimundo; MARACAJÁ, Patrício; PAIVA, Charle; NETO ALBUQUERQUE, Francisco. (2012). Estudo do Requerimento de Polinização da Jitirana Branca (Convolvulaceae: *Merremia Aegyptia*), em Quixeramobim–CE, Brasil. **Agropecuária científica no semiárido**, v.7, n.2, 2012.

PIEADADE-KIILL, Lúcia; RANGA, Neusa. Floral biology and reproductive system of *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f.(Convolvulaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, n. 1, 2000.

RAIMÚNDEZ-URRUTIA, Elena; AVENDANO, Lyz; VELÁZQUEZ, Dilia. Reproductive biology of the morning glory *Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pavon) O'Donnell (Convolvulaceae). **The Journal of the Torrey Botanical Society**, n.3, v. 135, 2008.

- RAJU, A. Solomon; RAJU, Suvarna; RAMANA, Venkata. Melittophily and malacophily in *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae). **Taprobanica: The Journal of Asian Biodiversity**, v. 6, n. 2, 2014.
- SANTOS, Silvia; GIMENES, Mirian. The efficiency of bees in pollinating ephemeral flowers of *Jacquemontia bracteosa* (Convolvulaceae). **Iheringia**, v. 106, 2016.
- SARMA, Khoisnam; TANDON, Rajesh; SHIVANNA, K; RAM, Mohan. Snail-pollination in *Volvulopsis nummularium*. **Current Science**, v. 93, n. 6, p. 826-831, 2007.
- SCHLISING, Robert. Sequence and timing of bee foraging in flowers of *Ipomoea* and *Aniseia* (Convolvulaceae). **Ecology**, v. 51, n. 6, p. 1061-1067, 1970.
- SHAY, Kimberly; DRAKE, Donald. Pollination Biology of the Hawaiian Coastal Vine *Jacquemontia sandwicensis* (Convolvulaceae). **Pacific Science**, n.72, v.4, 2018.
- SILVA, F. O.; KEVAN, S. D.; ROQUE, N.; VIANA, B. F.; KEVAN, P. G. Records on floral biology and visitors of *Jacquemontia montana* (Moric.) Meisn.(Convolvulaceae) in Mucugê, Bahia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, 2010.
- SIMOES, Ana Rita; CULHAM, Alastair; CARINE, Mark. Resolving the unresolved tribe: a molecular phylogenetic framework for the *Merremieae* (Convolvulaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, n. 3, 2015.
- SOUZA, Vinícius; LORENZI, Harri. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, 2005.
- STANLEY, Estefânia; NIEVAS, Ana Maria; PAGOTTO, Camilla; NASCIMENTO, Davi; PIRES, Mathias. Interações Competitivas na Vegetação de Dunas. **Curso de pós-graduação em Ecologia**, São Paulo: USP, 2010.
- STEFANOVIĆ, Sasa; AUSTIN, Daniel.; OLMSTEAD, Richard. Classification of Convolvulaceae: a phylogenetic approach. **Systematic Botany**, v. 28, n. 4, 2003.
- SUÁREZ, Lorena H.; GONZÁLEZ, Wilfredo L.; GIANOLI, Ernesto. Biología reproductiva de *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae) en una población de Aucó (centro-norte de Chile). **Revista Chilena de História Natural**, v. 77, n. 4, p. 581-591, 2004.
- TAN, Ming; TAN, Hung. Between florivory and herbivory: inefficacy of decision making by generalist floriphilic katydids. **Ecological entomology**, n. 42, v. 2, 2017.

TSUJI, Kaoru; OHGUSHI, Takayuki. Florivory indirectly decreases the plant reproductive output through changes in pollinator attraction. **Ecology and evolution**, n. 8, v.5, 2018.

WEAVER, Susan; RILEY, Walker. The biology of canadian weeds.: 53. *Convolvulus arvensis* L. Canadian **Journal of Plant Science**, v. 62, n. 2, p. 461-472, 1982.

WELSH, Mark. Evolution and Systematic Significance of Reproductive Structures in the Genus *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae): Pollen and Gynoecium. 2009.Dissertação de Mestrado (Science in Integrative Biology) - Faculty of Science: Wilfrid Laurier University, Ontario, Canadá.

WILLMOTT, Alexander; BURQUEZ, Alberto. The pollination of *Merremia palmeri* (Convolvulaceae): can hawk moths be trusted?. **American Journal of Botany**, v. 83, n. 8, 1996.

WRIGHT, Michael; IANNI, Michael; COSTEA, Mihai. Diversity and evolution of pollen-ovule production in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae) in relation to floral morphology. **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, n. 2, p. 369-389, 2012.

ZILLIKENS, Anne; MEDEIROS O. E.; STEINER, João. Diversity of Flower Visitors of *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae) at a Dune Habitat in southern Brazil. **Entomologia Generalis**, v.33, n.3, 2011.

## **ARTIGO 1**

### **DAUSTINIA MONTANA (MORIC.) BURIL & A.R. SIMÕES E SUA CONTRIBUIÇÃO NA MANUTENÇÃO DE POLINIZADORES AUTÓCTONES EM AMBIENTE DE RESTINGA**

**Status:** (A ser submetido)

# DAUSTINIA MONTANA (MORIC.) BURIL & A.R. SIMÕES E SUA CONTRIBUIÇÃO NA MANUTENÇÃO DE POLINIZADORES AUTÓCTONES EM AMBIENTE DE RESTINGA

Karine de Matos Costa <sup>1</sup>, Bruna Yvila Melo Santos <sup>2</sup>, Natan Messias de Almeida <sup>3</sup>, Maria Teresa Buril, Ana Virgínia Leite<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, [karinecostabio@gmail.com](mailto:karinecostabio@gmail.com), (81) 3320-6360.

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, [ybsantos@hotmail.com](mailto:ybsantos@hotmail.com), (81)3320-6360.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Alagoas (Campus III – Palmeira dos Índios), R. Gov. Luís Cavalcante, s/n - Alto do Cruzeiro, Arapiraca - AL, 57312-000, [natan.almeida@uneal.edu.br](mailto:natan.almeida@uneal.edu.br), (82) 3521-3019.

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, [anavlleite@yahoo.com.br](mailto:anavlleite@yahoo.com.br), (81) 3320-6360.

## RESUMO

Atualmente há registro de convolvuláceas que apresentam diversidade de grupos de polinizadores e sistema reprodutivo autocompatível ou incompatível dependendo da espécie. Além disso, diversos estudos reforçam o papel ecossistêmico desempenhado por convolvuláceas como espécies colonizadoras que contribuem na manutenção da paisagem. Diante disso, o objetivo deste estudo foi relatar aspectos da Biologia Floral e do Sistema Reprodutivo em *D. montana* ocorrente em um ambiente de Restinga na Área de Proteção Ambiental Jenipabu, e assim, contribuir com informações reprodutivas sobre este novo gênero. Foram conduzidos experimentos para determinação de características de biologia floral e sistema floral, bem como, 78 horas de observação de visitas para determinação dos visitantes florais. A espécie apresentou antese diurna e diversidade de visitantes florais, onde os himenópteros atuaram como polinizadores, com destaque para *Apis mellifera* os lepidópteros como pilhadores. Houve maior formação de fruto por autopolinização manual, seguida da polinização cruzada. *Daustinia montana* apesar do constante do roubo de néctar, apresentou produção constante em pequena quantidade ao longo da antese, suficiente para manter a frequência

dos visitantes florais. A diversidade dos polinizadores reduziu na presença de *Apis mellifera*, prejudicando a guilda de polinizadores devido a competição com esta espécie não nativa. Além disso, *D. montana*, mostrou autogamia como estratégia na escassez de polinizadores, embora necessite do serviço de polinização maior formação de frutos.

**Palavras-chave:** Convolvulaceae, Himenópteros, Sistema Reprodutivo.

## 1. INTRODUÇÃO

Convolvulaceae mostra preferência por regiões tropicais e temperadas, o que justifica o Brasil conter o maior número de táxons, 300 a 350 espécies distribuídas em 18 gêneros, destacando a região Nordeste com 67 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005; SIMÕES; STAPLES, 2017). Há registro de convolvuláceas em florestas tropicais, savanas e desertos, além disso, os gêneros *Calycobolus* Willd. ex. Roem & Sch.; *Dicranostyles* Betham; *Evolvulus* L.; *Ipomoea* L.; *Jacquemontia* Choisy e *Maripa* Aublet estão relacionados a espécies endêmicas (SOUZA; LORENZI, 2005; ABID; BARBOSA et al., 2012; SARWAR, 2012). Há registro para o gênero *Jaquemontia* e *Ipomoea* como plantas daninhas em ambientes perturbados atuando como fonte de recurso para polinizadores locais (SANTOS; GIMENES, 2016; GIMENES, 2018).

As espécies da família Convolvulaceae, quanto a atratividade floral e reprodução, há espécies que ofertam pólen e néctar como recurso e espécies que apresentam apenas pólen, também há registro de autocompatibilidade e autoincompatibilidade (PIECADE-KIILL; RANGA, 2000; KILL; KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; SANTOS; GIMENES, 2016). Considerando os grupos de polinizadores, apesar das flores possuírem atributos que as enquadram na síndrome de melitofilia, a morfologia generalista permite a visitação de diferentes grupos de polinizadores (WILLMOTT; BURQUEZ, 1996; MCMULLEN, 2009). Além disso, a autogamia se configura em uma estratégia para manter o ciclo reprodutivo durante a escassez ou redução de visitas de polinizadores, sendo este fenômeno comum em convolvuláceas (TERADA, et al., 2008; SHAY; DRAKE, 2018).

Em relação aos aspectos e florais e reprodutivos, espécies de *Jaquemontia* apresentam características como antese diurna, pólen e néctar como recurso, visitação por uma diversidade de abelhas e autocompatibilidade como garantia de sucesso reprodutivo na ausência de polinizadores (PIEDADE-KIILL; RANGA, 2000; SANTOS; GIMENES, 2016). Em espécies do gênero *Ipomoea* há registro de autoincompatibilidade tardia para *I. asarifolia* (Desr.) Roem. &Schult. e autocompatibilidade para *I. eriocalyx* Meisn (PIEDADE-KIILL; RANGA, 2000; PAZ; PIGOZZO, 2014). Um único trabalho relacionado à ecologia reprodutiva de *D. montana* em área de Caatinga, descreve a espécie como xenógama facultativa com diferentes grupos de animais das ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Orthoptera como visitantes florais (SILVA et al., 2010). Esta espécie é endêmica do Brasil com distribuição para as regiões nordeste e sudeste em ambientes de Caatinga, Cerrado e Restinga (SILVA et al., 2010). Este estudo pode servir como modelo para compreensão sobre a interação entre os visitantes florais e espécies com flores de morfologia generalista. O objetivo deste estudo foi detalhar aspectos da Biologia Floral e do Sistema Reprodutivo em *D. montana* ocorrente em um ambiente de Restinga na Área de Proteção Ambiental Jenipabu. Considerando como hipóteses: 1) Com base, no histórico da família, *Daustinia montana* (convolvulaceae) possui uma alta diversidade de visitantes florais e é autocompatível; 2) Há maior formação de frutos e sementes através da polinização natural em relação a autopolinização manual e polinização cruzada; 3) Há maior formação de frutos e sementes através da autopolinização manual em relação a polinização cruzada;

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2 Área de Estudo e Espécie Analisada**

Este trabalho foi realizado na Área de Proteção Ambiental Jenipabu (S 05°42'034", W 035°12'29.4"), localizada entre os municípios de Natal e Extremoz, no Rio Grande do Norte. A APA Jenipabu consiste em um mosaico de ecossistemas que inclui áreas de dunas fixas e móveis, lagoas, rios, restinga e mangues (NATAL, 2009), sendo visada como área de atração turística. O período seco corresponde aos meses de agosto a março e o chuvoso aos períodos de junho a abril a



julho, com precipitação pluviométrica anual da ordem de 1456,6 mm (NATAL, 2009). A vegetação da restinga, predominantemente de plantas herbáceas ou subarbustivas. A espécie *Daustinia montana* Buriel & A.R. Simões possui flores melitófilas e actinomorfas as quais atraem uma gama de visitantes florais de diferentes ordens (Costa et al. in prep.) e na área de estudo ocorre formando densas manchas em diferentes pontos da restinga. Foram realizadas observações em cinco populações (S 05°42'11.8", W 035°12'29.0"), (S 05°42'16.7", W 035°12' 29.5'), (S 05°42'18.4", W 035°12'31.3"), (S 05°42'09.3", W 035°12'27.0"), (S 05°42'10.8", W 035°12'28.6"). Espécime testemunho está depositado no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEURF/UFRPE, N°: 54132).

### **2.3 Biologia Floral**

Foram utilizados 40 botões em pré-antese, ensacados previamente, para análises de: 1) viabilidade polínica e razão pólen/óvulo (n=10) (CRUDEN 1977) em botões fixados em álcool 70%. O teste de viabilidade foi realizado com o corante Carmin acético a 2% (DAFNI; KEVAN; HUSBAND, 2005); 2) antese, receptividade estigmática e diâmetro da corola (n=10). A receptividade foi verificada em flores previamente ensacadas, com água oxigenada. O diâmetro da corola foi medido em campo, com paquímetro digital; 3) volume de néctar em flores recém-abertas (n=10) e próximo ao fim de antese (n=10), utilizando-se micro seringa de 10 µL. A seringa foi posicionada manualmente no interior do tubo floral após a coleta, em cinco flores a cada 30 min até o final da antese. 4) Botões em pré-antese foram ensacados, e após o início da antese as flores foram removidas para observação de reflexão de luz ultravioleta (UV) através de submissão a vapores de hidróxido de amônio por 10 minutos, posteriormente visualizadas e fotografadas (n=15 flores) (SCOGIN et al. 1977). Além disso, foi verificada a presença de estruturas secretoras (n = 15 flores), mergulhando-se flores recém-abertas, também ensacadas em pré-antese, no corante vermelho neutro durante 5 min e posteriormente lavadas com água destilada e observadas (DAFNI et al. 2005).

## 2.4 Visitantes Florais

Em cada população de *D. montana* foi montada uma parcela de 1 x 1 m e realizadas 78 horas de observação de frequência de visitas em flores dentro das parcelas, os visitantes florais foram considerados polinizadores ou pilhadores de acordo com o comportamento (INOUE 1980; DAFNI 1992). Foram observadas uma média de sete flores por frequência. Neste período, a partir do percentual de frequência, os visitantes florais foram classificados como raros, frequentes e abundantes (< 10%, 10-30% e > 30%, respectivamente). Os visitantes foram capturados em câmara mortífera com acetato de etila, fixados em estufa e mantidos a seco, para identificação por especialistas. Levando em consideração a ocorrência de visitantes sazonais, o percentual foi calculado para os períodos de frequência realizados de setembro a novembro de 2018 e maio a julho de 2019 separadamente. Foi avaliada como uma visita o momento a partir do qual o animal apareceu no campo de visão do observador nas flores previamente marcadas para este estudo até o mesmo deixar o local.

## 2.5 Sistema Reprodutivo

Para a determinação do sistema reprodutivo foram realizados experimentos como: 1. Polinização natural (controle) – flores foram marcadas aleatoriamente (n=72) e posteriormente verificadas quanto à formação de frutos e sementes; 2. Autopolinização espontânea - botões em pré-antese (n=55) foram ensacados (sacos de “voil”) até o final de antese; 3. Autopolinização manual – flores (n=72) previamente ensacadas foram polinizadas com o próprio pólen; 4. Polinização cruzada manual - flores (n=31) previamente emasculadas e ensacadas foram polinizadas com pólen de flores de outros indivíduos/agrupamentos, distantes cerca de 10 metros entre si; 5. Apomixia - botões em pré-antese (n=30) foram emasculados e ensacados até o final da antese. Em todos os tratamentos e no controle foram acompanhados e contabilizados a formação de frutos e sementes. Foi utilizado para cada tratamento no mínimo 30 flores de cada mancha (RADFORD et al., 1974).

## 2.6 Estatística

Os dados obtidos a partir da análise do sistema reprodutivo foram submetidos ao teste ANOVA e de Tukey com 5% de significância.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Biologia Floral

*Daustinia montana* apresenta corola do tipo taça de cor amarela com guias de néctar e apêndices reprodutivos também na cor amarela, porém em uma tonalidade clara em relação à corola. Flores de *D. montana* abrem-se às 6h00 e permanecem até às 11h30min em períodos de maior umidade e nos períodos mais secos (outubro-novembro), as flores iniciam a antese às 7h00 e fecham às 10h00. As anteras encontram-se abertas no botão em pré-antese e a receptividade estigmática foi constatada no início de antese. O diâmetro e comprimento da corola é de  $1,9\pm 0,20$  cm e  $1,03\pm 0,36$  cm, respectivamente. Apresenta nectário com volume de néctar inferior a 1 $\mu$ l. Noventa e sete por cento dos grãos de pólen são viáveis e a razão pólen/óvulo foi de 685,9, com uma média de  $2.470\pm 666,07$  por flor. Em teste indicador de estruturas secretoras foram coradas as anteras e as áreas de fusão das pétalas enquanto as demais estruturas da corola permaneceram na cor amarela. No teste de reflexão Ultra Violeta foram corados os guias de néctar na cor verde e os demais apêndices florais permaneceram na cor amarela.

### 3.2 Visitantes Florais

Foram registrados 19 visitantes florais sendo 10 Hymenoptera, oito Lepdoptera, e um Diptera com o total de 1.309 visitas. Sendo os himenópteros constituídos por sete abelhas: *Ceratina* (*Crewella*) *maculifrons* (Smith, 1854), com deposição polínica externotribica para coleta de pólen e néctar, *Plebeia* aff. *Flavocincta* (Cockerell, 1912), com deposição polínica externotribica para coleta de pólen e nortotribica para coleta de néctar, *Augochlora* (Smith, 1853) (*Oxystoglossela*) com deposição polínica externotribica para coleta de pólen e nortotribica para coleta de néctar, *Mesonychium* sp, com deposição externotribica para coleta pólen e néctar, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*)

*ordinária* (Smith, 1874), *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), apresentou coleta externotríbica para coleta de pólen e néctar, *Dialictus* sp (Halictidae) apresentou coleta externotríbica para coleta de pólen e néctar e três vespas pertencentes as famílias Tiphidae, Scoliidae e uma ao gênero *Protopolybia* (Coleta nortotríbica). Os lepidópteros consistiram em seis borboletas: *Hylephila phyleus* (Drury, 1773), *Pyrgus orcus* (Stoll, 1780), *Euptoieta hegesia* (Cramer, 1779), *Zopyrion evenor* (Godman, 1901), *Heliconius cratos*, um espécime Hesperidae e duas mariposas: *Nyctelius nyctelius* (Latreille, [1824]) e *Urbanus dorantes dorantes* (Stoll, 1790) matuaram como pilhadores. A mosca Syrphidae, *Palpada vinetorum* (Fabricius 1799) também atuou como visitante floral, com coletando apenas pólen de forma externotríbica.

Os lepidópteros foram considerados pilhadores, uma vez que consumiam o recurso (néctar) mas não entravam em contato com os apêndices florais. Os himenópteros participaram com 77% das visitas, enquanto os lepidópteros com 17,7 %, e o díptero com 5%. Nos meses de setembro a novembro de 2018 foram observados 12 visitantes, dos quais, sete atuaram como polinizadores e os demais, pilhadores (Figuras 1 e 2). Em relação à frequência, apenas Tiphidae foi considerada abundante, enquanto, *Ceratina* (Crewella) *maculifrons* (Smith, 1854), *Augochlora* (Oxystoglossela) e *Nyctelius nyctelius* (Latreille, [1824]) foram frequentes e os demais foram raros. Nos meses de maio a julho de 2019 foram observadas duas espécies de abelhas registradas no ano anterior: *Plebeia* aff. *flavocincta*, *Augochlora* (Oxystoglossela), bem como os lepidópteros, *Nyctelius nyctelius* (Latreille, [1824]) e *Pyrgus orcus* (Stoll, 1780). Quanto a frequência apenas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) foi frequente e *Dialictus* ssp. abundante, enquanto que os pilhadores se mostraram raros em frequência neste período.

A abelha *Dialictus* sp. atuou como polinizador durante a coleta de pólen e néctar e como pilhador quando coletou apenas néctar, pressionando o tórax e abdômen sobre o estilete e os filetes pressionando-os de forma a coletar o néctar sem entrar em contato com as estruturas reprodutivas (Figura 4 - D). As abelhas *Ceratina* (Crewella) *maculifrons* (Smith, 1854), *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Dialictus* sp., apresentaram hábito de forçar a abertura da flor após o término da antese,

entrando na flor e acessando o recurso (Figura 4 - C). Os pilhadores *Nyctelius nyctelius*, *Pyrgus orcus*, *Urbanus dorantes dorantes* e *Euptoieta hegesia* inseriram a probóscide na base da corola para acessar o néctar após o término da antese coletando o néctar de forma ilegítima (Figura 4-E).

### 3.3 Sistema Reprodutivo

Houve maior formação de frutos por autopolinização manual 48,6%, seguida da polinização Natural (34,7%). Apenas 3,22% das flores formaram frutos por polinização cruzada, 9% por autopolinização espontânea e não houve formação de frutos por apomixia (Figura 1). Havendo diferença significativa ( $F= 163.0326$ ,  $P= 000.9$ ) e ( $Q= 18.0573$ ,  $(p) <0.001$ ).

## 4. DISCUSSÃO

Como registrado para *Convolvulus glomeratus*, a antese em *D. montana* teve duração aproximada entre quatro e cinco horas (ABID; SARWAR, 2012). *Daustinia montana* também apresentou atraso na antese em temperaturas mais baixas, portanto, a antese mostrou ser influenciada pela temperatura e umidade, assim, o aumento de temperatura favorecem a abertura e o fechamento precoce das flores (ver ABID; SARWAR, 2012).

Essas variações na antese favorecem a espécie, pois, a guilda de polinizadores é composta em grande maioria por himenópteros e insetos deste grupo tendem a ficar reclusos com a redução de temperatura e aumento de umidade. No entanto, os resultados deste estudo divergem dos encontrados por Silva et al. (2010) para a mesma espécie em área de Caatinga, pois populações de *D. montana* na Chapada Diamantina (BA), apresentaram antese das 8h00 às 15h30, enquanto que neste estudo em área de Restinga, a antese ocorreu entre 6h00 -7h00 e 10h00 e 11h30. As flores de *D. montana* em área de Caatinga também apresentaram maior diâmetro ( $2,24 \pm 1,81$  cm), embora o comprimento ( $1,15 \pm 1,13$  cm), apresente valores semelhantes aos encontrados neste estudo (SILVA et al., 2010). A presença de muitas flores é comum em espécies rasteiras porque geralmente se encontram em ambientes com alta exposição solar, características de ambientes perturbados (SANTOS; GIMENES, 2016).

Semelhante a espécies pertencentes ao gênero *Ipomoea* sp., as flores de *D. montana*, apresentaram receptividade estigmática e deiscências das anteras simultaneamente no início da antese (TERARA, et al., 2008; SANTOS; GIMENES, 2016). Além disso, corroborando com o estudo anterior, *D. montana* apresentou no final da antese o fechamento da corola em direção ao centro a flor, obstruindo o tubo floral com posterior senescência da flor no dia seguinte.

Assim como outros representantes de Convolvulaceae, considerando apenas a razão pólen óvulo segundo Cruden (1977) Silva et al., (2010) concluiu que *D. montana* mostrou xenogamia facultativa, no entanto, os cruzamentos para sistema reprodutivo revelaram deste estudo autogamia facultativa (SILVA et al., 2010; ABID; SARWAR, 2012; SHAY; DRAKE, 2018). A autogamia é uma importante estratégia para espécies colonizadoras e que se desenvolvem em ambientes adversos, como o caso de *D. montana*, em ambiente de restinga. Portanto, os experimentos para determinação do sistema reprodutivo demonstraram que apesar de apresentar autogamia e autocompatibilidade, *D. montana* necessita do serviço de polinização para uma formação satisfatória de frutos. A autogamia quando ocorre em proporção maior que a polinização cruzada não é benéfica para a espécie, pois o aumento da variabilidade genética está relacionado com o desenvolvimento de características relacionadas a competição e a permanência em ambientes com recursos limitados (TERADA, et al., 2008).

As abelhas Halictidae coletaram pólen e néctar, comportamento semelhante observado em *C. glomeratuse* em outras espécies de Convolvulaceae (TERADA et al., 2008; ABID; SARWAR, 2012). Como observado em estudos com a família, houve uma alta visitação de abelhas *Apis mellifera*, apesar de *D. montana* apresentar uma diversidade de himenópteros que atuam como polinizadores (KIILL; RANGA, 2003; TERADA, et al., 2005; KIILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; SHAY; DRAKE, 2018; MARTINS et al., 2019). Competição com abelhas não nativas podem estar reduzindo a frequência de forrageamento de abelhas nativas (SHAY; DRAKE, 2018), pois durante a observação de visitas com presença de abelhas *Apis* sp. nenhum outro himenóptero visitou a população. Abelhas não nativas podem desempenhar eficientemente o papel de polinizadores

quando há declínio dos nativos, no entanto, a competição pelo forrageamento pode prejudicar as abelhas nativas, afugentando-as de determinadas populações (SHAY; DRAKE, 2018).

Silva et al., (2010) mencionam abelhas *Lasioglossum* sp. como as principais polinizadoras de *D. montana*, no entanto considerando o número total de visitas, *Lasioglossum* sp. se mostraram frequentes e *Apis* sp. abundantes. Porém, *Lasioglossum* sp. estiveram presentes em todas as manchas das populações enquanto *Apis* sp. se restringiram a apenas uma única população, visitando flores vizinhas. Martins et al. (2019) em estudo com *Ipomoea cárnea* subs. *fistulosa* (Martius and Choise), mencionam Halictidae e *Xylocopa frontalis* como polinizadores constantes, embora em *D. montana* esses polinizadores também apresentaram frequência constante porém rara quando considerado o número total de visitas. Santos e Gimenes (2016) mencionam a produção de muitas flores como uma estratégia de atratividade floral em comum entre *J. bracteosa* e *D. montana*. Além disso, também registraram visitas por *Xylocopa* sp. e uma mosca Syphidae. O comportamento das borboletas foram semelhantes, pousando na flor para sugar o néctar e se direcionando a outras inflorescências da mesma espécie em busca do recurso. No entanto, esses lepidópteros devido a forma e tamanho da corola, acessam o recurso sem entrar em contato com as estruturas reprodutivas, e por isso, não realizam a polinização. O roubo do recurso apresenta consequências para os polinizadores e para a reprodução da planta envolvida, já que na dinâmica do néctar, caso o recurso seja disponibilizado em baixa quantidade, o polinizador pode através de preferência aprendida, passar a evitar a espécie (LUNAU; MAIER, 1995; IRWIN et al., 2010). No entanto, como as demais convolvuláceas e também mencionado em estudo anterior com esta espécie, *D. montana*, apresentou pequena quantidade de néctar na base da corola, que é produzido continuamente durante a antese (SILVA et al., 2010; KILL; RANGA, 2003). A produção contínua de néctar durante a antese pode estar relacionada a guilda de polinizadores e consistir em uma estratégia de manutenção da atratividade floral mesmo após visitas consecutivas de pilhadores de néctar. A pequena quantidade também disponibilizada também pode estar relacionada a promoção de visitas a flores vizinhas,

porém como as populações desta espécie são extensas, essa dinâmica pode estar contribuindo para aumento da autogamia (AGOSTINI; LOPES. MACHADO, 2014).

## 5. CONCLUSÃO

Como registrado em outros estudos com Convolvulaceae, *D. montana* apresenta alta diversidade de visitantes florais, com destaque para himenópteros e lepidópteros. Foram registrados polinizadores alta frequência de polinizadores não nativos como a *Apis mellífera* e na presença destes, houve redução da diversidade da guilda de polinizadores. Abelhas não nativas podem auxiliar garantindo o serviço de polinização na ausência de espécies nativas, no entanto, quando há competição, as abelhas nativas tendem a ser prejudicadas. A espécie apresentou autocompatibilidade e autogamia como estratégia para manter o ciclo reprodutivo na redução ou ausência de polinizadores. A produção contínua de pequenas quantidades de néctar ao longo da antese pode contribuir positivamente para a frequência de polinizadores e/ou estar favorecendo a autogamia por proporcionar visitação as flores vizinhas. Contudo, devido à baixa formação de frutos nos experimentos manuais de polinização cruzada, há a necessidade de estudos para investigar o fluxo polínico e a formação de tubo polínico entre as populações investigadas neste trabalho.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), ao Programa de Pós Graduação em Botânica da UFRPE, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPQ), ao Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA/UFRPE) aos gestores e funcionários da Área de Proteção Ambiental Jenipabu, e ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) e Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). À Lucy, técnica do laboratório de entomologia da UFRPE, Carlos Eduardo Nobre (pós-graduando da UFPE), a José Augusto dos Santos Silva (UFRPE/UAST) e ao



Prof. Dr. Airton Torres Carvalho (UFRPE/UAST) pelo auxílio nas identificações dos insetos mencionados neste estudo.

## 7. REFERÊNCIAS

ABID, Rubina; SARWAR, Noureen. Reproductive biology of *Convolvulus glomeratus* Choisy from Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, v. 44, n. 5, 2012.

AGOSTINI, Kayna; LOPES, A.; MACHADO, Isabel. Recursos Florais. In: RECH, André; AGOSTINI, Kayna; OLIVEIRA, Paulo; MACHADO, Isabel (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. 2014.

BARBOSA, Laura; DANTAS, Ivan; FELISMINO, Delcio; COSTA, Luciona. Levantamento taxonômico da família Convolvulaceae no sítio Imbaúba, Lagoa Seca, Paraíba. **Revista de Biologia e Farmácia**, 2012.

BURIL, Maria Teresa; SIMÕES, Ana Rita; CARINE, Mark; ALVES, Marccus. *Austinia*, a new genus of Convolvulaceae from Brazil. **Phytotaxa**, v. 186, n. 5, p. 254-260, 2014.

BURIL, Maria Teresa; SIMÕES, Ana Rita; CARINE, Mark; ALVES, Marccus. *Daustinia*, a replacement name for *Austinia* (Convolvulaceae). **Phytotaxa**, v. 197, n. 1, 2015.

CARVALHO, Douglas; OLIVEIRA-FILHO, Ary. Avaliação da recomposição da cobertura vegetal de dunas de rejeito de mineração, em Mataraca/PB. **Acta Botanica Brasilica**, v. 7, n. 2, 1993.

CASTELLANI, Tânia; SANTOS, Flávio. Abundância, sobrevivência e crescimento de plântulas de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. (Convolvulaceae) na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 8, 2006.

CHOISY, J. D. Convolvulaceae orientales, dissertation secunda. **Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève**, p. 396–399, 1837

CRUDEN, Robert. Pollen ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, n. 1, p. 32-46, 1977.

CRUDEN, Robert. Pollen ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, n. 1, 1977.

CUNHA Luciane; FONTES Marco; FILHO Antônio. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, 2003.

DAFNI, Amost. **Pollination ecology**. Oxford University Press Inc.: New York, 1992.

DAFNI, Amost; KEVAN; HUSBAND. **Practical pollination biology**. 2005.

FREIRE, Maria Socorro. Levantamento florístico do parque estadual das dunas do natal. **Acta botanica brasílica**, v. 4, n. 2, 1990.

INOUE, Dafni. The terminology of floral larceny. **Ecology**, v. 61, n. 5, 1980.

IRWIN, Rebecca; BRONSTEIN, Judith; MANSON, Jessamyn; RICHARDSON, Leif. Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 41, 2010.

KAYANO, Gabriel. Influência da heterogeneidade do ambiente sobre repostas plásticas em uma espécie estolonífera de vegetação de dunas. **Curso de pós-graduação em Ecologia**, São Paulo: USP. 2016.

KIILL, Lúcia; RANGA, Neusa. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. &Schult.(Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. **Acta Botanica Brasílica**, n. 3, v. 17, 2003.

KIILL, Lúcia; SIMÃO-BIANCHINI, Rosângela. Reproductive biology and pollination of *Jacquemontianodiflora* (Desr.) G. Don (Convolvulaceae) in Caatinga, in Petrolina region, Pernambuco State, Brazil. **Hoehnea**, v. 38, n. 4, 2011.

MARTINS, J.; CARNEIRO, A.; SOUZA, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. How pollinator visits are affected by flower damage and ants presence in *Ipomoea carnea* subs. *Fistulosa* (Martius and Choise) (Convolvulaceae)?. **Brazilian Journal of Biology**, 2019.

MCMULLEN, Conley. Pollination biology of a night-flowering Galápagos endemic, *Ipomoea habeliana* (Convolvulaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 160, n. 1, 2009.

MORICAND, S. Mémoires sur quelques coquilles fluviatiles et terrestres d'Amérique. Premier supplément au Mémoire sur les coquilles terrestres et fluviatiles de la Province de Bahia, envoyées par M. Blanchet, 1837.

NATAL. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental – APA Jenipabu**. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), 2009.

PAZ, Joicilene; PIGOZZO, Camila. Biologia reprodutiva de *Ipomoea eriocalyx* (Convolvulaceae): espécie com distribuição restrita às regiões do Leste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, 2014.

PIEADADE-KIILL, Lúcia; RANGA, Neusa. Floral biology and reproductive system of *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallierf.(Convolvulaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, n. 1, 2000.

RADFORD, Albert. **Vascular plant systematics**, 1974.

SANTOS, Sílvia K.D.; GIMENES, Miriam. The efficiency of bees in pollinating ephemeral flowers of *Jacquemontia bracteosa* (Convolvulaceae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 106, 2016.

SHAY, Kimberly; DRAKE, Donald. Pollination Biology of the Hawaiian Coastal Vine *Jacquemontia sandwicensis* (Convolvulaceae). **Pacific Science**, v. 72, n. 4, p. 485-499, 2018.

SILVA, F. O.; KEVAN, S. D., ROQUE, N.; VIANA, B. F.; KEVAN, P. G. Records on floral biology and visitors of *Jacquemontia montana* (Moric.) Meisn.(Convolvulaceae) in Mucugê, Bahia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, 2010.

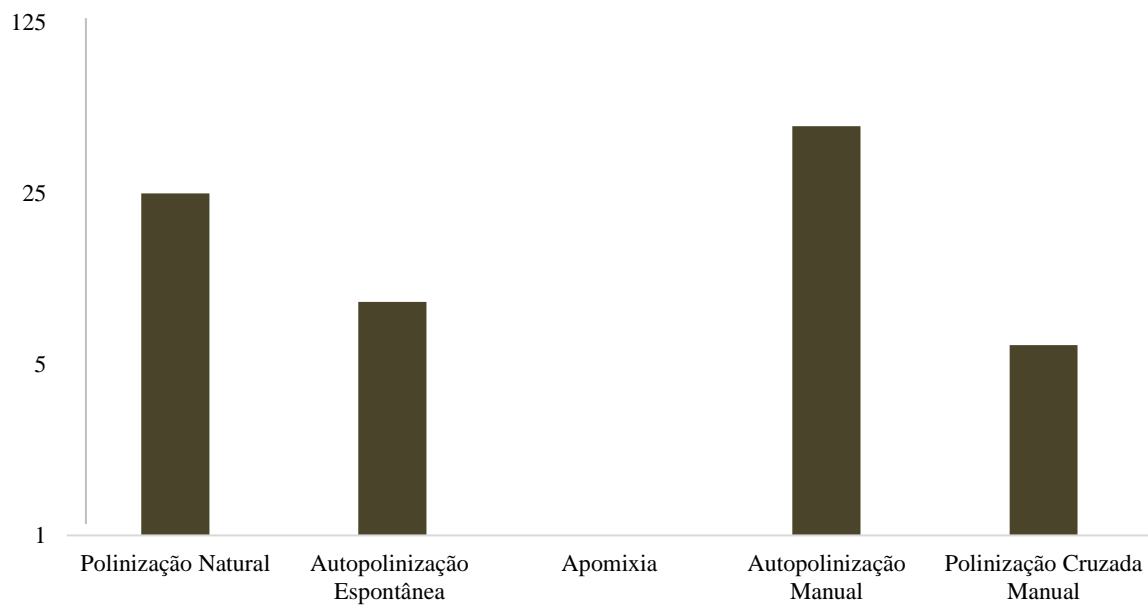
SIMÕES, A. R.; STAPLES, G. Dissolution of Convolvulaceae tribe Merremieae and a new classification of the constituent genera. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 183, n. 4, 2017.

SOUZA, Vinícius; LORENZI, Harri. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, 2005.

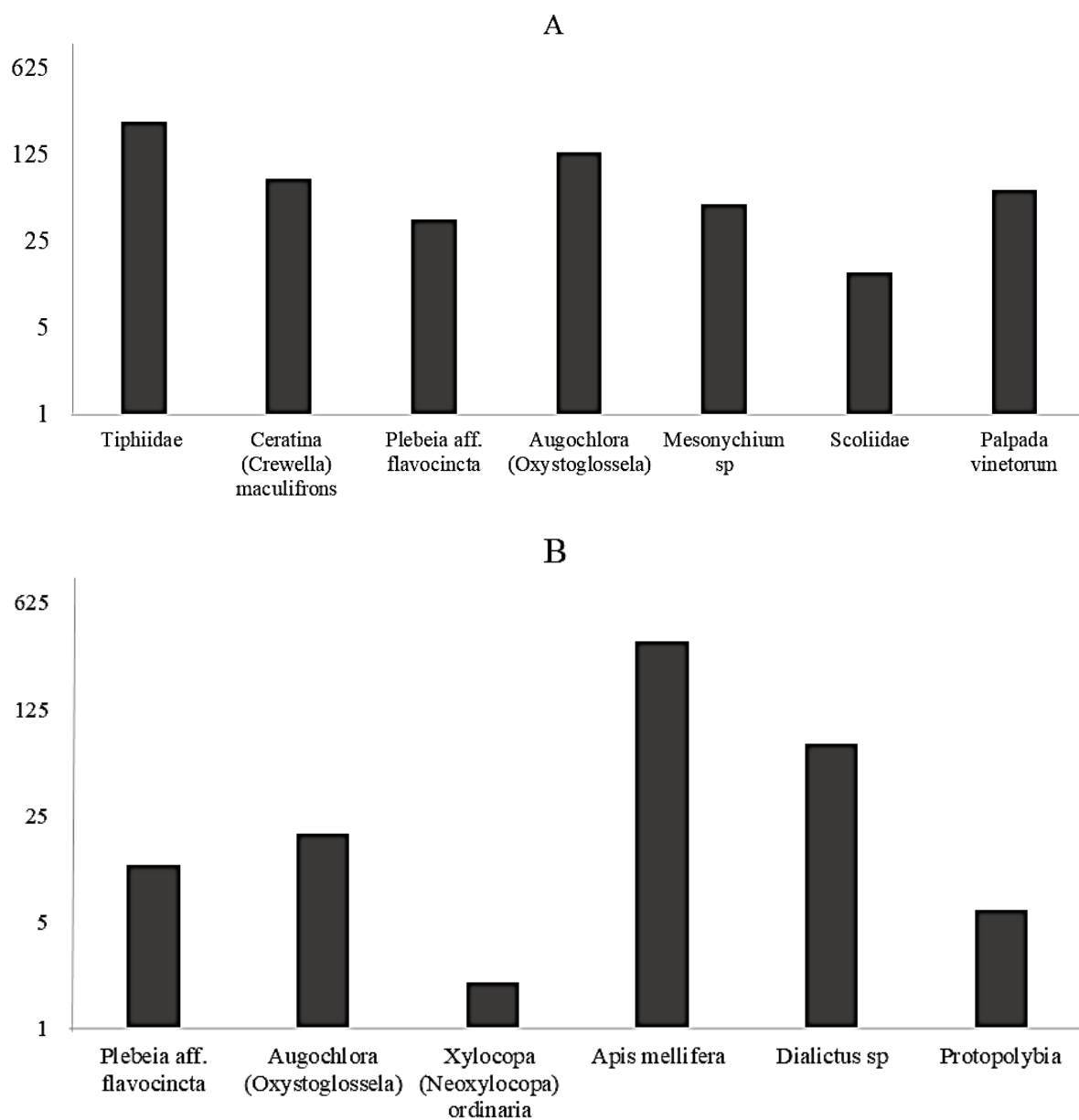
STEFANOVIĆ, Sasa; AUSTIN, Daniel; OLMSTEAD, Richard. Classification of Convolvulaceae: a phylogenetic approach. **Systematic Botany**, v. 28, n. 4, 2003.

TERADA, Yoko; TANIGUCHI, Ana; RUVOLO-TAKASUSUKI, Maria Cláudia. Floral biology of four *Ipomoea* (Tubiflorae: Convolvulaceae) species. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 137-143, 2005.

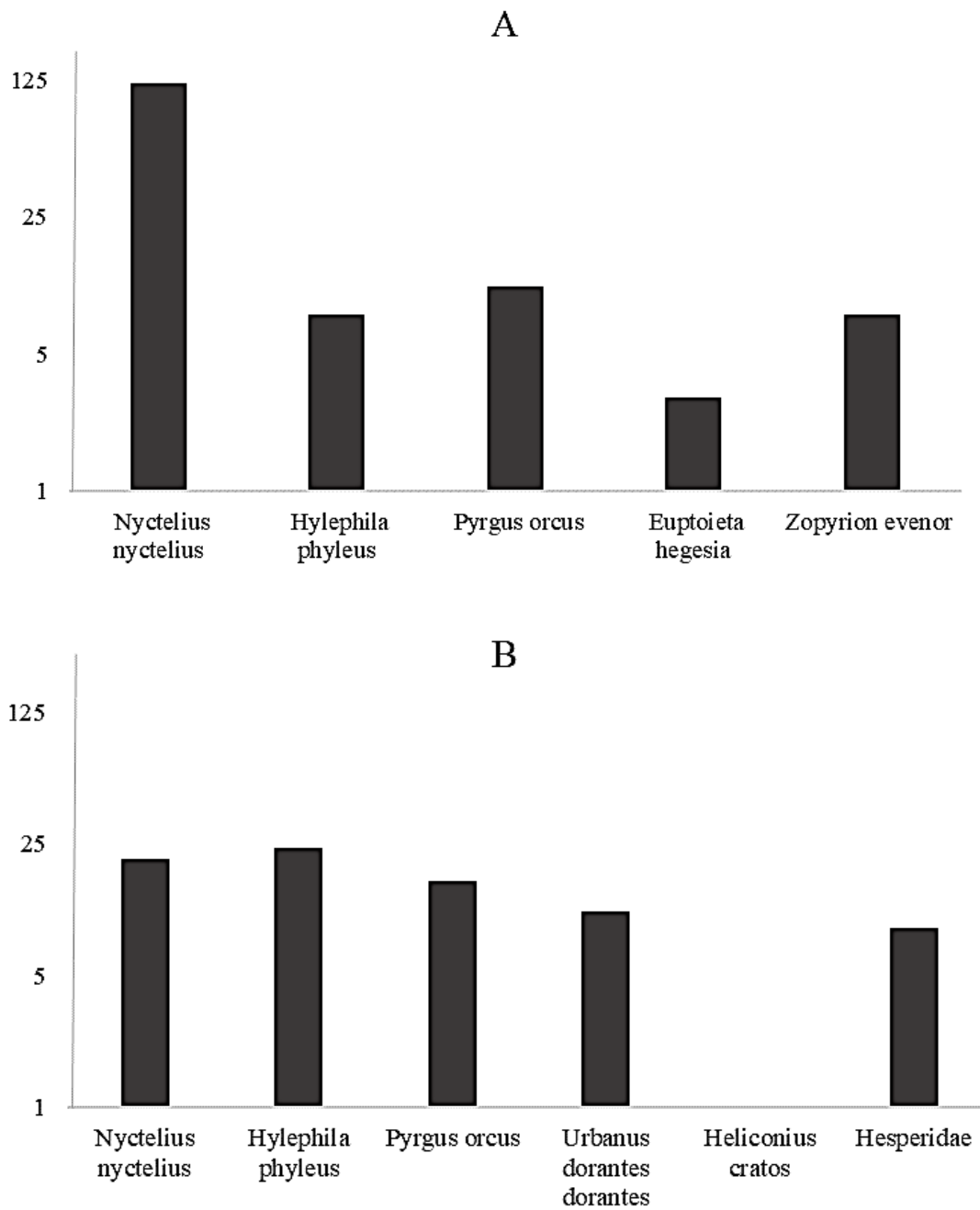
WILLMOTT, Alexander; BÚRQUEZ, Alberto. The pollination of *Merremiapalmeri* (Convolvulaceae): can hawk moths be trusted?. **American Journal of Botany**, v. 83, n. 8, 1996.



**Figura 1.** Teste para Sistema Reprodutivo em *Daustinia montana*.



**Figura 2.** Frequência dos Polinizadores em *Daustinia montana* nos meses: A - Setembro a novembro de 2018 e B - Maio a julho de 2019.



**Figura 3.** Frequência dos Pilhadores em *Daustinia montana* nos meses: A - Setembro a novembro de 2018 e B - Maio a julho de 2019.



**Figura 4. Ocorrências Registradas em *Daustinia montana*.** (A) Pilhador Frequente: *Nyctelius nyctelius*; (B) Abelha *Apis mellifera* coletando durante a antese, (C) *Apis mellifera* forçando a abertura da flor após a antese em busca do recurso; (D) Abelha *Dialictus* sp pilhando durante coleta de néctar. (E) Abelha *Plebeia* aff. *flavocincta* saindo da flor após entrar para coletar recurso ao fim da antese (F) Borboleta *Pyrgus orcus* inserindo probóscide na base da corola para coletar néctar após a antese;

## ARTIGO 2

### **Antagonism and mutualism: an experimental study with *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A.R. Simões (Convolvulaceae)**

**Status:** Submetido a Revista Plant Biology.



# **ANTAGONISM AND MUTUALISM: AN EXPERIMENTAL STUDY WITH *DAUSTINIA MONTANA* (MORIC.) BURIL & A.R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE)**

Karine de Matos Costa<sup>1</sup>, Bruna Yvila Santos<sup>1</sup>, Natan Messias de Almeida<sup>1,2</sup>, André Mauricio Melo Santos<sup>3</sup>, Maria Teresa Buril<sup>1</sup>, and Ana Virgínia Leite<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brazil.

<sup>2</sup> Campus II, Universidade Estadual de Alagoas, Palmeira dos Índios, AL, Brazil.

<sup>3</sup> Centro Acadêmico de Vitória, Núcleo de Biologia, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, PE, Brazil.

Running head: Antagonism and mutualismo in *Daustinia montana*

Corresponding author: Ana Virgínia Leite, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil, [anavlleite@yahoo.com.br](mailto:anavlleite@yahoo.com.br), phone/fax number: +55 (81)33206365.

Keywords: bees, florivory, nectar robbers, pollination, reproductive success.

## **ABSTRACT**

- Florivory indirect or direct affects the floral attractiveness and the reproductive success of the plants. Our study analyzed the influence of florivory on floral attractiveness and fruit set in natural populations of *Daustinia montana*.
- We recorded flowers with and without florivory and florivores under flowers. We observed visitors under different experimental situations: 1) Indirect Artificial Florivory (IAF) – flowers with 50% of the corolla removed, flowers with perforation on 50% of the corolla, and intact flowers (control), 2) Direct Artificial Florivory (DAF) – flowers with three and

two stamens, flowers without stamens, and intact flowers (control). We marked intact flowers and those with natural florivory and monitored fruit set.

- Among collected flowers, there was no difference between intact and flowers with florivory, but the latter showed a larger number of flowers with both direct and indirect damage. Florivores included the families Orthoptera (n = 3), Coleoptera (n = 2), and Hymenoptera (n = 1). Bees were the main pollinators. In IAF, intact flowers received more visits by pollinators and nectar robbers. The decrease in pollinator visits corresponded to the increase in the damage extent on the corolla. In DAF, intact flowers were more visited than those with three stamens. Nectar robbers visited flowers under all circumstances.
- Under natural conditions, the set of all actions led to a situation of low fruit and seed set, which affected the pre-emergent reproductive success of *D. montana*.

## INTRODUCTION

Many plant species have specific floral strategies to attract pollinators, such as resources (pollen, nectar, oil), color change, ultra-violet reflection, odor emission, different flower forms, and several mechanisms to facilitate pollination (see Faegri & Van der Pijl 1979). Those strategies increase the frequency of pollinator visits, as well as the efficiency of interspecific pollen flow and, consequently, plant fitness (Schiestl & Johnson 2013). On the other hand, antagonistic relationships can affect this process and make the mutualistic plant-pollinator interaction less efficient. For example, Florivory is an antagonistic interaction with a strong effect on the set of structures related to plant reproductive strategies (McCall & Irwin 2006; Cardel & Koptur 2010; Cares-Suárez *et al.* 2011). So, how can florivory affect the frequency of pollinator visits and plant fruit set?

Florivory or floral herbivory comprises the consumption of floral parts before seed formation occurs, and has an indirect effect on plant reproduction when it affects sterile appendages, and a direct effect when it occurs on reproductive appendages (Carper *et al.* 2016). Among the ecological reasons that justify this antagonistic relationship, there is the use of floral parts by florivorous insects

as food, for reproduction, and shelter (Malo *et al.* 2001). On the other hand, plants can produce chemical compounds that make flowers unpalatable to florivores (Godschalx *et al.* 2016), increase flower production, and mask the damage to flower visitors (Cotarelli & Almeida 2015; Paz *et al.* 2016). In addition, plants can have extrafloral nectaries, which attract ants that, in turn, chase away florivores (Paz *et al.* 2016). Plants can also produce  $\beta$ -ocimene in damaged flowers, which attracts florivore-predating spiders (Knauer *et al.* 2018).

However, regardless of the functionality of the affected floral appendage, florivory affects pollination directly by reducing floral attractiveness and, consequently, the number of visits per flower (Penet *et al.* 2009), as bees tend to avoid flowers with damaged petals or stamens (Krupnick & Weis 1999). In *Centrosema virginianum* (Fabaceae) (Cardel & Koptur 2010), a self-compatible species dependent on pollinators and in *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) (Martins *et al.* 2020), a self-incompatible species, florivory was considered a decisive factor in decreasing their reproductive success. On the other hand, in *Solanum rostratum* Dunal (Solanaceae), despite the decrease in the frequency of visits due to the florivory, the authors did not detect any effect on fruit and seed set, as the flower pistils remained intact (Vega-Polanco *et al.* 2019).

Hence, the present study aimed to analyze the effect of florivory on floral attractiveness and fruit set of *Daustinia montana* present in a restinga area. We started from the premise that florivory negatively affects flower visitor frequency and fruit set to test the following hypotheses: 1) Intact flowers receive more visits than flowers with direct and indirect artificial florivory damage. 2) Intact flowers receive more visits than flowers whose stamens have been removed. 3) There is a higher natural fruit set from intact flowers than flowers under the effect of florivory. We tested these hypotheses by considering different groups of pollinators and nectar robbers.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Study area**

The present study was carried out in the Jenipabu Environmental Protection Area (05°42'034" S, 035°12'29.4" W), located at the municipalities of Natal and Extremoz, state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. The area has a rainy tropical climate, with an average annual rainfall of 1456.6 mm. The environment is a restinga area, which comprises fixed and mobile dunes, lagoons, rivers, mangroves, and three beaches: Redinha, Nova Rita, and Jenipabu (Natal 2009). Jenipabu has relevant tourist importance and is under constant anthropic pressure regarding urbanization (Natal 2009).

*Daustinia montana* is a prostrate herbaceous, with actinomorphic, yellow, infundibuliform flowers, that last 3-4 hours (Figure 1). It occurs in dense populations in the restinga area and bloom during the rainy season (Santos, personal observation). We selected five population for analyses (05°42'11.8" S, 035°12'29.0" W; 05°42'16.7" S, 035°12'29.5" W; 05°42'18.4" S, 035°12'31.3" W; 05°42'09.3" S, 35°12'27.0" W; and 05°42'10.8" S, 35°12'28.6" W). We deposited a voucher in the Professor Vasconcelos Sobrinho Herbarium (PEUFR) of the Federal Rural University of Pernambuco (PEURF/UFRPE N°: 54132).

### **Florivory in populations**

Among the five populations studied, we collected at random 50 inflorescences and placed them separately in 10.5 x 25 cm paper bags (Martins *et al.* 2020). Inflorescences were stored in 70% alcohol and analyzed under a stereomicroscope, considering: 1) number of intact flowers, 2) number of flowers attacked by florivores, 3) type of floral damage (direct, indirect, or both), 4) number of intact floral buds, and 5) number of floral buds attacked by florivores. Throughout the research, we recorded florivore insects under the flowers.

### **Artificial florivory and fruit set**

We observed the frequency of floral visitors on flowers with indirect artificial florivory (IAF). We separated newly opened intact flowers into two groups to cause artificial damage, creating: flowers with 50% of the corolla removed ( $n = 35$ ) and flowers with perforations on 50% of the corolla ( $n = 35$ ). We used a syringe to make perforations. We also recorded the frequency of floral visitors on newly opened intact flowers (control,  $n = 35$ ). Frequency observations took place from October to November 2018 and from April to July 2019, comprising a total of 42 h of observation.

We observed the frequency of visitors on flowers with direct artificial florivory (DAF) from May to July 2019. We removed the stamens of newly opened intact flowers, with tweezers. Then, we recorded visitor frequency on flowers with three stamens ( $n = 23$ ), flowers with two stamens ( $n = 23$ ), and flowers without stamens ( $n = 23$ ). We also recorded the frequency of floral visitors on intact flowers (control,  $n = 23$ ). In total, we accomplished 36 h of observation.

In all experiments (IAF, DAF) and controls, we covered pre-anthesis buds with voile bags until the beginning of anthesis, then checked the flowers for possible natural damage, and used only those intact (see Cotarelli & Almeida 2015). After providing flowers with the intended damage, we marked them with colored ribbons corresponding to the type of damage caused to facilitate the record of visits. All frequency observations considered flowers present in 1 x 1 m plots. Artificial indirect and direct damages were based on natural damages previously found on flowers with natural florivory.

We considered floral visitors as pollinators or nectar robbers according to their behavior, using as a parameter the presence or absence of contact with reproductive appendages during their visit (Inouye 1980; Dafni *et al.* 2005). To investigate the influence of florivory on the natural fruit set, we marked and monitored 33 flowers with natural florivory and 72 flowers without it.

## Statistical analysis

We used the Chi-squared to check for significant differences in the proportion of a) intact flowers and buds and those attacked by florivores, b) fruits set from intact flowers and flowers naturally attacked by florivores. We used Log-Linear models to assess how the frequency of pollinator visits and the frequency of nectar robber visits (response variables) vary according to predictor variables: a) biological groups (with four levels: bees, wasps, flies, and nectar robbers), b) IAF treatments (with three levels: intact flower, flower with 50% of the corolla removed, and flower with 50% of the corolla perforated), and c) DAF treatments (with four levels: intact flower, flower with three anthers, flower with two anthers, and flower without anthers). As we were dealing with counting data, we carried out modeling with the Poisson distribution and the log link function. The models were generated using the *glm* function of the *stats* package (ver. 3.6.1) of the R Package program (ver. 1.1.419; Core Team 2019). After running each model, we used the *dispersiontest* function of the AER package (Applied Econometrics with R) to test whether there was super-dispersion in the Poisson GLM.

## RESULTS

### Florivory in populations

Among flowers and buds from the inflorescences analyzed, 56.06% (n = 63) were intact and 43.9% (n = 32) had some type of damage, with a significant difference between them ( $\chi^2 = 10.30$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.001$ ). In 66 flowers analyzed, 37 were intact and 29 damaged, with no significant difference. Of these flowers, four (13.8%) showed signs of direct florivory, six (20.7%) indirect florivory, and 19 (65.5%) the two forms of florivory, with a significant difference ( $\chi^2 = 13.72$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0.001$ ). Regarding floral buds, 26 (89.65%) were intact and three (10.35%) had insect larvae inside, consuming parts of the stamens (direct florivory), with a significant difference ( $\chi^2 = 18, 24$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.001$ ). We observed no predated ovules in all flowers and buds analyzed.

## **Florivores and flower visitors**

We found florivores of the orders Orthoptera (Families - Acrididae, Proscopiidae, and Pyrgomorphidae), Coleoptera (Chrysomelidae and Curculionidae), and Hymenoptera (Formicidae) on *D. montana* flowers. There were orthopterans at different development stages, some feeding on the reproductive and sterile appendages of the flowers (Acrididae and Pyrgomorphidae), and others feeding only on the sterile parts (Proscopiidae). The latter group was present on flowers from May to July 2019, using them as a site for copulation. Curculionidae fed on pollen and corolla parts, whereas Chrysomelidae specimens fed only on the corolla. Ants collected reproductive and sterile appendages and took floral appendages or part of them to the anthill.

Regarding the frequency of floral visitors, *D. montana* received visits from 19 species; 11 Hymenoptera, eight Lepidoptera, and one Diptera. Hymenopterans and the dipteran acted as pollinators, and lepidopterans behaved as nectar robbers. We also observed a dipteran species (*Ocyptamus* sp.) on the flowers, touching both floral reproductive structures. However, this species remained only on one flower, collecting pollen throughout the anthesis period and, as it was frequently out of our visual field, was not included in the frequency of visits.

## **Artificial florivory with indirect (IAF) and direct damage (DAF)**

According to the log-linear model, the frequency of pollinator visits to intact flowers and flowers with IAF can be explained both by the visitor (bee, fly or wasp;  $p < 0.001$ ) and the treatment applied to the flowers (intact, flowers with 50% of the corolla removed, and flowers with perforations in 50% of the corolla;  $p = 0.003$ ). We observed more bees (five species) than wasps (two species) or flies (one species) and more visits to intact flowers ( $n = 238$ , 39%) than flowers with perforations in 50% of the corolla ( $n = 208$ , 34%) or flowers with 50% of the corolla removed ( $n = 169$ , 27%). Besides, we observed a first-order interaction between pollinators and treatment ( $p = 0.018$ ), which explained the frequency of visits. Still, according to the model, flowers with the corolla removed showed significantly more visits from flies than any other combination involving

the levels of these two variables ( $z = 3.176$ ;  $p = 0.0015$ ; Figure 2). We counted 145 visits by nectar robbers and noted it was significantly different among intact flowers ( $n = 49$ ; 33.8%), flowers with 50% of the corolla removed ( $n = 38$ ; 26.2%), and flowers with perforations in 50% of the corolla ( $n = 58$ ; 40.0%). Nectar robbers seemed to prefer flowers with perforated corolla to flowers with 50% of the corolla removed ( $z = 27.243$ ;  $p < 0.001$ ).

Regarding resource collection, of 760 visits, 80.9% ( $n = 615$ ) included pollinators. Of the total number of pollinator visits, 50% were used to collect pollen, and 50% to collect nectar. All nectar robbers observed were searching for nectar only.

According to the log-linear model, in the DAF analysis, the group of flowers with three stamens was significantly less visited than the group of intact flowers ( $z = 2.64$ ;  $p = 0.008$ ; Figure 3). The others treatments showed no significant difference in relation to intact flowers. Of the total of 453 visits made by pollinators, there were 449 bees and only four wasps. Unlike what we observed for IAF, in this treatment, there were no visits from flies. Among nectar robbers, we recorded 82 visits. The frequency of visits was significantly different between intact flowers ( $n = 23$ ; 28.0%), flowers with three stamens ( $n = 13$ ; 15.9%), flowers with two stamens ( $n = 30$ ; 36.6%), and flowers without stamens ( $n = 16$ ; 19.5%). We recorded the lowest lower number of visits to flowers with three stamens and the highest, to those with two stamens, so that intact flowers and flowers without stamens remained at intermediate positions ( $z = 15.037$ ;  $p < 0.001$ ).

Regarding the resource, we counted 535 visits, 85% ( $n = 453$ ) carried out by pollinators. Of these visits, 87% were intended for pollen and nectar collection, 11% for nectar collection, and 2% for pollen collection. The nectar robbers observed in the period were only searching for nectar.

There was a significant difference in fruit set between intact flowers and flowers with florivory ( $\chi^2 = 6.35$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0.012$ ). The seventy-two intact flowers we marked produced 25 fruits (35%), whereas the 33 flowers with florivory formed only three fruits (9%).



## DISCUSSION

Our results showed that *D. montana* flowers constitute an important source of resources for floral visitors in search of pollen and nectar, as well as many adult florivorous insects at different stages of development, which consume petals, pollen, and pistils. Spiders also use flowers as sites to capture their prey (personal observation). Despite the significant difference in the number of damaged reproductive structures (buds/flowers), the number of flowers with florivory was high. We could observe in the field that in all five *D. montana* populations studied, there were always flowers with some type of damage (direct, indirect, or both). It is also worth mentioning that the ants observed in *D. montana* were involved not only in florivory but also in nectar robbery, differently from what was reported for *Ipomoea carnea* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Paz *et al.* 2016), on which ants acted to protect flowers against other herbivores. As floral herbivores can strongly reduce plant reproductive success (e.g., Malo *et al.* 2001; Penet *et al.* 2009), our data bring an alert concerning plant - floral herbivore - pollinator interactions in *D. montana* populations.

Floral antagonists showed a preference for flowers over buds in *D. montana*. As the damage to flowers occurs after opening, there is a possibility that some flowers remain intact until the end of the anthesis and, thus, reproductively viable, which does not occur in species with high rates of florivory during the floral bud phase (Orozco-Ibarrola *et al.* 2015). In this species, these floral buds had their anthesis inhibited, which reduced the total number of open flowers in the population. On the other hand, for *D. montana*, the absence of predated ovules in the populations can partially minimize the effects of florivory on reproduction.

*Daustinia montana* has yellow flowers with ultraviolet reflection patterns, odor emission areas, and pollen and nectar as resources (personal observation), which comprise attributes related to melittophily (Faegri & Van der Pijl 1979), evidenced by the higher frequency and performance of bees as pollinators. However, *D. montana* shows ecological generalization, as its flowers receive visits from other insect groups (see Fenster *et al.* 2004; Rench *et al.* 2014). The lepidopterans, though, have always behaved as nectar robbers, but corresponded to 18% of the frequency of visits.

Both nectar robbery and florivory tend to reduce floral attractiveness, and, consequently, the number of visits. *Daustinia montana* is exposed to these two antagonistic phenomena to reproduction. However, some studies show that florivory has a more significant negative reproductive impact than nectar robbery, as it influences pollinator behavior directly (Gorden & Adler 2018). Floral herbivory can change the pollinator behavior, reducing the number of visits to the plant species, due to a lower attractiveness caused by damaged floral parts (Penet *et al.* 2009; Carper *et al.* 2016). In the present study, the negative effect of florivory was evidenced by the lower frequency of visits by pollinators to flowers with some sort of indirect damage. The frequency of visits of bees, wasps, and butterflies/moths was also lower on flowers with more extensive damages, especially when those damages compromised part of the corolla. This behavior can be related to the reduction in areas of ultraviolet reflection (UV) or the landing platform (Van Der Kooi *et al.* 2019).

However, the breaking of the UV reflection pattern did not seem to interfere with the behavior of the fly *Palpada* sp., as the frequency of visits of this species was high on flowers with part of the corolla removed. Klomberg *et al.* (2019) recorded a similar situation, in which the frequency of fly visits did not differ between control flowers and those in which the UV reflection was 100% removed experimentally. The fact that flies are generally oriented by odor instead of UV reflection (Roy & Raguso 1997) brings an advantage to this insect group when the flowers suffer from adverse actions, such as florivory. However, flies were not the main pollinators of *D. montana*. We only recorded the species *Palpada* sp. and *Ocyrtamus* sp., and the latter, on the few occasions observed, remained collecting pollen for a long time on a single flower.

Direct florivory brings considerable damage to the survival of individuals in the population, as it comprises the consumption of all or parts of the male and female gametes (Krupnick & Weis 1999). In the present study, differently from what we expected, intact flowers did not receive more visits than flowers with few stamens or without them. The permanence of the corolla in experiments of indirect florivory ensured the maintenance of nectar guides, which are areas of UV reflection in *D. montana* (Silva *et al.* 2010; personal observation). This condition explains the high frequency of

visits, especially of bees, to flowers with different situations regarding the presence or absence of stamens. However, flowers damaged by florivory can abort after pollination (Nunes *et al.* 2016). Nevertheless, pollinators visited significantly more intact flowers than flowers with three stamens, preferring those with more resources available. In conditions of lower resource availability (flowers with few or no stamens), bees exhibited more frequently a behavior of pollen and nectar collection on the same visit, decreasing the time and energy spent in this process, as well as the competition for the resource with other visitors.

The consequences of florivory for pollinators, especially bees, include: 1) breaking the UV reflection pattern, when part of the corolla is damaged, 2) the absence of a landing platform, when the damage is more severe, and 3) the reduction or unavailability of pollen in the indirect florivory. These consequences can be potentialized by the presence of nectar robbers, which show a high frequency of visits to intact flowers and visit flowers under all experimental situations (IAF, DAF). Under natural conditions, the set of all these actions led to a situation of low fruit and seed set that affected the pre-emergent reproductive success of *D. montana*.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

We thank the Jenipabu Environmental Protection Area for logistic support. This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brazil) for the grants awarded to K.M.C, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and by the Programa de Pós-graduação em Botânica (Universidade Federal Rural de Pernambuco). We also thank Lucy (UFRPE), Dr. Carlos Eduardo Nobre (UFPE), José Augusto dos Santos Silva (UFRPE/UAST), and Prof. Dr. Airton Torres Carvalho (UFRPE/UAST) for his help in identifying the insects mentioned in the present study. Field work was authorized by the Biodiversity Authorization and Information System (SISBIO), and the Institute for Sustainable Development and Environment of the state of Rio Grande do Norte (IDEMA).

## REFERENCES

- Cardel Y.J., Koptur S. (2010) Effects of florivory on the pollinations of flowers: an experimental field study with a perennial plant. *International Journal of Plant Science*, **171**, 283-292.
- Cares-Suárez R., Poch T., Acevedo R.F., Acosta-Bravo I., Pimentel C., Espinoza C., Cares R.A., Muñoz P., González A.V., Botto-Mahan C. (2011) Do pollinators respond in a dose-dependent manner to flower herbivory? An experimental assessment in *Loasa tricolor* (Loasaceae). *Gayana Botanica*, **68**, 176–181.
- Carper A., Adler L., Irwin R. (2016) Effects of florivory on plant-pollinator interactions: Implications for male and female components of plant reproduction. *American Journal of botany*, **103**, 1061-1070.
- Cotarelli V.M., Almeida N.M. (2015) Florivoria em *Senna macranthera* var. *pubibunda* (Benth.) HS Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae). *Natureza on line*, **13**, 45-49.
- Dafni A., Kevan P., Husband B. (2005) *Practical pollination biology*. Cambridge University Press, Enviroquest, UK: 590 pp.
- Faegri K.L, Van der Pijl. (1979) *The principles of pollination ecology*. Pergamon, Oxford: 244 pp.
- Fenster C.B., Armbruster W.S., Wilson P., Dudash M.R., Thomson, J.D. (2004) Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **35**, 75-403.
- Godschalx A., Stady L., Watzig B., Ballhorn D. (2016) Is protection against florivory consistent with the optimal defense hypothesis? *Plant Biology*, **16**, 16-32.
- Gorden N., Adler L. (2018) Consequences of multiple flower–insect interactions for subsequent plant–insect interactions and plant reproduction. *American journal of botany*, **105**, 1835-1846 .
- Inouye D. (1980) The effect of proboscis and corolla tube lengths on pattern sand rates of flower visitation by bumblebees. *Oecologia*, **45**, 197-201.
- Klomberg Y., Kouede R.D., Bartoš M., Mertens J.E.J., Tropek R., Fokam E.B., Janeček S. (2019) The role of ultraviolet reflectance and pattern in the pollination system of *Hypoxis camerooniana* (Hypoxidaceae). *AoB Plants*, **11**, 1-10.

- Knauer A., Bakhtiari M., Schiestl F. (2018) Crab spiders impact floral-signal evolution indirectly through removal of florivores. *Nature communications*, **9**, 1-10.
- Krupnick G.A., Weis A.E. (1999) The effect of floral herbivory on male and female reproductive success in *Isomeris arborea*. *Ecology*, **80**, 135-149.
- McCall A.C., Irwin R.E. (2006) Florivory: the intersection of pollination and herbivory. *Ecology Letters*, **9**, 1351-1365.
- Malo J., Leirana-Alcocer, J., Parra-Tabla V. (2001) Population fragmentation, florivory, and the effects of flower morphology alterations on the pollination success of *Myrmecophila tibicinis* (Orchidaceae). *Biotropica*, **33**, 529-534.
- Martins J., Carneiro, A., Souza, L., Almeida-Cortez, J. 2020. How pollinator visit are affected by flower damage and ants presence in *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Martius and Choise) (Convolvulaceae)? *Brazilian Journal of Biology*, Ahead of Print.
- Natal (2009) *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental - APA Jenipabu*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA): 177 pp.
- Nunes C.E.P., Peñaflor M.F.G.V., Bento J.M.S., Salvador, M.J., Sazima M. (2016) The dilemma of being a fragrant flower: the major floral volatile attracts pollinators and florivores in the euglossine-pollinated orchid *Dichaea pendula*. *Oecologia*, **182**, 933-946.
- Orozco-Ibarrola O.A., Flores-Hernández P.S., Victoriano-Romero E., Corona-López A.M., Flores-Palacios A. (2015) Are breeding system and florivory associated with the abundance of *Tillandsia species* (Bromeliaceae)? *Botanical Journal of the Linnean Society*, **177**, 50-65.
- Paz J., Santana C., Silva W., Abreu M.C., Pigozzo C.M. (2016) Guilda de visitantes de nectários extraflorais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em uma área de semiárido antropizado da Bahia, Brasil. *Acta Biológica Paranaense*, **45**, 1-4.
- Penet L., Collin C., Ashman T. (2009) Florivory increases selfing: an experimental study in the wild strawberry, *Fragaria virginiana*. *Plant Biology*, **11**, 38-45.

R Core Team (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rench A.R., Avila, R.S.J., Schlindwein C. (2014) Síndromes de polinização: especialização e generalização. In: Rech A.R., Agostini K., Oliveira P.E., Machado I.C. (Org.). *Biologia da polinização*. Projeto Cultural, Rio de Janeiro: 171-181.

Roy B.A., Raguso R.A. (1997) Olfactory versus visual cues in a floral mimicry system. *Oecologia*, **109**, 414-426.

Schiestl F.P., Johnson S.D. (2013) Pollinator-mediated evolution of floral signals. *Trends in ecology & evolution*, **28**, 307-315.

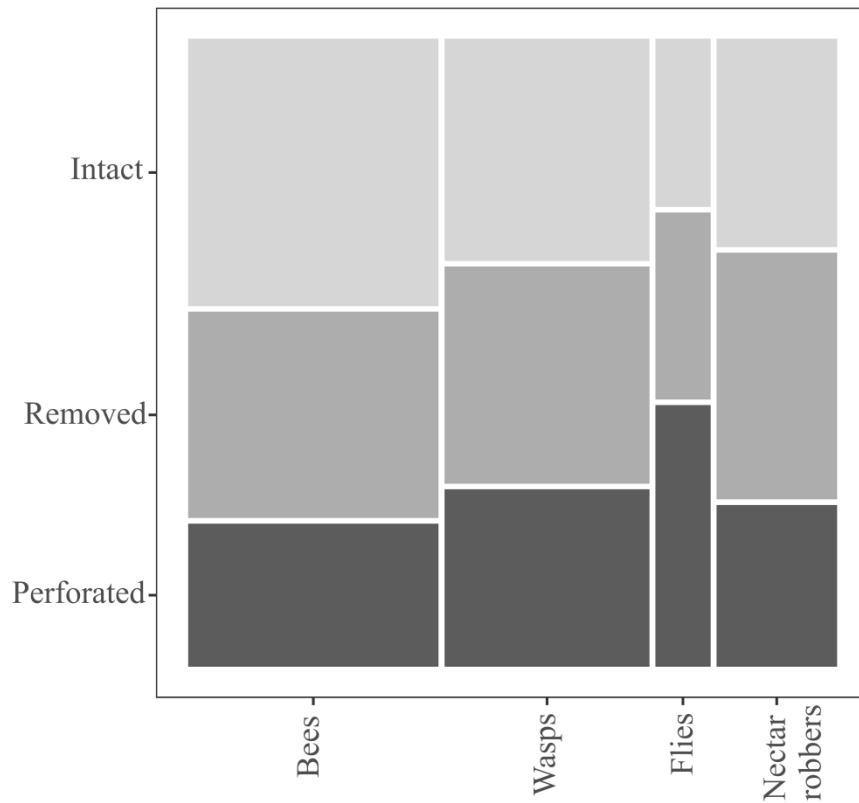
Silva F.O., Kevan S.D., Roque N., Viana B.F., Kevan P.G. (2010) Records on floral biology and visitors of *Jacquemontia montana* (Moric.) Meisn. (Convolvulaceae) in Mucugê, Bahia. *Brazilian Journal of Biology*, **70**, 671-676.

Van Der Kooi C.J., Dyer A.G., Kevan P.G., Lunau K. (2018) Functional significance of the optical properties of flowers for visual signalling. *Annals of Botany*, **123**, 263-276.

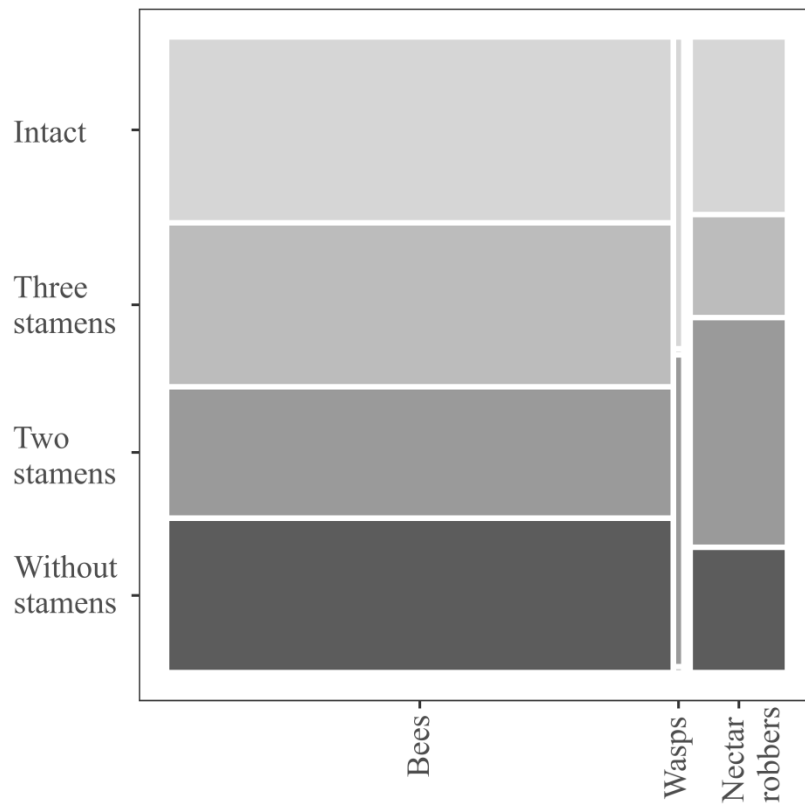
Vega-Polanco M., Rodríguez-Islas L.A., Escalona-Domenech R.Y, Cruz-López L., Rojas J.C., Solís-Montero L. (2020) Does florivory affect the attraction of floral visitors to buzz-pollinated *Solanum rostratum*? *Arthropod-Plant Interactions*, **14**, 41-56.



**Figure 1.** Photo of *Daustinia montana* in APA Jenipabu (Rio Grande do Norte – Brazil).



**Figure 2.** Mosaic plot summarizing the proportion of visitors and the frequency of visits on intact (intact flowers), removed (flowers with 50% of the corolla removed), and perforated (flowers with perforations in 50% of the corolla) flowers of *Daustinia montana* with indirect artificial florivory.



**Figure 3.** Mosaic plot summarizing the proportion of visitors and the frequency of visits on flowers of *Daustinia montana* in direct artificial florivory: intact (intact flowers), three stamens (flowers with three stamens), two stamens (flowers with two stamens), and without stamens (flowers without stamens).





## NORMAS DA REVISTA PLANT BIOLOGY

### Author Guidelines

**Downloads:** [Page Charge Form](#).

**Supporting Information:** Authors are encouraged to provide additional materials as Supporting Information that will be accessible online. Please identify the Supporting Information as such and include appropriate figure and table captions at the end of the manuscript.

### Editorial Policy

*Plant Biology* publishes research results from all fields of plant science. Manuscripts must be of general interest, not only addressed to a specialized readership. The journal encourages publications with an interdisciplinary approach.

*Plant Biology* accepts

1. Problem-oriented original research papers (maximum 9000 words)
  2. Problem-oriented short research papers (maximum five typeset pages)
  3. Concise review articles
  4. Acute views, i.e., comments on actual problems and provocative opinion articles.
- Purely descriptive papers will not be accepted. The Editors welcome contributions from all over the world.

Effective with the 2015 volume, this journal will be published in an online-only format. Print subscription and single issue sales are available from Wiley's Print-on-Demand Partner. To order online click through to the ordering portal from the journal's subscribe and renew page on Wiley Online Library.

### Data Sharing and Data Accessibility

*Plant Biology* will consider for review articles previously available on preprint servers. Authors may also post the submitted version of their manuscript to preprint servers at any time. Authors are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article

### Preprints

*Plant Biology* encourages authors to share the data and other artefacts supporting the results in the paper by archiving them in an appropriate public repository. Authors should include a data accessibility statement, including a link to the repository they have used, in order that this statement can be published alongside their paper.

### Submission of Manuscripts

Please submit your manuscript online at [ScholarOne Manuscripts](#).

To submit a manuscript through ScholarOne Manuscripts, please follow these instructions:

1. If you do not yet have an account, go to <http://mc.manuscriptcentral.com/plabio> and click on 'Create Account'. You will then be sent a password by e-mail. If you already have an account, enter your user ID and password and click on 'Log In'. (Note: if necessary you can change your password under 'Edit My Account'.)
2. On the welcome page, click on 'Corresponding Author Center'.
3. You then reach the 'Author Center Dashboard', click on the star icon for manuscript submission.
4. Follow the steps 1-7 until manuscript submission is completed. The main document including title, abstract, key words (MS Word file), tables (MS Word files) and figures (\*.eps, \*.tif or \*.jpg files) are loaded onto the system as individual files. The text should be written double spaced and with line numbering. (Note: you may also interrupt the online submission and continue at a later time.) Authors are encouraged to provide additional information as Supporting Information that will be accessible

online.

**5. Fast-Track Publication:** *Plant Biology* offers special handling of manuscripts that have been rejected from very high-level journals. Authors are encouraged to enclose the original manuscript, the reviews plus the comments from the editor, and the revised manuscript of previously reviewed manuscripts to expedite their handling as your manuscript may be accepted based on the previous reviews. Please also include a letter with a point by point response to the concerns raised by the reviewer(s). You will receive a final decision from the Managing Editor within a few days of submitting manuscripts with reviews.

6. Authors should address the following points in their cover letter. 1. What are the aims and hypothesis of their paper?; 2. What new achievements or innovations do they present?; 3. What is the general significance of their paper and why is it timely?

7. Submission of your manuscript will be confirmed by an e-mail that will give you the 'Manuscript ID Number'. Please refer to this number in all correspondence with the editorial office. With your submission, you guarantee that all co-authors agree with the submission of the manuscript.

Should you encounter difficulties submitting a manuscript to ScholarOne Manuscripts, please contact the editorial office by e-mail at [annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de](mailto:annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de) or by telephone ++49(0)761/203-8300. Help is also available on the introductory page of ScholarOne Manuscripts in the form of an 'Online User's Guide'. To access the guide, click on 'Get Help Now' in the top right-hand corner.

### **Online production tracking is now available for your article through Wiley's Author Services**

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

### **Conditions for Publication**

**Research papers** may be submitted that have not been published previously, even as a summary. Concise presentation is required. Although the non-specialist reader should be kept in mind when abstracts, introductions and discussions are written, lengthy review type introductions and speculative discussions should be avoided. Experimental methods should be explained in detail except for standard procedures. Diffuse and repetitive style should be avoided. Illustrations and tables should be limited to the truly essential material.

*Plant Biology* preferentially publishes **short research papers** (five typeset pages maximum) that will be reviewed with high priority.

**Concise review articles** that synthesize the state of the art in an original way are highly desirable for this journal.

**Acute views** contributions should contain brief comments on an actual problem (2-3 typeset pages).

**CrossCheck for plagiarism:** All submissions will be run through CrossCheck to identify any plagiarism. If an author is found to have plagiarized all or parts of his or work, the author's institute will be notified of the breach of scientific conduct.

### **Article Preparation Support**

**Wiley Editing Services** offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence. Also, check out our resources for **Preparing Your Article** for general guidance about writing and preparing your manuscript

### **Length of Papers**

Papers should not exceed 8 printed pages. One typeset page in the journal (without figures and tables, with about 3 subheads and paragraphs) usually contains roughly 6200 characters. The number of figures plus tables should not exceed 9 and should be factored into the page count, as should the reference list. Appendices will be published as Supporting Information rather than in the main text.

**References:** About 40 to 50 references usually fill one printed page.

**Page Charges:** Original research papers longer than the guidelines given above when in proof are subject to a page charge at a rate of €125 per page above the 8-page limit (first 8 pages are free of charge). An invoice will be sent to authors for these charges upon publication of their article in an issue. Review articles are excluded from this rule. Waiving of page charge will not be accepted.

## Arrangement

### Research papers

*Title page:* The first page of each paper should indicate: The title, the authors' names and affiliations, a short title for use as running head, the name, address, e-mail address, phone and fax number of the corresponding author, 3 to 7 keywords, and a one-sentence summary of the key message of the paper.

*Abbreviation:* List with abbreviations where appropriate.

*Abstract:* The abstract must be usable as a stand-alone document and must not exceed 250 words. For all papers submitted from 2016 onwards, a structured abstract is required using four bullet points to indicate (1) the research conducted including its rationale, (2) central methods applied, (3) key results, and (4) main conclusions including key points of discussion. It should not contain citations of other papers. For reviews, bullet points do not apply.

The following sections cover the usual contents: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References (see below), Tables (see below), Figure legends (see below), Illustrations (see below).

In Materials and Methods, Results and Discussion subheadings are possible. If an author chooses to combine sections Results and Discussion, an additional section Conclusions can be added, but this must be brief.

### Concise review articles

Choose subheadings as appropriate but do not use a numbering system. Title page, Key words, Abstract and other items as for full length papers.

### Tables

Tables must be serially numbered in Arabic numerals and each must carry a brief descriptive heading. Tables reproduced from other publications must state their precise source. Only signs that can be typeset should be used in the tables and legends. Please provide Tables in Word and include them at the end of the manuscript after the References, each on a separate page. Refrain from using both tables and graphs to demonstrate the same results.

### Figures and Graphics

#### *Electronic artwork*

It is essential that all artwork is provided in electronic format. Please save vector graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Post-script (EPS) format and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image Format (TIFF). Detailed information on our digital illustration standards is available at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Please do not embed any tables and/or figures in the text document.

If you should encounter difficulties upon submitting figures and graphics, please contact the editorial office by e-mail under [annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de](mailto:annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de) or by telephone under ++49/(0)761/203-8300.

### References

The list of references must include all (but no additional) references quoted. A maximum of 100 references are allowed. Arrange references alphabetically according to author name, not chronologically. The name of the journals containing the cited papers should be given in full. Town/city and country names should be provided for non-journal refs.

Each article reference should be given as in the following example:

Alfano J.R., Collmer A. (2004) Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defence. *Annual Review Phytopathology*, **42**, 385–414.

Books or other non-serial publications which are quoted in the references must be cited as follows:

Gage J.D., Tyler P.A. (1991) *Deep-sea Biology: A Natural History of Organisms at the Deep-sea Floor*. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 504 pp.

Lester R.N., Hasan S.M.Z. (1991) Origin and domestication of the brinjal eggplant, *Solanum melongena*, from *S. incanum*, in Africa and Asia. In: Hawkes J.G., Lester R.N., Nee M., Estrada N. (Eds), *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. Royal Botanic Gardens, Kew; London, UK: 369-387.

Articles not yet published may only be cited if they have definitely been accepted for publication. They must be denoted by the expression 'in press'.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

### **Data Citations**

In recognition of the significance of data as an output of research effort, Wiley has endorsed the FORCE11 Data Citation Principles and is implementing a mandatory data citation policy. *Plant Biology* requires data to be cited in the same way as article, book, and web citations and authors are required to include data citations as part of their reference list.

Data citation is appropriate for data held within institutional, subject focused, or more general data repositories. It is not intended to take the place of community standards such as in-line citation of GenBank accession codes.

When citing or making claims based on data, authors must refer to the data at the relevant place in the manuscript text and in addition provide a formal citation in the reference list. We recommend the format proposed by the Joint Declaration of Data Citation Principles:

[dataset] Authors; Year; Dataset title; Data repository or archive; Version (if any); Persistent identifier (e.g. DOI)

### **Graphical abstracts**

*Plant Biology* is excited to offer **Graphical Abstracts** to authors to introduce and expand on their research in a more visual and dynamic way. Upon acceptance of the manuscript, the authors should be prepared to submit a self-explanatory graphical abstract to the editorial office and to deposit the original data in a data repository or archive and provide the persistent identifier (eg DOI). This is an essential requirement before the manuscript can be forwarded to production.

o Instructions on how to submit a Graphical Abstract:

Immediately after acceptance of a manuscript, the authors should:

- prepare a .doc file which includes:
  - the article title;
  - the authors' names (corresponding author indicated by an asterisk); and
  - a 1-sentence summary (maximum 200 characters) summarizing the key findings presented in the paper.
- Submit a figure that:
  - best represents the scope of the paper;
    - o is in .tiff or .eps file formats;
    - o is within the dimensions of 50mm x 60mm; and
    - o has a minimum resolution of 300 dpi.
- Avoid graphs and other figures with fine detail due to the relatively small size of this image.
- Entitle the .doc file and figure file 'Graphical Abstract' and upload to ScholarOne Manuscript (S1M) during the manuscript submission process.

Without this information the manuscript will not be forwarded to production.

### **Units**

*Plant Biology* will follow the system of SI units (Système International d'Unités). Within a given paper chosen units must be uniform.

### **Abbreviation**

Note that common abbreviations can be used without explanation. Others must be explained. In case of doubt always give an explanation. Use FW = fresh weight and DW = dry weight.

### **Scientific Names**

Scientific names should be cited in their complete form when first mentioned with genus - species - authority - cultivar (cv.) or subspecies (ssp.) where appropriate. Latin names should be underlined or typed in *italics*. Subsequently the generic names should be abbreviated, but avoid confusion: e.g. use *A. comosus* if the only genus with a first letter A in your paper is *Ananas*; but use unambiguous abbreviations if you have more than one genus with the same first letter, e.g. *Ananas comosus*, *Aechmea nudicaulis* = *A. comosus*, *Ae. nudicaulis*, etc. Common names of organisms must be accompanied by the correct scientific name when first mentioned. For rare or exotic genera it may be useful to give the name of the family and/or higher taxon in brackets when first mentioned.

### **Copyright**

Authors will be required to assign copyright of their paper to the German Society for Plant Sciences,

Royal Botanical Society of the Netherlands and Wiley. Copyright assignment is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless copyright has been assigned. (Papers subject to government or Crown copyright should tick relevant box on the form). The publishers will not refuse any reasonable request by authors for permission to reproduce their contributions to the journal.

### **Reprints**

A PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. The corresponding author will be asked to provide up to seven email addresses for early distribution of a PDF offprint by the publisher. Paper offprints of the printed published article may be purchased if ordered via the method stipulated on the instructions that will accompany the proofs. Printed offprints are posted to the correspondence address given for the paper unless a different address is specified when ordered. Note that it is not uncommon for the printed offprints to take up to 8 weeks to arrive after publication of the journal. For further information please contact C.O.S. Printers PTe Ltd, 9 Kian Teck Crescent, Singapore 628875; Fax: +65 6265 9074; E-mail: [offprint@cosprinters.com](mailto:offprint@cosprinters.com).

### **Author material archive policy**

Please note that unless specifically requested, the Publisher will dispose of all hardcopy or electronic material submitted 2 months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible after the final decision about publication.

### **Production**

You will receive a proof of your article approximately 4 weeks after acceptance. The proof will contain instructions on how to return corrections and answers to the queries listed at the end of the proof.

### **Article Promotion Support for Plant Biology Authors**

**Wiley Editing Services** offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

Last update: November 2019

# ANEXO 1 - AUTORIZAÇÃO DO SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (SISBIO)

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 64521-1	Data da Emissão: 15/10/2018 12:28:34	Data da Revalidação*: 15/10/2019
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

### Dados do titular

Nome: KARINE DE MATOS COSTA	CPF: 094.436.564-77
Nome da Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco	CNPJ: 24.416.174/0001-06

### Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta e captura de material botânico e artrópodes.	08/2018	02/2020

### Observações e ressalvas

- 1 A autorização não eximirá o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
- 2 O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
- 3 As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
- 4 O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo

a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.

5 Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.

6 Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.

7 Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

8 Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em [www.mma.gov.br/cgen](http://www.mma.gov.br/cgen).

*Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).*

---



Código de autenticação: 0645210120181015

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 64521-1	Data da Emissão: 15/10/2018 12:28:34	Data da Revalidação*: 15/10/2019
-----------------	--------------------------------------	----------------------------------

De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

# SISBIO

### Dados do titular

Nome: KARINE DE MATOS COSTA	CPF: 094.436.564-77
Nome da Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco	CNPJ: 24.416.174/0001-06

### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Área de Proteção Ambiental Jenipabu	Extremoz-RN	Mata Atlântica	Não	Fora de UC Federal
2	Área de Proteção Ambiental Jenipabu	Natal-RN	Mata Atlântica	Não	Fora de UC Federal

### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Plantae	-
2	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Dicotyledoneae	-
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Araneae	-
4	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Araneae	5
5	Captura de animais silvestres in situ	Araneae	-
6	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Coleoptera	5
7	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Coleoptera	-
8	Captura de animais silvestres in situ	Coleoptera	-
9	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Lepidoptera	5
10	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Lepidoptera	-
11	Captura de animais silvestres in situ	Lepidoptera	-
12	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Convolvulaceae	-
13	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Hemiptera	5
14	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Hemiptera	-
15	Captura de animais silvestres in situ	Hemiptera	-
16	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Hymenoptera	5
17	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Hymenoptera	-
18	Captura de animais silvestres in situ	Hymenoptera	-
19	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Mantophasmatodea	5
20	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Mantophasmatodea	-
21	Captura de animais silvestres in situ	Mantophasmatodea	-
22	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Odonata	5
23	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Odonata	-
24	Captura de animais silvestres in situ	Odonata	-
25	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Orthoptera	5



26	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Orthoptera	-
27	Captura de animais silvestres in situ	Orthoptera	-

*Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).*

**Código de autenticação: 0645210120181015  
2/4**

**Página**

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 64521-1	Data da Emissão: 15/10/2018 12:28:34	Data da Revalidação*: 15/10/2019
-----------------	--------------------------------------	----------------------------------

De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

#### Dados do titular

Nome: KARINE DE MATOS COSTA	CPF: 094.436.564-77
Nome da Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco	CNPJ: 24.416.174/0001-06

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
28	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Diptera	5
29	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Diptera	-
30	Captura de animais silvestres in situ	Diptera	-
31	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Mantodea	5
32	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Mantodea	-
33	Captura de animais silvestres in situ	Mantodea	-

#### Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Invertebrados Terrestres)	Secreção
2	Amostras biológicas (Plantas)	Flor, Folhas, Frutos/estróbilos, Rizoma, Ramos, Semente, Raízes, Caule
3	Método de captura/coleta (Himenópteros)	Coleta manual, Captura manual, Puçá, Rede entomológica
4	Método de captura/coleta (Invertebrados Terrestres)	Rede entomológica, Puçá, Coleta manual, Captura manual
5	Método de captura/coleta (Lepidópteros)	Puçá, Rede entomológica, Captura manual, Coleta manual
6	Método de captura/coleta (Odonatos)	Rede entomológica, Puçá, Coleta manual, Captura manual
7	Método de captura/coleta (Plantas)	Puçá, Captura manual, Coleta manual

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Universidade Federal Rural de Pernambuco	Coleção

Número: 64521-1	Data da Emissão: 15/10/2018 12:28:34	Data da Revalidação*: 15/10/2019
-----------------	--------------------------------------	----------------------------------

De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

### Dados do titular

SISBIO

Nome: KARINE DE MATOS COSTA	CPF: 094.436.564-77
Nome da Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco	CNPJ: 24.416.174/0001-06

### Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de Amostra	Qtde.	Data

\* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio))

# ANEXO 2- AUTORIZAÇÃO DO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA)



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA

## AUTORIZAÇÃO: Nº 051/2018 NUC-IDEMA

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte por meio do Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação (NUC), no âmbito de sua área de competência e considerando:

A Lei Complementar Estadual nº 272 de 03 de março de 2004 que institui o Sistema Estadual de Unidade de Conservação - SEUC;

A relevante contribuição que a pesquisa científica presta à administração e manejo de unidades de conservação, propiciando o uso do conhecimento na análise de problemas e na tomada de decisão.

**AUTORIZA** a pesquisa em Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a saber:

### 1. UNIDADE DE CONSERVAÇÃO CONTEMPLADA

Área de Proteção Ambiental Jenipabu

### 2. ATIVIDADE/PESQUISA:

"Florivoria e sucesso reprodutivo em *Daustinia montana* (Motic.) (Convolvulaceae)".

### 3. RESPONSÁVEL E COLABORADORES AUTORIZADOS

Nome	Formação/Função
Ana Virgínia de Lima Leite	Pesquisadora/ Coordenadora
Karine de Matos Costa	Pesquisadora
Bruna Yvila Melo Santos	Pesquisadora
Maria Tereza Aureliano Buriel Vital	Pesquisadora



Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação  
Fone (84) 3232- 1992 / 1981  
Website: [www.idema.rn.gov.br](http://www.idema.rn.gov.br)  
E-mail: [pesquisaucrn@gmail.com](mailto:pesquisaucrn@gmail.com)



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA

## 5. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

- O Comitê de Ética, assim como o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e acesso ao Conhecimento Tradicional Associado (CGEN), deverão ser consultados, a fim de se ter as devidas autorizações e/ou licenças que se façam necessárias, quando for o caso;
- Após o encerramento da pesquisa, o pesquisador se responsabiliza em disponibilizar os resultados alcançados para o Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação.

## 6. RECOMENDAÇÕES GERAIS (NORMAS)

- O Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação autoriza apenas o acesso às unidades de conservação estaduais, não autorizando a coleta de nenhum tipo de material biológico. Coletas de qualquer natureza deverão ser respaldadas por autorização via ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO;
- Qualquer alteração no cronograma deverá ser comunicada ao Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação [pesquisaucrn@gmail.com](mailto:pesquisaucrn@gmail.com);
- Sendo assim, a pesquisa fica autorizada no período de 30 de julho de 2018 a 30 de julho de 2019, podendo ser renovada, se necessário, mediante apresentação de justificativa;
- Em todas as divulgações da presente pesquisa devem ser citados o Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA;
- Após o término da pesquisa, deverá ser encaminhado o relatório geral, no prazo de até 45 dias, e os demais resultados solicitados, no prazo de até 120 dias. Esta ação



**Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação**  
Fone (84) 3232- 1992 / 1981  
Website: [www.idema.rn.gov.br](http://www.idema.rn.gov.br)  
E-mail: [pesquisaucrn@gmail.com](mailto:pesquisaucrn@gmail.com)

*hp*



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA

#### 4. CONSIDERAÇÕES

- Unidades de conservação são “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Neste sentido, a pesquisa científica voltada à conservação da natureza é permitida e incentivada, sujeitando-se a prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade, às condições e restrições por esta estabelecida, e às normas previstas em regulamento.
- As ações realizadas nas UC estaduais do Rio Grande do Norte se darão respeitando-se as normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da UC (quando houver), e as normas estabelecidas pelo órgão gestor;
- Os objetivos desta pesquisa são de relevante interesse para o Núcleo de Unidades de Conservação – NUC, pois visa analisar a polinização, o sistema reprodutivo e o sucesso reprodutivo em peças florais de *Daustinia montana* (Moric.), com e sem indícios de florivoria. Os dados obtidos a partir da pesquisa irão servir de corpo para as pesquisas sobre a espécie, para determinação de padrões reprodutivos e de polinização.
- Este projeto será realizado através do Programa de Pós Graduação em Botânica, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
- Os métodos a serem executados no projeto são apropriados aos objetivos propostos.



Núcleo de Gestão de Unidades de Conservação  
Fone (84) 3232- 1992 / 1981  
Website: [www.idema.rn.gov.br](http://www.idema.rn.gov.br)  
E-mail: [pesquisaucrn@gmail.com](mailto:pesquisaucrn@gmail.com)