

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

KELAINE DE MIRANDA DEMETRIO

**FENOLOGIA E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE
DUAS ESPÉCIES ORNITÓFILAS DO PARQUE
NACIONAL DO CATIMBAU, BUÍQUE/PE**

**RECIFE
2008**

KELAINE DE MIRANDA DEMETRIO

**FENOLOGIA E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE
DUAS ESPÉCIES ORNITÓFILAS DO PARQUE
NACIONAL DO CATIMBAU, BUÍQUE/PE**

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal da Universidade
Federal de Pernambuco como parte
dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em
Biologia Vegetal

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Isabel Cristina Machado

**RECIFE
2008**

Catálogo na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Demetrio, Kelaine de Miranda

Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies ornitófilas do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. / Kelaine de Miranda Demétrio— Recife: O Autor, 2008.

88 folhas : il., fig., tab.

Orientador: Isabel Cristina Machado

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Biologia Vegetal, Recife, 2008.

Inclui bibliografia

- 1. Polinização 2. Fabaceae 3. Malvaceae I. Machado, Isabel Cristina (orientadora) II. Título**

571.8642

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB- 2017- 574

KELAINE DE MIRANDA DEMETRIO

**“Fenologia e Biologia reprodutiva de duas espécies ornitófilas
do Parque Nacional do Catimbau, Buíque/Pe”**

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal da Universidade
Federal de Pernambuco como parte
dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em
Biologia Vegetal

Aprovada em 25/02/2008

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr^a. Isabel Cristina Machado/UFPE (Orientadora)

Dr^o. Caio Graco Machado/UEFS

Dr^a. Ariadna Valentina Lopes/UFPE

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, aprendizagem e amadurecimento, com amor, carinho, apoio, companheirismo, críticas e ensinamentos durante todo o curso e em especial,

A Deus, por abençoar cada viagem permitindo que tudo desse certo.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Isabel Cristina Machado, pela sua orientação e amizade, pela paciência e sabedoria, por todas as críticas e incentivos, e por ser um exemplo de vida para mim.

Ao meu pai, Geilson Demetrio, à minha mãe, Renimar Demetrio (Rena), à minha irmã Carina e a Vinha por terem me apoiado durante todo o curso, pelo amor, pelo carinho e pelos ensinamentos diários, por serem a melhor família que alguém poderia ter.

A Marcos Gabriel Mendes, pelo seu amor, carinho, amizade, companheirismo e dedicação diária, além das ajudas de campo e desenhos, estando sempre disposto a ajudar.

Aos meus amigos Carolina Liberal, Elisangela Lucia, Emerson Lucena, Marcos Meiado e Tarcila Nadia, pela ajuda de campo, sem os quais não poderia terminar ou ao menos começar este trabalho.

A Dona Zefinha, Seu Valdo, Dona Vera, Seu Moacir, João e Genivaldo por me acolher no Catimbau e pela ajuda de campo.

Aos amigos do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, por tornar o ambiente sempre agradável.

A Mary Janice Santos por ter sido a relatora do projeto inicial desta dissertação contribuindo com valiosas sugestões.

Ao Msc. Weber Girão pela identificação dos beija-flores.

Ao Prof^o. Dr^o. Clemens Schlindwein e o pessoal do Laboratório Plebéia pelas valiosas caronas e ajuda.

Aos amigos de turma do Mestrado, pelo agradável convívio durante as disciplinas.

Ao Dr^o. Marcelo Guerra por disponibilizar o microscópio de fluorescência para análise de tubo polínico.

A minha amiga Laís Angélica Borges pela ajuda nas análises de tubo polínico.

Ao Hildebrando e a equipe da coordenação sempre dispostos a ajudar.

Ao IBAMA na pessoa de Francisco de Assis Araújo, pela autorização para execução do trabalho no PARNA Catimbau.

A CAPES pelo apoio Financeiro.

RESUMO

Um dos principais processos para manutenção da biodiversidade é a interação ecológica mutualística entre plantas e polinizadores. O maior grupo de polinizadores vertebrados de plantas neotropicais são os beija-flores (Trochilidae), com ca. 320 espécies de plantas conhecidas como ornitófilas. Neste trabalho, foram estudados a fenologia, a biologia floral e o sistema reprodutivo de duas espécies ornitófilas, *Camptosema pedicellatum* (Fabaceae) e *Helicteres velutina* (Malvaceae), no Parque Nacional do Catimbau, em Buíque/PE, no período de maio de 2006 a outubro de 2007. *Camptosema pedicellatum* floresceu entre os meses de julho a fevereiro, estação seca da região, enquanto *H. velutina* floresceu duas vezes ao ano, entre os meses de fevereiro e março e, posteriormente entre maio e agosto com pico em julho, coincidindo com a estação chuvosa. Há, portanto, uma pequena sobreposição na floração entre as duas espécies. As flores de ambas as espécies apresentam atributos florais que caracterizam a síndrome de ornitofilia, como antese diurna, arranjo tubular das peças, cor vermelha, grande distância entre as estruturas sexuais e a câmara nectarífera e ausência de odor. Os visitantes florais observados foram beija-flores, borboletas e abelhas. *Chlorostilbon lucidus* foi o principal polinizador de *C. pedicellatum* responsável por 94,17% do total de visitas. *Chlorostilbon lucidus*, juntamente com *Chrysolampis mosquitus* foram os principais polinizadores de *H. velutina*. O fato de serem polinizadas exclusivamente por beija-flores corrobora o fato de terem atributos ornitófilos e reforça o conceito de síndrome de polinização. As abelhas e borboletas foram consideradas pilhadoras em ambas as espécies. Apesar de partilharem um dos principais polinizadores não há interferência no sucesso reprodutivo das espécies, uma vez que o local de deposição de pólen nas espécies visitantes é distinto. *Camptosema pedicellatum* é auto-incompatível e *H. velutina* é uma espécie autocompatível que apresenta protandria como mecanismo para evitar a autogamia. Dessa forma, nas duas espécies, que apresentam sistema reprodutivo contrastante, existem fatores que indicam a dependência de vetores de polinização para reprodução sexuada.

Palavras chave: Ornitofilia. Caatinga. *Camptosema* e *Helicteres*.

ABSTRACT

One of the main processes to the maintenance of biodiversity is the ecological interaction between plants and pollinators. The biggest group of neotropical plants' vertebrate pollinators is hummingbirds (Trochilidae) with 320 ornitophylous species well-known. In this paper, the phenology, floral biology and breeding system of two ornitophylous species, *Camptosema pedicellatum* (Fabaceae) e *Helicteres velutina* (Malvaceae) were studied at Parque Nacional do Catimbau at Buique/PE from May/2006 to October/2007. *Camptosema pedicellatum* flowered between July and February, the dry season, while *H. velutina* flowered twice on year, the first between February and March, and the next between May and August, with peak in July, the wet season. Both species present flowers with characteristics of ornitophilous syndrome, like as diurnal anthesis, red tube-shaped flowers, large distance between sexual structure and nectary camera and absence of odour. We observed hummingbirds, butterflies and bees like a floral visitors. *Chlorostilbon lucidus* was the main pollinator of *C. pedicellatum* with 94.17% of the visits. *Chlorostilbon lucidus* and *Chrysolampis mosquitus* were the main pollinators of *H. velutina*. The fact these species are pollinated exclusively by hummingbirds and have ornithophylous' attributes supports the concept of pollination syndrome. The bees and butterflies were robbers in both species. Although both species share one of main pollinator, there isn't interference in breeding system, because of the different placement of pollen deposition. *Camptosema pedicellatum* is auto-incompatible and *H. velutina* is a compatible species, but that last presents protandrie as a mechanism to avoid autogamy. Therefore, in both species, with contrasting breeding systems, there are factors that indicate the dependence of pollinators at sexual reproduction.

Key words: Ornitophily. Caatinga. *Camptosema* and *Helicteres*.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Parque Nacional do Catimbau (Fonte IBAMA). Vista da Vila do Catimbau (A) com o morro do elefante ao fundo; e pedra do cachorro dentro do PARNA Catimbau (B).

Figura 2. Intensidade de Botões (■), Flores (■) e Frutos (■) de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau. Precipitação mensal entre os meses de outubro/2006 a setembro/2007 (---) (n=10).

Figura 3. Dados de média de volume (µl) e concentração (%) de néctar de *Camptosema pedicellatum* ao longo de três dias no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE (n=45).

Figura 4. Micrografia em fluorescência de grãos de pólen (autopolinização manual) e seus tubos polínicos no estigma (12h, aumento de 5x e 10x, respectivamente) e penetração em óvulos (24h e 36h, respectivamente, ambos com aumento de 10x) de *Camptosema pedicellatum*.

Figura 5. Percentual de visitas por espécie de beija-flor (A) às flores de *Camptosema pedicellatum* e comparação do total de visitas realizadas entre *C. lucidus* (■) e os outros visitantes (B), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* Fêmea (■), *C. lucidus* Macho (■), *Anopetia gounellei* (■), *Phaethornis pretrei* (■), *Eupetomena macroura* (■) e *Amazilia* sp. (■).

Figura 6. Frequência de visitas às flores de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* Fêmea (■), *C. lucidus* Macho (■), *Anopetia gounellei* (■), *Phaethornis pretrei* (■), *Eupetomena macroura* (■) e *Amazilia* sp. (■).

Figura 7. Detalhe das flores de *Camptosema pedicellatum* (A) evidenciando o nectário floral (B); fruto de *C. pedicellatum* (C) e propagação por reprodução assexuada ou brotamento (D).

Figura 8. Inflorescência de *Camptosema pedicellatum* (A); fêmea de *Chlorostilbon lucidus* polinizando (B) e pilhando (C e D) *C. pedicellatum*; e abelhas *Trigona spinipes* herbivorando flores de *C. pedicellatum*.

Figura 9. Flor de *Camptosema pedicellatum* em corte longitudinal, mostrando a distância entre as estruturas reprodutivas e o nível do néctar (seta) (A); n – nectário.

Esquema das cabeças dos polinizadores, *Chlorostilbon lucidus* (B), *Eupetomena macroura* (C), *Anopetia gounellei* (D) e *Phaethornis pretrei* (E), ilustrando a relação entre o comprimento do bico dos beija-flores e a distância entre o néctar e as estruturas reprodutivas da flor.

Figura 10. Nectário extrafloral (NEFs) de *Camptosema pedicellatum* em detalhe (A); visita das formigas *Dorymyrmex thoracicus* (B), *Cephalotes* sp. (C) e *Pseudomyrmex* sp. (G) a NEFs em inflorescências de *C. pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Capítulo 2

Figura 1. Mapa Parque Nacional do Catimbau (Fonte IBAMA). Vista do Morro do cachorro, próximo a entrada da trilha das torres (A); e vista em cima da Serra Branca no PARNA Catimbau (B).

Figura 2. Intensidade de Botões (■), Flores (■) e Frutos (■) de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau. Precipitação mensal histórica do município de Buíque (—) e entre o período de julho/2006 a agosto/2007 (---) (n=10) (CPRM).

Figura 3. Movimentação do estilete, da fase masculina, quando o estigma está direcionado para baixo, à fase feminina, com o estigma receptível e ereto, alcançando o mesmo nível das anteras.

Figura 4. Seqüência da antese de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. Início da antese (A), crescimento do androginóforo (B a D) e deiscência das anteras (C), com pétalas ainda brancas. Durante o crescimento há uma mudança de coloração das pétalas para rosa (E) até atingir a cor vermelha (F).

Figura 5. Dados de média de volume (µl) e concentração (%) de néctar, ao longo do dia e acumulado de *Helicteres velutina* ao longo de dois dias no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE (n=20).

Figura 6. Comparação entre o percentual de visitas realizadas entre *Chlorostilbon lucidus* (■), *Chrysolampis mosquitus* (■), *Eupetomena macroura* (■) e borboletas (■), às flores de *Helicteres velutina*, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Figura 7. Frequência de visitas às flores de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* fêmea (■), *C. lucidus* macho (■), *Chrysolampis mosquitus* fêmea (■), *C. mosquitus* macho (■), *Eupetomena macroura* (■), *Phoebis sennae* (■), *Anteos clorinde* (■) e Borboleta sp.1 (■).

Figura 8. Hábito arbustivo (A); anteras com má formação (B); fase feminina (C) e masculina (D) de *Helicteres velutina*, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Figura 9. Visita dos beija-flores *Chlorostilbon lucidus* macho (A) e fêmea (B) e *Chrysolampis mosquitus* macho (C) e fêmea (D) e das borboletas *Anteos clorinde* (E) e *Phoebis sennae* (F) à *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Figura 10. Pilhagem das abelhas *Apis mellifera* (A e B) e em detalhe, androginóforo predado (C) por *Trigona spinipes* e pilhagem pela mesma abelha (D) à *Helicteres velutina*.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Número e dimensões das estruturas florais, grãos de pólen por flor, viabilidade polínica e razão P/O de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/ PE (n=20).

Tabela 2. Sistema Reprodutivo de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Tabela 3. Visitantes florais e frequência de visitas de beija-flores em *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau. MF= muito freqüente (> 10 visitas.horas⁻¹) , F= freqüente (± 5 visitas.horas⁻¹), PF= pouco freqüente (≤ 3 visitas.horas⁻¹), P= Polinizador, PI= pilhador.

Capítulo 2

Tabela 1. Morfometria floral, grãos de pólen por flor, viabilidade polínica e razão P/O de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE (n=16).

Tabela 2. Sistema Reprodutivo de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Tabela 3. Visitantes florais e frequência de visitas em *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau. MF= muito freqüente (> 10 visitas.horas⁻¹) , F= freqüente (± 5 visitas.horas⁻¹), PF= pouco freqüente (≤ 3 visitas.horas⁻¹), P= Polinizador.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
4 FENOLOGIA, BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>Camptosema pedicellatum</i> BENTH. (FABACEAE), UMA ESPÉCIE ORNITÓFILA NO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU, BUÍQUE/PE	29
5 FENOLOGIA E SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>Helicteres velutina</i> K. SCHUM. (MALVACEAE): UMA ESPÉCIE COM “POLINIZAÇÃO MANUAL” POR BEIJA-FLORES	62
6 CONCLUSÕES	91
ANEXOS	92

1 APRESENTAÇÃO

Um dos principais processos para manutenção da biodiversidade é a interação ecológica mutualística entre plantas e polinizadores. O maior grupo de polinizadores vertebrados de plantas neotropicais são os beija-flores (Trochilidae) (BAWA, 1990), com cerca de 320 espécies de plantas conhecidas como ornitófilas (SAZIMA et al. 1996). A polinização por beija-flores é encontrada em grande número de famílias vegetais como Bromeliaceae, Costaceae, Heliconiaceae, Bignoniaceae, Campanulaceae entre outras, não sendo estas exclusivamente ornitófilas (MACHADO; LOPES, 1998; LOPES, 2002). Na Caatinga, a família Trochilidae é a segunda mais numerosa apresentando 28 espécies, todas consideradas como espécies residentes (SILVA, et al. 2003).

A Caatinga ocupa 70% do Nordeste Brasileiro, com um total de aproximadamente 800.000 km² abrangendo uma estreita faixa do Estado de Minas Gerais e oito dentre os nove Estados da região Nordeste (LEAL et al. 2003; PRADO, 2003). A caatinga apresenta um tipo vegetacional único, ocorrendo apenas no Brasil (MMA, 2002), sendo reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, possuindo considerável número de espécies endêmicas (GIL, 2002). Apesar de sua grande dimensão, a Caatinga é o ecossistema brasileiro menos estudado e menos protegido, possuindo ainda poucas unidades de conservação. Estudos relacionados à fenologia, biologia floral e reprodutiva de espécies de Caatinga contribuirão para o melhor entendimento dos processos ecológicos deste ecossistema (MACHADO; LOPES, 2003, 2004; MACHADO et al. 2006).

Camptosema pedicellatum Benth. e *Helicteres velutina* K. Schum. são duas espécies com atributos florais associados à ornitofilia ocorrentes em Caatinga e presentes no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco (SANTOS, 2005). Ambas são visitadas por beija-flores e apresentam diferenças em vários aspectos da biologia floral e reprodutiva. Esta dissertação foi construída visando abordar a biologia floral, a fenologia e o sistema reprodutivo dessas duas espécies ornitófilas. O primeiro capítulo enfoca o sistema reprodutivo e o grau de interação entre *Camptosema pedicellatum* (Fabaceae) e seus visitantes/polinizadores. O segundo capítulo aborda a seqüência de antese e a atuação dos visitantes florais no processo de polinização de

Helicteres velutina (Malvaceae), bem como a estratégia na deposição de pólen nos polinizadores.

Espera-se que as informações obtidas através deste estudo sejam utilizadas no manejo e na conservação do Parque Nacional do Catimbau, assim como em outras áreas de Caatinga onde as espécies ocorram.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ornitofilia: do Brasil à Caatinga

As Angiospermas apresentam vários tipos de interações com animais, entre as quais, as interações mutualísticas associadas à polinização (STEBBINS, 1970; BAWA, 1990). As plantas desenvolveram flores adaptadas apresentando variados tipos de atrativos e mecanismos que chamassem a atenção de diferentes vetores, permitindo que a polinização ocorresse (STEBBINS, 1970; FENSTER et al. 2004). Características florais como: corola tubulosa, verticilos florais com cores que variam de vermelho a amarelo, antese diurna, néctar como atrativo floral, ausência de cheiro e separação espacial do nectário floral em relação às estruturas reprodutivas são atributos florais que caracterizam a síndrome de ornitofilia (FAEGRI; PIJL, 1979), na qual o vetor para realizar a polinização são as aves, sendo os beija-flores as mais especializadas (STILES, 1981).

Estudos envolvendo interações entre plantas e beija-flores têm sido amplamente realizados no Brasil e nas Américas (SNOW; SNOW, 1980; SNOW; TEIXEIRA, 1982; SAZIMA; MACHADO, 1983; ARIZMENDI; ORNELAS, 1990; SAZIMA et al. 1996; BUZATO et al. 2000; VASCONCELOS; LOMBARDI, 2000; FREITAS; SAZIMA, 2001; TEMELES et al. 2002; ARAÚJO; SAZIMA, 2003; CANELA; SAZIMA, 2003; COELHO; BARBOSA, 2003, 2004; ABREU; VIEIRA, 2004; BITTENCOURT; SEMIR, 2004; CASTELLANO et al. 2004; MENDONÇA; ANJOS, 2005, 2006; FREITAS et al. 2006; MACHADO; SEMIR, 2006). O estudo das particularidades destas interações ajuda a elucidar padrões ecológicos e aspectos evolucionários (GRANT, 1994), além de contribuir para esclarecer os papéis dos organismos na manutenção das comunidades vegetais (BAWA, 1990).

No Nordeste Brasileiro, trabalhos envolvendo comunidades vegetais e ornitofilia são pouco frequentes, podendo ser citado apenas poucos trabalhos como o de LOPES (2002), que estudou sobre a guilda ornitófila em um fragmento de Mata Atlântica, no estado de Pernambuco; o de SIQUEIRA FILHO & MACHADO (2004), que estudaram a polinização de 11 espécies de Bromeliaceae em Pernambuco, das quais 63,5% eram ornitófilas e o dos mesmos autores que focaram a fenologia, caracterização da síndrome de polinização, sistema reprodutivo e mecanismo de dispersão das sementes de uma comunidade de Bromeliaceae em Mata Atlântica, no mesmo Estado (Siqueira Filho & Machado 2006); e mais recentemente o de MACHADO et al. (2007) que estudaram

espécies de beija-flores, seus padrões sazonais e a comunidade de plantas visitadas por estes em uma área de campo rupestre na Chapada da Diamantina na Bahia.

Além disso, SIQUEIRA FILHO & MACHADO (2001) realizaram um estudo de caso com *Canistrum aurantiacum* (Bromeliaceae), em remanescentes de Mata Atlântica em Pernambuco. Podemos citar ainda estudos de caso como os de QUIRINO & MACHADO (2001) que realizaram estudo com três espécies de *Combretum* (Combretaceae), das quais apenas uma era ornitófila de Mata Atlântica em Pernambuco; e o de LEITE & MACHADO (2007) sobre a fenologia reprodutiva, biologia floral e sistema de polinização de duas espécies de Marantaceae em um remanescente de Floresta Atlântica em Pernambuco.

Com relação especificamente à Caatinga, poucos trabalhos foram desenvolvidos com enfoque na polinização por beija-flores. Podendo ser citado o trabalho de MACHADO & SAZIMA (1995), que enfoca a biologia da polinização e pilhagem por cinco espécies beija-flores em *Ruellia asperula* (Acanthaceae); LOCATELLI & MACHADO (1999) que realizaram um estudo comparativo entre duas espécies de Cactaceae ornitófilas em uma área de caatinga no Agreste de Pernambuco; MACHADO & LOPES (2003, 2004) trazem informações sobre características florais, sistema de polinização e sexuais de espécies que ocorrem em área de caatinga no Estado de Pernambuco. Nesses trabalhos elas mostraram que 15% das espécies analisadas apresentavam síndrome de ornitofilia. Posteriormente, SANTOS (2005), estudou a guilda de plantas ornitófilas no Parque Nacional do Catimbau, e realizou também um estudo de caso sobre a polinização por beija-flores em *Passiflora luetzelburgii* (Passifloraceae). Segundo SANTOS (2005), o Parque Nacional do Catimbau é composto por 21 espécies com atributos relacionados à síndrome de ornitofilia. Mais recentemente, COLAÇO et al. (2006) estudaram a biologia reprodutiva de duas espécies de *Melocactus* (Cactaceae) ameaçadas de extinção em áreas de Caatinga na Chapada da Diamantina, no estado da Bahia, neste trabalho o beija-flor *Chlorostilbon aureoventris* (= *C. lucidus*) foi o polinizador mais freqüente para ambas as espécies vegetais; e LEAL et al. (2006) que trabalharam a guilda (com oito espécies) de plantas ornitófilas em uma área de Caatinga típica no alto sertão pernambucano no município de Floresta.

Família Fabaceae – Subfamília Faboideae (*Camptosema* W.J.Hook & Arn.)

A família Fabaceae possui 650 gêneros e aproximadamente mais de 18.000 espécies com ampla distribuição geográfica. Esta família se divide em quatro

subfamílias Caesalpinioideae, Cercideae, Mimosoideae e Faboideae (ou Papilionoideae), estando o gênero *Camptosema* incluído nesta última subfamília (SOUZA; LORENZZI, 2005). *Camptosema* é um gênero neotropical composto por 10 espécies divididas entre trepadeiras e arbustos (QUEIROZ, 1999). A Subfamília Faboideae é a mais diversa e derivada, com aproximadamente 482 gêneros e 12.000 espécies (POLHILL, 1981). LIMA (2000) mencionou 2.100 espécies nativas no Brasil reunidas em 188 gêneros, distribuídos por diversos ecossistemas brasileiros, como Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e floresta Amazônica.

A família está presente na maioria dos ecossistemas naturais brasileiros estando incluída entre as mais representativas. Devido ao grande número de espécies, ampla distribuição e variedade de características interessantes dessas plantas, esta família tem sido bem estudada em vários países. Nas Américas, muitos trabalhos foram desenvolvidos e, entre as Fabaceae ornitófilas, o gênero *Erythrina* é o mais estudado (BAKER; BAKER, 1979; FEINSINGER et al. 1979; HERNÁNDEZ; TOLEDO, 1979; BRUNEAU, 1997; GALLETTO et al. 2000; COTTON, 2001).

No Brasil, muitos trabalhos, abrangendo vários biomas, foram desenvolvidos sobre biologia floral, polinização e sistema reprodutivo sobre a família Fabaceae tais como os de LOPES & MACHADO (1996) com *Swartzia pickelii*; GIBBS & SASSAKI (1998), que estudaram a biologia reprodutiva e o sucesso na formação de frutos de *Dalbergia miscolobium* no Cerrado do estado de São Paulo; CRESTANA & KAGEYAMA (1989) e OLIVEIRA & FREITAS (2002), que abordaram, respectivamente, a biologia da polinização e a reprodução de *Copaifera langsdorffii*; CARVALHO & OLIVEIRA (2003), que estudaram a biologia floral, sistema reprodutivo e de polinização de *Senna sylvestris* sendo esta uma espécie autoincompatível; e AGOSTINI et al. (2006), que descreveram o mecanismo explosivo em flores de *Mucuna* por aves ao forragear néctar ou larvas de mariposa. Abordando aspectos sobre a biologia reprodutiva e polinização de algumas espécies de Leguminosae na caatinga podemos citar LEWIS & GIBBS (1999) com *Caesalpinia calycina* e *C. pluviosa* na Bahia; e MACHADO et al. (2006), que estudaram o sistema sexual de plantas e fizeram uma revisão do sistema reprodutivo de 147 espécies de Caatinga, das quais 29 pertencem a família Fabaceae.

Dentro do gênero *Camptosema* nenhum estudo sobre biologia reprodutiva e floral foi desenvolvido, sendo algumas espécies citadas como ornitófilas em trabalhos

envolvendo comunidades vegetais e ornitofilia (SAZIMA et al. 1996; BUZATO et al. 2000; ARAÚJO; SAZIMA, 2003; MACHADO et al. 2007).

Família Malvaceae – Subfamília Sterculioideae (*Helicteres* L.)

Segundo o APG II, a família Sterculiaceae é considerada atualmente como uma sub-família (Sterculioideae) de Malvaceae, e não uma família independente como na classificação tradicional (SOUZA; LORENZZI, 2005). As plantas da família Malvaceae variam de herbáceas a árvores, com flores geralmente vistosas e coloridas, embora freqüentemente pequenas. Os frutos são normalmente folículos ou cápsulas, que se abrem na maturação revelando sementes nuas. A Família apresenta distribuição predominantemente pantropical, com cerca de 250 gêneros e 4200 espécies. No Brasil ocorrem ca. 80 gêneros e 400 espécies (SOUZA; LORENZZI, 2005). O gênero *Helicteres* L. é o único constituinte da tribo Helicterae, sendo caracterizado por apresentar espécies nas quais o ovário e os estames estão localizados na extremidade de um longo androginóforo (BARROSO, 1978; JOLY, 1991).

Representantes da sub-família Sterculioideae apresentam polinização predominantemente por insetos, porém no gênero *Helicteres* os principais polinizadores são aves e mariposas (KNUTH, 1904), embora seja conhecida a polinização por morcegos em *Helicteres ovata* (SAZIMA; SAZIMA, 1988). SANTHARAM (1996) estudou o comportamento e padrão de visita de 20 espécies de visitantes em *Helicteres isora* das quais 11 eram aves, oito borboletas e um mamífero. Em 1999, FRANCESCHINELLI & KESSELI estudaram a estrutura populacional e flutuação gênica de *Helicteres brevispira*. Além disso, em 2000, BAWA & FRANCESCHINELLI demonstraram o efeito dos fatores ecológicos no sistema reprodutivo dessa mesma espécie no Sudeste do Brasil. No mesmo ano, ATLURI et al. (2000) estudaram a ecologia da polinização de *Helicteres isora*. Em 2002, CARA, em sua dissertação, pesquisou sobre o efeito da oferta de flores e da produção de néctar de *Helicteres guazumaefolia* na freqüência de visita dos polinizadores, no Pantanal, Mato Grosso do Sul. Em 2005, FRANCESCHINELLI, trabalhou com as diferenças nos mecanismos na deposição de pólen de duas espécies de *Helicteres* em seus polinizadores e verificaram que o local de deposição do pólen influencia no sucesso reprodutivo das espécies. FRANCESCHINELLI & BAWA (2005), estudaram o efeito pós-fogo na taxa de cruzamento de *Helicteres sacarolha*. Eles observaram que a taxa de

cruzamento aumentou após a ocorrência do fogo e que as plantas floresceram mais vigorosamente aumentando o número de flores, embora alguns indivíduos tivessem morrido.

Dentro da subfamília Sterculioideae há uma grande variação no sistema reprodutivo, ocorrendo auto-incompatibilidade com heterostilia em *Melochia* (MARTIN, 1973; MACHADO et al. 2006), auto-incompatibilidade em *Herrenai* (FRYXELL, 1957), *Cola nitida* (JACOB, 1973) e *Sterculia chicha* (TARODA; GIBBS, 1982), além de variações dentro da mesma espécie como ocorre em *Theobroma cacao*, cujas populações naturais apresentam auto-incompatibilidade (KNIGHT; ROGERS, 1955; COPE, 1962) e em populações cultivadas os indivíduos são autocompatíveis (WARREN et al. 1995); e autocompatibilidade em *Helicteres ovata* (SAZIMA; SAZIMA, 1988), *H. isora* (ATLURI et al. 2000), *H. guazumaefolia* (CARA, 2002), *H. brevispira* e *H. sacarolha* (FRANCESCHINELLI, 2005) (Tabela 1).

Tabela 1. Espécie de *Helicteres* L. estudadas, com seus polinizadores, local de deposição dos grãos de pólen nos animais e sistema reprodutivo. AC = autocompatível.

Espécies	Polinizador	Deposição de pólen	Sist. Rep.	Referência
<i>Helicteres brevispira</i> A. St. Hil.	<u>Beija-flores – Trochilidae</u>			
	<u>Phaethornithinae</u>			
	<i>Phaethornis pretrei</i>			
	<u>Trochilinae</u>	Cauda e abdômen	AC	Franceschinelli 2005
	<i>Amazilia lactea</i>			
	<i>Chlorostilbon aureoventris</i>			
<i>Helicteres guazumaefolia</i> H.B.K.	<u>Melanotrochilus fuscus</u>			
	<u>Thalurania furcata</u>			
	<u>Beija-flores – Trochilidae</u>			
	<u>Phaethornithinae</u>			
	<i>Phaethornis eurynome</i>			
	<i>Phaethornis</i> sp.			
	<u>Trochilinae</u>			
	<i>Amazilia fibriata</i>			
	<i>Amazilia versicolor</i>	Testa	AC	Cara 2002
	<i>Campylopterus macrourus</i>			
	<i>Chlorostilbon aureoventris</i>			
<i>Hylocharis chrysur</i>				
<i>Hylocharis cyanus</i>				
<i>Melanotrochilus fuscus</i>				
<i>Polytmus guainumbi</i>				
<i>Thalurania furcata</i>				
<i>Helicteres isora</i> Linn.	<u>Abelhas</u>			
	<u>Apidae</u>			
	<i>Amegilla</i> sp.			Atluri <i>et al.</i> 2000*
	<i>Ceratina</i> sp.*	-	AC	Santharam 1996
	<i>Trigona</i> sp.*			
	<u>Halictidae</u>			
<i>Pseudapis</i> sp.*				

	<u>Pássaro</u>			
	<u>Dicruridae</u>	Bico e Testa		
	<i>Dicrurus leucophaeus</i>			
	<i>Dicrurus caerulescens</i>			
	<u>Irenidea</u>			
	<i>Chloropsis aurifrons</i>			
<i>Helicteres isora</i> Linn.	<u>Sturnidae</u>		AC	Atluri <i>et al.</i> 2000*
	<i>Acridotheres tristis</i> *			Santharam 1996
	<u>Timaliidae</u>			
	<i>Alcippe poioicephala</i> *			
	<i>Turdoides striatus</i>			
	<u>Morcego</u>			
<i>Helicteres ovata</i> Lam.	<u>Phyllostomidae</u>	Corpo e asas	AC	Sazima & Sazima 1988
	<i>Glossophaga soricina</i>			
	<u>Beija-flores – Trochilidae</u>			
	<u>Trochilinae</u>			
<i>Helicteres sacarolha</i> A. St. Hil.	<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	Cabeça	AC	Franceschinelli 2005
	<i>Hylocharis chrysura</i>			
	<i>Colibri serrirostris</i>			

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.R.M.; VIEIRA, M.F. Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, sudeste brasileiro. **Lundiana**, v. 5, p. 129-134, 2004.
- AGOSTINI, K.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Bird pollination of explosive flowers while foraging for nectar and caterpillars. **Biotropica**, v. 38, p. 674-678, 2006.
- ARAÚJO, A.C.; SAZIMA, M. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “Capões” of the Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Flora**, v. 198, p. 427-435, 2003.
- ARIZMENDI, M. DEL C.; ORNELAS, J.F. Hummingbirds and their floral resources in a Tropical Dry Forest in Mexico. **Biotropica**, v. 22, p. 172-180, 1990.
- ATLURI, J.B.; RAO, S.P.; SUBBA, C.R. Pollination ecology of *Helicteres isora* Linn. (Sterculiaceae). **Current Science**, v. 78, p. 713-719, 2000.
- BARROSO, G.M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Vol. 1. Imprensa Universitária, Viçosa, 1978.
- BAKER, I.; BAKER, H.G. Chemical constituents of the nectars of two *Erythrina* species and their hybrid. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p. 446-450. 1979.
- BAWA, K.S. Plant-Pollinator Interactions in the Tropical Rain Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p. 399-422, 1990.
- BAWA, K.S.; FRANCESCHINELLI, E.V. The effect of ecological factors on the mating system of a South American shrub species (*Helicteres brevispira*). **Heredity**, v. 84, p. 116-123, 2000.
- BITTENCOURT JR., N.S.; SEMIR, J. Pollination Biology and Breeding System of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 247, p. 241-254, 2004.
- BRUNEAU, A. Evolution and homology of birds pollination syndromes in *Erythrina* (Leguminosae). **American Journal of Botany**, v. 84, p. 54-71, 1997.
- BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Hummingbird-pollinated flora at three Atlantic Forest Sites. **Biotropica**, v. 32, p. 824-841, 2000.
- CANELA, M.B.F.; SAZIMA, M. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent Bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in South-eastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 92, p. 731-737, 2003.

- CARA, P.A.A. **Efeito da oferta de flores e da produção de néctar na frequência de visitas de beija-flores em *Helicteres guazumaefolia* H.B.K. (Sterculiaceae), no Mato Grosso do Sul.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2002.
- CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) I. & B. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 319-328, 2003.
- CASTELLANOS, M.C.; WILSON, P.; THOMSON, J.D. ‘Anti-bee’ and ‘pro-bird’ changes during the evolution of hummingbird pollination in *Penstemon* flowers. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 17, p. 876-885, 2004.
- COELHO, C.P.; BARBOSA, A.A.A. Biologia Reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 403-413, 2003.
- COELHO, C.P.; BARBOSA, A.A.A. Biologia Reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) em Mata de Galeria. **Acta Botânica Brasília**, v. 18, p. 481-489, 2004.
- COLAÇO, M.A.S.; FONSECA, R.B.S.; LAMBERT, S.M.; COSTA, C.B.N.; MACHADO, C.G.; BORBA, E.L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederro e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada da Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 239-249, 2006.
- COPE, F.W. The mechanism of pollen incompatibility in *Theobroma cacao* L. **Heredity**, v. 19, p. 157-182, 1962.
- COTTON, P.A. The behavior and interactions of birds visiting *Erythrina fusca* flowers in the Colombia Amazon. **Biotropica**, v. 33, p. 662-669, 2001.
- CRESTANA, C.S.M.; KAGEYAMA, P.Y. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae – Caesalpinioideae), o “óleo-de-copaiba”. **Revista do Instituto Florestal**, v. 1, p. 201-214, 1989.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3rd edition. Pergamon Press. Oxford, England, 1979.
- FEINSINGER, P.; LINHART, Y.B.; SWARM, L.A.; WOLFE, J.A. Aspects of the pollination biology of three *Erythrina* species on Tinidad and Tobago. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p. 451-471, 1979.

- FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R.; THOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.
- FRANCESCHINELLI, E.V.; KESSELI, R. Population structure and gene flow on the Brazilian shrub *Helicteres brevispira*. **Heredity**, v. 82, p. 355-364, 1999.
- FRANCESCHINELLI, E.V. The pollination biology of two species of *Helicteres* (Malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. **Flora**, v. 200, p. 65-73, 2005.
- FRANCESCHINELLI, E.V.; BAWA, K.S. The post-fire effects on the outcrossing rate of a Brazilian savannah shrub, *Helicteres sacarolha* A.St.-Hil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 163-167, 2005.
- FREITAS, L.; SAZIMA, M. Nectar feature in *Esterhazyia macrodonta*, a hummingbird-pollinated Scrophulariaceae in Southeastern Brazil. **Journal of Plant Research**, v. 114, p. 187-191, 2001.
- FREITAS, L.; GALETTO, L.; SAZIMA, M. Pollination by hummingbirds and bees in eight syntopic species and a putative hybrid of Ericaceae in Southeastern Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 258, p. 49-61, 2006.
- FRYXELL, P.A. Mode of reproduction of higher plants. **Botanical Review**, v. 23, p. 135-233, 1957.
- GALETTO, L.; BERNARDELLO, G.; ISELE, I.C.; VESPRINI, J.; SPERONI, G.; BERDUC, A. Reproductive Biology of *Erythrina crista-galli* (Fabaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 87, p. 127-145, 2000.
- GIBBS, P.; SASSAKI, R. Reproductive Biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae-Papilionoideae) in SE Brazil: The Effects of Pistillate Sorting on Fruit-set. **Annals of Botany**, v. 81, p. 735-740, 1998.
- GIL, P.R. **Wilderness: earth's last wild places**. CEMEX, S. A., Cidade do México. 2002.
- GRANT, V. Historical development of Ornithophily in the Western North American Flora. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 91, p. 10407- 10411, 1994.
- HERNÁNDEZ, H.M.; TOLEDO, V.M. The role of nectar robbers and pollinators in the reproductive of *Erythrina leptorhiza*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, p. 512-521, 1979.

- JACOB, V.J. Self-incompatibility mechanism in *Cola nitida*. **Incompatibility Newsletter**, v. 3, p. 60-61, 1973.
- JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 10 ed. Editora Nacional, São Paulo, 1991.
- KNIGHT, R.; ROGERS, H.H. Incompatibility in *Theobroma cacao*. **Heredity**, v. 9, p. 69-77, 1955.
- KNUTH, P. Handbuch der Blütenbiologie. III, 1, 570p. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig. 1904.
- LEAL, F.C.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 379-389, 2006.
- LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- LEITE, A.V.; MACHADO, I.C. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 221-231, 2007.
- LEWIS, G.P.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of NE Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 217, p. 43-53, 1999.
- LIMA, H.C. **Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica: uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. Comparative study of the floral biology in two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. **Bradleya**, v. 17, p. 75-85, 1999.
- LOPES, A.V.F. **Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica Pernambucana, Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Biologia Floral de *Swartzia pickelii* (Leguminosae - Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 19, p. 17-24, 1996.

- MACHADO, C.G.; SEMIR, J. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área de Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 163-174, 2006.
- MACHADO, C.G.; COELHO, A.G.; SANTANA, C.S.; RODRIGUES, M. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestres da Chapada da Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, p. 215-227, 2007.
- MACHADO, I.C.; SAZIMA, M. Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 18, p. 27-33, 1995.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V.F. A polinização biótica e seus mecanismos na Reserva Ecológica de Dois Irmãos In: **Reserva Ecológica de Dois Irmãos: Estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife-Pernambuco-Brasil)**. Ed. Universitária da UFPE. Recife-PE, 1998, p. 173-186.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistema de polinização e sexuais em caatinga. Pp. 515-563. In: I.R. LEAL; M. TABARELLI; J.M.C. SILVA (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany**, v. 94, p. 365-376, 2004.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V.; SAZIMA, M. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, v. 97, p. 277-287, 2006.
- MARTIN, F.W. Distyly, self-incompatibility, and evolution in *Melochia*. **Evolution**, v. 21, p. 493-499, 1973.
- MENDONÇA, L.B.; ANJOS, L. Beija-flores (Aves, Trochilidae) e seus recursos florais em uma área urbana no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 51-59, 2005.
- MENDONÇA, L.B.; ANJOS, L. Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 42-49, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Fundação Internacional do Brasil – Fundação Biodiversitas, EMBRAPA Semi-Árido, 2002.

- OLIVEIRA, P.E.; FREITAS, C.V. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 311-321, 2002.
- POLHILL, R.M. Papilionoideae. In: R.M. POLHILL; P.H. RAVEN (eds.) **Advances in Legume Systematics I**. Royal Botanic Gardens, Kew, 1981, p.191-208.
- PRADO, D.E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003, p. 3-73.
- QUEIROZ, L.P. **Sistemática e filogenia do gênero *Camptosema* W.J.Hook & Arn. (Leguminosae: Papilionoideae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- QUIRINO, Z.G.M.; MACHADO, I.C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 181-193, 2001.
- SANTHARAM, V. Visitation patterns of birds and butterflies at a *Helicteres isora* Linn. (Sterculiaceae) clump. **Current Science**, v. 70, p. 316-319, 1996.
- SANTOS, M.J.L. **Polinização por beija-flores no Parque Nacional do Catimbau, Nordeste do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2005.
- SAZIMA, M.; MACHADO, I.C. Biologia Floral de *Mutisia coccinia* St. Hil. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 6, p. 103-108, 1983.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. *Helicteres ovata* (Sterculiaceae), pollinated by bats in southeastern Brazil. **Botanica Acta**, v. 101, p. 269-271, 1988.
- SAZIMA, I.; BUZATO, S.; SAZIMA, M. An assemblage of hummingbirds-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. **Botanica Acta**, v. 109, p. 149-160, 1996.
- SILVA, J.M.C.; SOUZA, M.A.; BIEBER, A.G.D.; CARLOS, C.J. Aves da caatinga: *Status*, uso do habitat e sensibilidade. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003, p 237-273.
- SIQUEIRA FILHO, J.A.; MACHADO, I.C. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescentes da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, p. 427-443, 2001.

- SIQUEIRA FILHO, J.A.; MACHADO, I.C. Síndromes de polinização de uma comunidade de Bromeliaceae e biologia floral de *Vriesea psittacina* (Hooker) Lindley (Bromeliaceae) em Brejo dos Cavalos, Caruaru, Pernambuco. In: PORTO, K.; CABRAL, I.; TABARELLI, M. (Org.) **Brejo de Altitude: História Natural, Ecologia e Conservação**. 1 ed. Brasília, 2004, p. 277-284.
- SIQUEIRA FILHO, J.A.; MACHADO, I.C. Floração e polinização das bromélias da Mata Atlântica nordestina. In: SIQUEIRA FILHO, J.A.; LEME, E.M.C. (Eds.) **Fragmentos de Mata Atlântica no Nordeste: biodiversidade, conservação e suas bromélias**. Rio de Janeiro, 2006, p. 158-189.
- SNOW, D.W.; SNOW, B.K. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)**, v. 38, p. 105-139, 1980.
- SNOW, D.W.; TEIXEIRA, D.L. Hummingbirds and their flowers in the coastal mountains of southeastern Brazil. **Journal of Ornithology**, v. 123, p. 446-450, 1982.
- SOUZA, V.C.; LORENZZI, H. **Botânica Sistemática**. Instituto Plantarum. Nova Odessa, São Paulo, 2005.
- STILES, F.G. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 68, p. 323-351, 1981.
- STEBBINS, G.L. Adaptative radiation of reproductive characteristics in Angiosperms, I: Pollination Mechanisms. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 1, p. 307-326, 1970.
- TARODA, N.; GIBBS, P.E. Floral biology and breeding system of *Sterculia chicha* Hill. (Sterculiaceae). **New Phytologist**, v. 90, p. 735-743, 1982.
- TEMELES, E.J.; LINHART, Y.B.; MASONJONES, M.; MASONJONES, H.D. The Role of Flowers Width in Hummingbirds Bill Length-Flower Length Relationships. **Biotropica**, v. 34, p. 68-80, 2002.
- VASCONCELOS, M.F.; LOMBARDI, J.A. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante o meio do verão no Parque Estadual da Pedra Azul, Espírito Santo. **Melopsittacus**, v. 3, p. 36-41, 2000.
- WARREN, J.M.; KALAI; MISIR, S. An unnatural breeding system polymorphism in cacao (*Theobroma cacao*, Sterculiaceae) in Trinidad. **American Journal of Botany**, v. 82, p. 1126-1130, 1995.

**4 FENOLOGIA, BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE
Camptosema pedicellatum BENTH. (FABACEAE), UMA ESPÉCIE ORNITÓFILA
NO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU, BUÍQUE/PE**

(Manuscrito a ser enviado ao periódico Acta Botanica Brasilica)

Fenologia, biologia floral e sistema reprodutivo de *Camptosema pedicellatum* Benth. (Fabaceae), uma espécie ornitófila no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE¹

Kelaine de Miranda Demetrio^{2,4} e Isabel Cristina Machado^{3,4}

RESUMO – (Fenologia, biologia floral e sistema reprodutivo de *Camptosema pedicellatum* Benth. (Fabaceae), uma espécie ornitófila no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE). *Camptosema pedicellatum* é uma espécie ornitófila pertencente à família Fabaceae, a mais representativa na Caatinga em número de espécies. Neste trabalho foram analisadas a fenologia, biologia floral e o sistema reprodutivo de *C. pedicellatum* no PARNA Catimbau de maio de 2006 a outubro de 2007. A floração ocorreu no final da estação chuvosa e início da seca, com pico no mês de agosto. As flores são tubulares e vermelhas, com antese durando três dias, sendo o néctar o principal atrativo floral. *Camptosema pedicellatum* apresenta, em média, 53,4µl de néctar com concentração de 44%. A viabilidade polínica é de 95,81%, com aproximadamente 81.000 grãos de pólen por flor, sendo a razão P/O 9.975. Os principais visitantes de *C. pedicellatum* foram os beija-flores *Amazilia* sp., *Chlorostilbon lucidus* e *Eupetomena macroura* (Trochilinae), *Anopetia gounellei* e *Phaethornis pretrei* (Phaethornitinae), sendo *C. lucidus* (94,17%) o beija-flor mais freqüente, se comportando ora como polinizador ora como pilhador. *Camptosema pedicellatum* é uma espécie auto-incompatível, apresentando sucesso reprodutivo de 22,5% em polinização cruzada manual. Naturalmente são formados 2% de frutos. Embora a espécie possua estratégias de reprodução assexuada, a manutenção da variabilidade genética na população depende da baixa eficiência dos seus polinizadores, demonstrando que essa interação biológica, embora pouco eficiente, tem relevante papel para conservação da espécie.

Palavras Chave – Caatinga; *Camptosema*; Ornitofilia

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira Autora. Bolsista CAPES.

² Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 50372-970, Recife, PE, Brasil.

³ Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, 50372-970, Recife, PE, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: kelainemd@yahoo.com.br

ABSTRACT – (Phenology, floral biology and breeding system of *Camptosema pedicellatum* Benth. (Fabaceae), an ornitophylous species at the Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE). *Camptosema pedicellatum* is an ornitophylous species of Fabaceae, the most representative family in the Caatinga in terms of number of species. In this paper, the phenology, floral biology and breeding system of *C. pedicellatum* were analyzed in the PARNA Catimbau from May of 2006 to October of 2007. The flowering occurred at the end of the rainy season and beginning of dry season, with its peak in August. The flowers are tube-shaped and red, its anthesis lasts three days, and the nectar is the main flower attraction. *Camptosema pedicellatum* presents an average of 53.4µl of nectar per flower with 44% of sugar concentration. Pollen viability is about 95.81%, with nearly 81,000 pollen grains per flower, and the P/O ratio is 9,975. The main visitors of *C. pedicellatum* were the hummingbirds *Amazilia* sp., *Chlorostilbon lucidus*, *Eupetomena macroura*, *Anopetia gounellei* and *Phaethornis pretrei*. *Chlorostilbon lucidus* (94.17%) was the most frequent, behaving sometimes as a pollinator and some times as a robber. *Camptosema pedicellatum* is a self-incompatible species, presenting breeding success of 22.5% at manual-cross pollination. Although *B. pedicellata* has strategies of asexual reproduction, the maintenance of genetic variability in the population depends on the low efficiency of their pollinators, demonstrating that this biological interaction, although not very efficient, has a relevant role for the species conservation.

Key words – Caatinga, *Camptosema* and ornitophily

INTRODUÇÃO

A família Fabaceae possui 650 gêneros e aproximadamente mais de 18.000 espécies com ampla distribuição geográfica (Souza & Lorenzzi 2005), sendo a família mais representativa na Caatinga em número de espécies (Sampaio 1995). Está dividida em quatro subfamílias Caesalpinioideae, Cercideae, Mimosoideae e Faboideae (ou Papilionoideae), estando o gênero *Camptosema* W.J. Hook incluído nesta última subfamília (Souza & Lorenzzi 2005), que é a mais diversa e derivada, com aproximadamente 482 gêneros e 12.000 espécies (Polhill 1981).

Camptosema é um gênero neotropical composto por 10 espécies divididas entre trepadeiras e arbustos (Queiroz 1999). Os atributos florais de suas espécies caracterizam o gênero como pertencente ao grupo das plantas ornitófilas (*sensu* Faegri & van der Pijl 1979; Endress 1994). A morfologia floral, assim como atributos florais como cor, forma, odores, presença ou não de recompensas pode restringir ou orientar a acessibilidade do visitante aos recursos florais caracterizando uma síndrome de polinização (Faegri & Pijl 1979; Endress 1994, Proctor *et al.* 1996).

A ornitofilia, polinização por aves, apresenta antese diurna, corola tubulosa de cor vermelha e presença de néctar entre outras características, sendo os beija-flores (Trochilidae) o maior grupo de polinizadores vertebrados de plantas tropicais, com cerca de 320 espécies de plantas conhecidas como ornitófilas (Sazima *et al.* 1996). Dentre as Fabaceae ornitófilas, o gênero *Erythrina* é o mais estudado (Baker & Baker 1979; Feinsinger *et al.* 1979; Hernández & Toledo 1979; Bruneau 1997; Galletto *et al.* 2000; Cotton 2001). Até o momento nenhum estudo envolvendo a dinâmica reprodutiva foi realizado com representantes de *Camptosema*.

Este estudo apresenta informações sobre fenologia, biologia floral e sistema reprodutivo de *Camptosema pedicellatum*, ressaltando a importância de seus visitantes florais para a reprodução da espécie no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo – O estudo de campo foi realizado no Parque Nacional do Catimbau (08°36'S e 37°15'W), localizado na região central do estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios do Ibimirim, Tupanatinga e Buíque (Fig. 1). A área compreende um poligonal de 611 km², somando aproximadamente 62.300 hectares. O clima predominante na região é o semi-árido na zona de transição entre o agreste e o sertão, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média de 300 a 500 mm anuais.

O período de menor pluviosidade vai de setembro a janeiro, sendo outubro o mês mais seco. A área caracteriza-se pela presença de grandes serras areníticas, com altitude variando entre 600 a 1000 metros. A vegetação encontrada na área do Catimbau é um mosaico vegetacional apresentando grande diversidade de espécies e de estrutura,

que em função das variações de relevo e microclima, apresenta, além de espécies típicas da Caatinga, espécies de Cerrado, de Campos Rupestres, de floresta Atlântica e de Restinga. Destaca-se a grande abundância de bromélias e cactos, bem como as palmeiras babaçu e buriti. Atualmente a unidade é considerada área núcleo da Reserva da Biosfera da Caatinga (*site* IBAMA).

Fenologia reprodutiva e biologia floral – A análise da fenologia da floração e da frutificação foi realizada no período de outubro de 2006 a setembro de 2007. Foram marcados 10 indivíduos arbustivos com distâncias variando de 10 a 100m, os quais foram acompanhados mensalmente, sendo quantificado diretamente o número total de botões, flores e frutos. As variáveis fenológicas de *Camptosema pedicellatum* foram determinadas a partir dos modelos de Gentry (1974) e Newstrom *et al.* (1994). O índice de sincronia fenológica dos indivíduos foi determinado seguindo os critérios de Bencker & Morellato (2002). Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos através do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir de pluviômetro e pluviógrafo instalados na área dos Amigos do Bem, no entorno do PARNA do Catimbau.

O número de flores por inflorescência foi quantificado em vinte inflorescências jovens de dez diferentes indivíduos. Estas inflorescências foram acompanhadas durante o desenvolvimento das flores para verificar o número de flores e de frutos por inflorescência e a localização do fruto na inflorescência, se na base, meio ou ápice.

A duração da antese foi monitorada em campo marcando-se botões em pré-antese de diferentes indivíduos e acompanhando seu desenvolvimento até a senescência floral. Para testar a receptividade estigmática, cinco flores de indivíduos diferentes foram coletadas a cada quatro horas, desde o início da antese até o momento de senescência, totalizando 45 flores. O gineceu dessas flores foi colocado em solução de permanganato de potássio (KMnO_4 0,25%) e, após dez minutos, verificado se o estigma estava corado (Robinson 1924).

O volume e a concentração do néctar foram medidos, em campo, em flores previamente ensacadas em fase de botão, com o auxílio de microsseringa de 10 μl (Microliter®) e refratômetro de bolso de 0-50% (Atago®), respectivamente. O néctar foi extraído de 45 flores (formando grupos de cinco) de 10 indivíduos em intervalos de quatro horas, no período entre 8:00 e 16:00h., desde o início da antese, durante três dias consecutivos.

Flores e botões de *C. pedicellatum* foram coletados e fixados em álcool 70% para posterior análise de suas estruturas em laboratório. As medidas das estruturas florais foram feitas em 20 flores de diferentes indivíduos com o auxílio de paquímetro. O número de grãos de pólen foi contado em cinco anteras de dez flores, sendo uma por indivíduo, utilizando-se câmara de Neubauer (Lopes & Machado, 1996; Maêda, 1985). Posteriormente, foi calculada a razão pólen-óvulo (P/O), seguindo a metodologia de Cruden (1977). A viabilidade polínica foi estimada a partir do método de coloração pelo carmim acético 2% (Radford *et al.* 1974), totalizando 1.000 grãos por lâmina de cinco anteras de dez flores.

Sistema Reprodutivo – Testes de polinização controlada foram realizados durante o período de floração, sendo marcados, e se necessário ensacados, um total de 230 botões de 50 indivíduos. Para a realização dos testes de autopolinização espontânea, foram marcados e ensacados 50 botões em pré-antese de diferentes indivíduos, com o intuito de verificar a formação de frutos sem qualquer manipulação. Para autopolinização manual foram marcados e ensacados 40 botões em pré-antese (no dia seguinte, quando as flores encontravam-se abertas, era colocado pólen da própria flor em seu estigma com auxílio de seringa).

Para o controle, foram marcados 100 botões em pré-antese de 50 indivíduos, os quais não foram ensacados, observando-se, assim, a formação natural de frutos, a fim de analisar a eficiência dos polinizadores (Sobrevila & Arroyo 1982). Para observar a formação de frutos através da polinização cruzada, 40 botões em pré-antese de indivíduos diferentes foram ensacados; no dia seguinte, quando as flores estavam abertas, foram colocados grãos de pólen de flores de outras populações no estigma dessas flores, ensacando-as novamente. Os botões e as flores, em todos os tratamentos, foram encobertos com sacos de Voil, com exceção das flores marcadas para formação natural de frutos (controle). Para análise do número de frutos formados entre os tratamentos foi utilizado o qui-quadrado. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do BioEstat 3.0 (Ayres *et al.* 2003). Para verificar a ocorrência de reprodução vegetativa, três indivíduos tiveram a parte subterrânea desenterrada.

Paralelamente, foi observado também crescimento de tubo polínico, sendo outros 50 botões em pré-antese ensacados. No dia posterior, já em antese, foi realizada autopolinização manual (n=25) e polinização cruzada (n=25). As flores (n=5, para cada tratamento) foram postas em uma solução de Agar e posteriormente colocadas em

FAA₇₀ no intervalo de 12, 24, 36, 48 e 72 horas após a realização das polinizações. Em laboratório, os pistilos destas flores foram corados com azul de anilina, segundo técnica de Martin (1959), e analisados sob microscópio de fluorescência para verificar a germinação dos grãos de pólen no estigma, crescimento no estilete e penetração nos óvulos.

Visitantes florais – Os visitantes florais e seus comportamentos foram analisados em campo através de observações diretas em plantas focais, complementadas com fotografias, totalizando 60 horas de observação, durante o pico de floração. Para registro dos visitantes foi utilizada máquina fotográfica acoplada a tripé. Os beija-flores foram identificados através de fotografias comparadas com literatura especializada disponível (Grantsau 1989; Sick 1997; Frisch & Frisch 2005). Os animais foram classificados em: 1) polinizador, quando havia o contato do mesmo com as partes reprodutivas das flores e/ou 2) pilhador, quando o visitante não contactava as partes reprodutivas. Com relação à frequência de visitas dos animais, estes foram classificados como: muito freqüente (> 10 visitas.horas⁻¹), freqüente (± 5 visitas.horas⁻¹) ou pouco freqüente (≤ 3 visitas.horas⁻¹).

Insetos pilhadores foram capturados com frascos de vidros, os quais continham papel de filtro embebido com acetato de etila. Os insetos coletados foram posteriormente enviados à especialistas para identificação, sendo depositados na coleção do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como espécimes testemunho.

O local de deposição de grãos de pólen nos visitantes foi verificado de acordo com o comportamento do mesmo ao visitar as flores. Exsicata de *Camptosema pedicellatum* foi depositada no Herbário-UFP, Departamento de Botânica da UFPE, como espécime-testemunho, sob o número 48.257.

RESULTADOS

Fenologia reprodutiva e biologia floral – A floração de *Camptosema pedicellatum* tem início no mês de julho estendendo-se até início de fevereiro, com pico de floração, no final da estação chuvosa e início da estação seca, sendo o mês de agosto o de maior intensidade floral (Fig. 2). O índice de sincronia entre os indivíduos foi de 75%. Poucos frutos foram formados durante o período de observação. Os frutos, do tipo legume, começaram a se desenvolver a partir de outubro podendo permanecer na planta mãe por

no máximo três meses, momento em que secavam e podiam dispersar as sementes por autocoria.

Camptosema pedicellatum apresenta inflorescências racemosas apicais e axiais (Fig. 8A) com média de 26,6 ($\pm 16,88$, n=10) inflorescências por indivíduo e 11,57 ($\pm 3,52$, n=10) flores por inflorescências. O número de flores abertas por dia, por inflorescência, variou de uma a três, acumulando com as flores abertas nos dias anteriores. A antese é diurna e tem duração de três dias, não havendo fechamento e reabertura, estando o estigma receptivo a partir do primeiro dia. As anteras tornam-se deiscentes no início da antese.

As flores de *Camptosema pedicellatum* são pentâmeras, com pétalas vermelhas, as quais formam um tubo. O ovário é súpero, unicarpelar e unilocular, possuindo em média 8,1 ($\pm 1,45$) óvulos (Tab. 1). O androceu é formado por 10 estames diadelfos, sendo nove fusionados pelo filete e um livre. O nectário é encontrado na base interna da corola, a qual forma uma câmara nectarífera (Fig. 7B e 9A), onde fica armazenado o néctar. *Camptosema pedicellatum* também possui nectários extraflorais na base do pedicelo de cada flor (Fig. 10A). *Camptosema pedicellatum* apresenta 95,81% de grãos de pólen viáveis e, em média, 81.000 grãos por flor, sendo a razão P/O de 9.974,77. As medidas das estruturas florais de *C. pedicellatum* encontram-se na tabela 1.

A taxa de produção de néctar apresentou-se crescente até às 12:00h do segundo dia, totalizando um volume médio de 53,4 μ l com 44% de solutos, mantendo-se estável até 8:00h do terceiro dia. A partir daí houve um decréscimo no volume e um aumento na concentração, que atingiu valores superiores a 50% (Fig. 3).

Sistema reprodutivo – *Camptosema pedicellatum* é auto-incompatível, formando frutos apenas por polinização cruzada, apresentando diferença significativa no número de frutos formados entre os outros tratamentos ($\chi^2 = 23,80$, gl= 3, p< 0,001). Apenas um fruto se desenvolveu nos tratamentos de autopolinização manual. A taxa de formação natural de frutos foi baixa, apenas 2%. Nos testes de xenogamia, o número de frutos formados (22,5%) variou de um a três, por inflorescência (Tab. 2). *Camptosema pedicellatum* possui reprodução vegetativa (Fig. 7D).

Na análise de crescimento de tubos polínicos, observou-se que na autopolinização manual houve germinação de grãos de pólen no estigma 12h após o tratamento, observando-se óvulos penetrados 24h após a polinização (Fig. 4).

Visitantes florais – Cinco espécies de beija-flores foram observadas visitando as flores de *C. pedicellatum*: *Amazilia* sp., *Chlorostilbon lucidus* (= *C. aureoventris*) (Swan, 1812), *Eupetomena macroura* (= *Campylopterus macrourus*) (Gmelin, 1788), *Anopetia gounellei* (Boucard, 1891) e *Phaethornis pretrei* (Lesson & Delattre, 1839), os três primeiros da sub-família Trochilinae e os dois últimos pertencentes a sub-família Phaethornitinae (Tab. 3). *Chlorostilbon lucidus* foi o beija-flor mais ativo em número de visitas quando comparado às outras espécies, responsável por 94,17% das visitas (Fig. 5B), sendo a fêmea (70,83%) mais representativa que o macho (23,34%) (Fig. 5A).

O horário de visita se estende ao longo do dia, com maior número de espécies visitantes pela manhã. Entre 5-6h, *C. lucidus* fazia vôo de reconhecimento próximo às flores, iniciando as visitas (Fig. 6) a partir das seis horas da manhã. Apenas nesse horário foram avistados também os beija-flores *A. gounellei* e *P. pretrei*, que sempre vocalizavam após as visitas. *Eupetomena macroura* visitou *C. pedicellatum* entre 7-8h, não aparecendo mais durante o restante do dia. *Amazilia* sp. realizou apenas uma rápida visita, em apenas três flores, não aparecendo mais durante todo o período de observação. Com exceção de *C. lucidus*, todos os beija-flores foram pouco frequentes, aparecendo apenas em um horário do dia, realizando três ou menos visitas. Durante as visitas, *A. gounellei*, *P. pretrei* e *E. macroura* contatavam as estruturas reprodutivas da flor ao introduzirem o bico dentro do tubo da corola. Não foi possível determinar o comportamento, se polinizador ou pilhador, de *Amazilia* sp. devido a rápida visita realizada.

Os machos de *C. lucidus* apresentaram comportamento territorialista, permanecendo sempre próximos às populações de *C. pedicellatum* e *Tacinga inamoena* (Cactaceae), apresentando alternância de visita entre essas duas espécies de plantas. Os machos mostraram-se agressivos, vocalizando ou atacando, durante as visitas de outros machos ou de beija-flores de outra espécie, como no caso da única visita de *Amazilia* sp.

As fêmeas de *C. lucidus* foram menos ariscas, podendo também atacar outros beija-flores durante suas visitas. As fêmeas apresentavam comportamento territorialista durante o início da manhã visitando as flores em intervalos de tempo que variavam de cinco a 10 minutos e “traplining” (estabelecendo uma rota de forrageamento) após às 9h., com intervalo de visitas variando de 30 minutos a uma hora. Tanto o macho quanto a fêmea de *C. lucidus* comportaram-se ora como polinizador, quando introduziam o bico no tubo da corola da flor, contatando as partes reprodutivas (Fig. 8B) e ora como

pilhador, quando tinham acesso ao recurso sem contatar as estruturas reprodutivas (Fig. 8C e D).

Geralmente, após as visitas dos beija-flores, a abertura da corola das flores aumentava e ficava coberta de grãos de pólen, exteriorizando algumas vezes o estigma. Os grãos de pólen de *C. pedicellatum* foram depositados no bico de todas as cinco espécies visitantes, sendo na base dos beija-flores de bico mais curto, como *C. lucidus*, ou no meio do bico para os que possuem bico mais longo, como os Phaethornitinae.

Além dos beija-flores, foram também registrados nas flores de *C. pedicellatum*, abelhas *Trigona spinipes* Fabricius (Apidae), as quais pilhavam as flores, comportando-se, na maioria das vezes, como herbívoras, comendo as peças florais e inviabilizando sua função reprodutiva. Essas abelhas danificavam principalmente as pétalas, o gineceu e as sépalas na altura do nectário (Fig. 8E e F). Formigas de diferentes espécies como *Dorymyrmex thoracicus* Gallardo, *Camponotus blandus* Smith, *Cephalotes* sp. e *Pseudomyrmex* sp., foram vistas nas flores de *C. pedicellatum*, mas nunca desempenhando função de polinizadoras, uma vez que permaneciam nos nectários extraflorais (NEFs) presentes no pedicelo das flores (Fig. 10).

DISCUSSÃO

Fenologia reprodutiva e biologia floral – *Camptosema pedicellatum* apresentou padrão de floração do tipo “steady state” segundo classificações de Gentry (1974). De acordo com este padrão a planta produz poucas flores por dia, podendo abrir até 10 flores por indivíduo durante um extenso período (um mês ou mais). A floração de *C. pedicellatum* também pode ser classificada como anual segundo Newstrom *et al.* (1994), pois apresentou apenas um ciclo no período de um ano. Estes padrões fenológicos têm sido encontrados em outras famílias de Angiospermas (Siqueira Filho & Machado 2001; Buzato 1995; Sazima & Sazima 1990), embora não seja o único padrão encontrado em Fabaceae, como é o caso de *Erythrina crista-galli* L., que apresentou padrão sub-anual (Galletto *et al.* 2000). Os indivíduos apresentaram alta sincronia (>60%) de acordo com os critérios de Bencker & Morellato (2002). A alta sincronia entre os indivíduos pode favorecer a localização visual da planta pelos polinizadores, além de favorecer a polinização cruzada, uma vez que há ocorrência de um maior número de flores de diferentes indivíduos ao mesmo tempo. Segundo Feinsinger & Colwell (1978), espécies que oferecem poucas flores por dia favorecem o comportamento “traplining” nos beija-

flores, sendo observado pelos beija-flores visitantes de *C. pedicellatum*. Além disso, uma espécie que apresenta longo período de floração representa uma importante fonte alimentar para manutenção das espécies nectaríferas, sobretudo em áreas de Caatinga, onde podem ocorrer períodos de escassez de recursos, devido à menor frequência de floração de espécies ornitófilas (Machado & Sazima 1995; Machado & Lopes 2004; Santos *et al.* 2005; Leal *et al.* 2006).

A sazonalidade é um evento marcante e bastante comum na fenofase reprodutiva das espécies de Caatinga (Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa *et al.* 2003), sendo influenciada principalmente pela precipitação (Machado *et al.* 1997). A floração e frutificação de *C. pedicellatum* ocorreram durante a estação seca, corroborando com Borchert (1996), que descreveu os mecanismos estruturais e fisiológicos para espécies de floresta neotropicais secas que florescem na estação seca. Além disso, a época de floração e frutificação pode ser influenciada pelo período de germinação das sementes, já que muitas plantas apresentam dormência das sementes, particularmente em ambientes com déficit hídrico (Primack 1987). No Parque Nacional do Catimbau 73% das espécies ornitófilas florescem e/ou têm pico de floração durante a estação seca (Santos 2005).

As flores de *Camptosema pedicellatum* apresentam características florais relacionadas à síndrome floral de ornitofilia, tais como antese diurna, corola tubulosa de cor vermelha, grande distância entre as estruturas sexuais e a câmara nectarífera e ausência de odor (Faegri & Pijl 1979; Endress 1994, Proctor *et al.* 1996). A permanência das flores na inflorescência de *C. pedicellatum* após o período de antese pode estar relacionada ao aumento da atração visual pelos polinizadores, uma vez que o padrão de floração pode estar relacionado ou influenciar a longevidade floral (Primack 1985).

A concentração de açúcares no néctar de *C. pedicellatum* (27-48%) está fora da faixa de variação proposta por Baker (1975) para flores visitadas por beija-flores (13-30%), esta alta concentração do néctar em *C. pedicellatum* pode estar relacionada ao fato da ornitofilia ser uma característica derivada da melitofilia no gênero *Camptosema*, mantendo a característica ancestral (Queiroz 1999). Além disso, a taxa de concentração de *C. pedicellatum* também está acima do esperado para a guilda de espécies ornitófilas do PARNA Catimbau (22,8 %) (Santos 2005).

Os dados de produção de néctar de *C. pedicellatum* sugerem que há uma produção contínua até o segundo dia e após este momento há evaporação do néctar,

tornando-o mais concentrado (> 50%), o que pode ser devido ao clima seco e quente da região.

Sistema reprodutivo – *Camptosema pedicellatum* formou fruto apenas por polinização cruzada, sendo desta forma uma espécie auto-incompatível. A presença de tubos polínicos nos óvulos no tratamento de autopolinização manual pode indicar que *C. pedicellatum* apresenta um sistema de auto-incompatibilidade de ação tardia (LSI) (Seavey & Bawa 1986), fato este já observado em outras espécies de Fabaceae como *Dalbergia miscolobium* (Gibbs & Sasaki 1998) e *Hymenaea stignocarpa* (Gibbs *et al.* 1999).

A baixa formação natural de frutos (2%) pode estar relacionada à baixa eficiência do polinizador uma vez que o principal visitante, *C. lucidus*, se comporta ora como polinizador ora como pilhador. Além disso, o comportamento territorial de *C. lucidus* pode manter os grãos de pólen restritos as mesmas flores que este visita, diminuindo assim, a variabilidade genética e o fluxo gênico entre as populações (Stiles 1975; Franceschinelli & Bawa 2000).

O local mais comum de deposição de pólen nos beija-flores é geralmente na frente, garganta ou bico (Faegri & van der Pijl 1979). O fato do macho de *C. lucidus* ser territorialista e visitar alternativamente duas espécies diferentes (*C. pedicellatum* e *T. inamoena*) pode diminuir ainda mais o sucesso reprodutivo de *C. pedicellatum*, uma vez que o provável local de deposição de grãos de pólen de *T. inamoena* também é no bico do beija-flor, similar à *Opuntia palmadora* (= *Tarcinga palmadora*) (Locatelli & Machado 1999), causando desperdício e dificultando o transporte dos grãos de pólen.

A reprodução vegetativa pode compensar essa baixa taxa de reprodução sexuada, mantendo o número de indivíduos nas populações, mas não compensa a perda de variabilidade genética. Embora a espécie possua estratégias de reprodução assexuada, a manutenção da variabilidade genética na população depende da baixa eficiência dos seus polinizadores, demonstrando que essa interação biológica, embora pouco eficiente, tem relevante papel para conservação da espécie.

Trochilinae x Phaethornitinae como polinizadores – Os beija-flores constituem o grupo de polinizadores vertebrados mais importante nos neotrópicos (Bawa 1990), sendo estimado um total de 28 espécies no ecossistema Caatinga (Silva *et al.* 2003), com

apenas uma espécie endêmica, *Anopetia gounellei* (Grantsau 1989), um dos visitantes de *C. pedicellatum*.

Das cinco espécies de beija-flores visitantes as flores de *Camptosema pedicellatum*, todas foram consideradas como polinizadores. As flores de *C. pedicellatum* se enquadram, segundo classificação de Feinsinger *et al.* (1987) e Buzato *et al.* (2000), como flores de corola longa (comprimento de corola > 25mm), sendo polinizadas por beija-flores classificados como de bico longo (cúlmen externo ≥ 28 mm) (Feinsinger *et al.* 1987).

Chlorostilbon lucidus foi considerado o principal polinizador devido a sua alta frequência, embora atuasse como pilhador durante algumas visitas, provavelmente devido ao curto comprimento do bico (20 mm) em relação ao tubo da corola (34,66mm) (Fig. 9B), dificultando o acesso ao néctar. Os demais beija-flores foram considerados polinizadores secundários em virtude da baixa frequência de visitas, embora apresentem bico de tamanho condizente com o comprimento da corola, como *Phaethornis pretrei* (35 mm) (Fig. 9E).

No geral os Trochilinae incluem espécies com ampla variedade de tipos de bico, são generalistas apresentando comportamento territorial ou “trapliner” de curta distância e preferem flores com tubo de corola curto e que formam agrupamentos densos (Feinsinger & Colwell 1978; Stiles 1981; Stiles & Freeman 1993); em contra partida, os Phaethornitinae são beija-flores que geralmente possuem bico longo e curvado e visitam flores com características ligadas ao grupo, como corola longa e levemente curvada (Kay & Schemske 2003). A associação entre os beija-flores e suas flores é influenciada mais frequentemente pelo comprimento e formato do tubo floral (Stiles 1981). A diferença nos comprimentos e/ou curvaturas do tubo pode afetar a eficiência de extração do néctar pelos beija-flores, exercendo uma forte influência na escolha das flores por estas aves (Stiles 1981).

Portanto, apesar de o tubo da corola de *C. pedicellatum* ser considerado longo, ele não apresenta curvatura, o que poderia excluir, ou dificultar a extração de néctar pelos beija-flores Phaethornitinae.

Pilhadores – *Trigona spinipes* apresentou comportamento de roubo de néctar e pólen (Inouye 1980) ao visitar as flores da espécie estudada. Durante as visitas *T. spinipes* danificava tecidos florais de *C. pedicellatum* inviabilizando muitas vezes a função de reprodução das flores. Outras espécies de invertebrados visitantes às flores de *C.*

pedicellatum realizavam roubo secundário, aproveitando o orifício aberto por *T. spinipes* (Inouye 1980). As espécies de formigas visitaram apenas os nectários extraflorais, fato comum em Fabaceae (Y. Melo, *com. pessoal*)

Trabalhos recentes realizados no PARNA Catimbau têm relatado a presença desta abelha interferindo nos resultados de formação natural de frutos, como descrito por Rocha *et al.* (2007), que estudou espécies da Família Cactaceae e demonstrou que a ausência da abelha aumentava de 69% para 93% o sucesso reprodutivo da planta. Santos (2005), também citou a presença dessas abelhas na área de estudo, quando estudou *Passiflora luetzelburgii* Harms (Passifloraceae), e afirmou que a simples presença de *T. spinipes* afugentava os visitantes florais, neste caso beija-flores. No presente estudo embora a presença de *T. spinipes* não afugentasse os polinizadores, o fato dessas abelhas destruírem as flores, diminuindo o “display” visual, é que pode ter afetado a frequência de visita dos polinizadores, sendo sugerido desta forma investigações futuras sobre o efeito da florivoria no sistema reprodutivo de *C. pedicellatum*.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Emerson Lucena (UFSC), às Dr^a. Elisangela Bezerra e Tarcila Nadia e à Carolina Liberal, Marcos Gabriel Mendes e Marcos Meiado pela ajuda nos trabalhos de campo. Ao Francisco de Assis Araújo, chefe do Parque pelo IBAMA, pela autorização para execução do trabalho no PARNA Catimbau. Ao CPRH por disponibilizar os dados pluviométricos e à CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L. & Santos, A.S. 2003. **BioEstat 3.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Sociedade Civil Mamirauá/ MCT-CNPq/ Conservation International.
- Baker, H.G. 1975. Sugar concentration in nectars from hummingbird flowers. **Biotropica** 7: 37-41.
- Baker, I. & Baker, H.G. 1979. Chemical constituents of the nectars of two *Erythrina* species and their hybrid. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 66: 446-450.

- Barbosa, D.C.A.; Barbosa, M.C.A. & Lima, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. p. 657-693. In: I.R Leal, M. Tabarelli, J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics** **21**: 399-422.
- Bencker, C.S.C & Morallato, L.P. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **25**: 237-248.
- Bolten, A.B. & Feinsinger, P. 1978. Why do hummingbirds flowers secrete dilute nectar? **Biotropica** **10**: 307-309.
- Borchert, R. 1996. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. **Journal of Tropical Ecology** **12**: 65-80.
- Bruneau, A. 1997. Evolution and homology of birds pollination syndromes in *Erythrina* (Leguminosae). **American Journal of Botany** **84**: 54-71.
- Buzato, S. 1995. **Estudo comparativo de flores polinizadas por beija-flores em três comunidades da Mata Atlântica no Sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Buzato, S.; Sazima, M. & Sazima, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. **Biotropica** **32**: 824-841.
- Cotton, P.A. 2001. The behavior and interactions of birds visiting *Erythrina fusca* flowers in the Colombia Amazon. **Biotropica** **33**: 662-669.
- Cruden, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution** **31**: 32-46.
- Endress, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. 3rd edition. Pergamon Press. Oxford, England.
- Feinsinger, P. & Colwell, R.K. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. **American Zoologist** **18**: 779-795.

- Feinsinger, P.; Linhart, Y.B.; Swarm, L.A. & Wolfe, J.A. 1979. Aspects of the pollination biology of three *Erythrina* species on Tinidad and Tobago. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **66**: 451-471.
- Feinsinger, P.; Beach, J.H.; Linhart, Y.B., Busby, W.H. & Murray, K.G. 1987. Disturbance, pollinator predictability and pollination success among Costa Rica cloud forest plants. **Ecology** **68**: 1294-1305.
- Franceschinelli, E. V. & Bawa, K. S. 2000. The effect of ecological factors on the mating system of a South American shrub species (*Helicteres brevispira*). **Heredity** **84**: 116-123.
- Frisch, J.D. & Frisch, C.D. 2005. **Aves brasileiras e plantas que as atraem**. 3ª Edição. Ed. Dalgas Ecoltec – Ecologia Técnica Ltda. SãoPaulo – SP, Brasil. p. 134-147.
- Galetto, L.; Bernardello, G.; Isele, I.C.; Vesprini, J.; Speroni, G. & Berduc, A. 2000. Reproductive Biology of *Erythrina crista-galli* (Fabaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** **87**: 127-145.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6: 64-68.
- Gibbs, P. & Sasaki, R. 1998. Reproductive Biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae – Papilionoideae) in SE Brazil: The effects of pistillate sorting on fruit-set. **Annals of Botany** **81**: 735-740.
- Gibbs, P.; Oliveira, P.E. & Bianchi, M.B. 1999. Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigmocarpa* (Leguminosae – Caesalpinoideae), a bat-pollinated tree of the Brazilian Cerrados. **International Journal of Plant Sciences** **160**: 72-78.
- Grantsau, R. 1989. **Os beija-flores do Brasil**. Rio de Janeiro, Expresso e Cultura, 2 ed.
- Griz, L.M.S. & Machado, I.C. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **17**: 303-321.
- Hainsworth, F.R. & Wolf, L.L. 1976. Nectar characteristics and food selection by hummingbirds. **Oecologia** **25**: 101-113.
- Hernández, H.M. & Toledo, V.M. 1979. The role of nectar robbers and pollinators in the reproductive of *Erythrina leptorhiza*. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **66**: 512-521.

- IBAMA. [on line]. Disponível na Internet via <http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=1438> Consulta realizada em 08/junho/2006.
- Inouye, D. W. 1980. The terminology of floral larceny. **Ecology** **61**: 1251-1253.
- Kay, K.M. & Schemske, D.W. 2003. Pollinator assemblages and visitation rates for 11 species of Neotropical *Costus* (Costaceae). **Biotropica** **35**: 198-207.
- Leal, F.C.; Lopes, A.V. & Machado, I.C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **29**: 379-389.
- Lewis, G. P. & Gibbs, P. E. 1999. Reproductive biology of *Caesalpinia calycina* and *C. pluviosa* (Leguminosae) of the caatinga of NE Brazil. **Plant Systematics and Evolution** **217**: 43-53.
- Locatelli, E. & Machado, I.C. 1999. Comparative study of the floral biology in two ornithophilous species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. **Bradleya** **17**: 75-85.
- Lopes, A.V. & Machado, I.C. 1996. Biologia Floral de *Swartzia pickelii* (Leguminosae - Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). **Revista Brasileira de Botânica** **19**: 17-24.
- Machado, I.C. & Sazima, M. 1995. Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** **18**: 27-33.
- Machado, I.C.; Barros, L.M. & Sampaio, E.V.S.B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica** **29**: 57-68.
- Machado, I.C. & Lopes, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry forest. **Annals of Botany** **94**: 365-376.
- Maêda, J.M. 1985. **Manual para uso da câmara de Neubauer para contagem de pólen em espécies florestais**. UFRRJ. Departamento de Silvicultura.
- Martin, F.W. 1959. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology** **34**: 125-128.
- Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest Trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** **26**: 141-159.

- Polhill, R.M. 1981. Papilionoideae. p.191-208. *In* R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.) **Advances in Legume Systematics I**. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Primack, R.B. 1985. Longevity of individual flowers. **Annual Review of Ecology and Systematics 16**: 15-37.
- Primack, R.B. 1987. Relationships among flowers, fruits and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics 18**: 409-430.
- Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. 1996. **The natural history of pollination**. Oregon, Tiber Press.
- Queiroz, L.P. 1999. Sistemática e filogenia do gênero *Camptosema* W.J.Hook & Arn. (Leguminosae: Papilionoideae). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Radford, A. E., Dickinson, W.C., Massey, J.R. & Bell, C.R. 1974. **Vascular plant systematics**. Harper & Row Publishers, New York.
- Robinson, I. 1924. Narbe, stigmatochromie, als morpho-biologische Blütenuntersuchungsmethode. Sitzungsberichten Akad. Wiss. **Wren, math. – mat. Kl.**, Abt. 133, 7-8: 180-213.
- Rocha, E.A.; Machado, I.C. & Zappi, D.C. 2007. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. **Bradleya 25**: 125-128.
- Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. p. 35-63. *In*. S.H. Bullock; H.A. Mooney; E. Medina (eds.). **Seasonally dry tropical forest**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Santos, M.J.N.; Machado, I.C. & Lopes, A.V. 2005. Fenologia, biologia reprodutiva e diversidade de polinizadores de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphobiaceae), em Caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 28**: 361-373.
- Santos, M.J.L. 2005. **Polinização por beija-flores no Parque Nacional do Catimbau, Nordeste do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1990. Hummingbirds pollination in two species of *Vellozia* (Liliiflorae: Velloziaceae) in southeastern Brazil. **Botanica Acta 103**: 83-86.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbirds-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. **Botanica Acta 109**: 149-160.
- Seavey, R.S. & Bawa, K.S. 1986. Late-acting self-incompability in Angiosperm. **Botanical Review 52**:152-219.

- Sick, H. 1997. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, p. 422-466.
- Silva, J.M.C.; Souza, M. A.; Bieber, A. G. D. & Carlos, C. J. 2003. Aves da caatinga: *Status*, uso do habitat e sensibilidade. Pp 237-273. In I. R. Leal; M. Tabarelli & J. M. C. Silva (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Silva, V.C. 2004. Biologia floral e sistema de reprodução de duas espécies de *Chamaecrista* (Leguminosae). Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco.
- Siqueira Filho, J.A. & Machado, I.C. 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescentes da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica** **15**: 427-443.
- Sobrevila, C. & Arroyo, M. T. K. 1982. Breeding systems in a Montane Tropical Cloud Forest in Venezuela. **Plant Systematics and Evolution** **140**: 19-37.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. **Botânica Sistemática**. Instituto Plantarum. Nova Odessa, São Paulo.
- Stiles, F.G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbirds pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. **Ecology** **56**: 258-301.
- Stiles, F.G. 1976. Taste preference, color preference and flowers choice in hummingbirds. **Condor** **78**: 10-26.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **68**: 323-351.
- Stiles, F.G. & Freeman, C.E. 1993. Patterns in floral nectar characteristics of some bird-visited plant species from Costa Rica. **Biotropica** **25**: 191-205.

FIGURAS

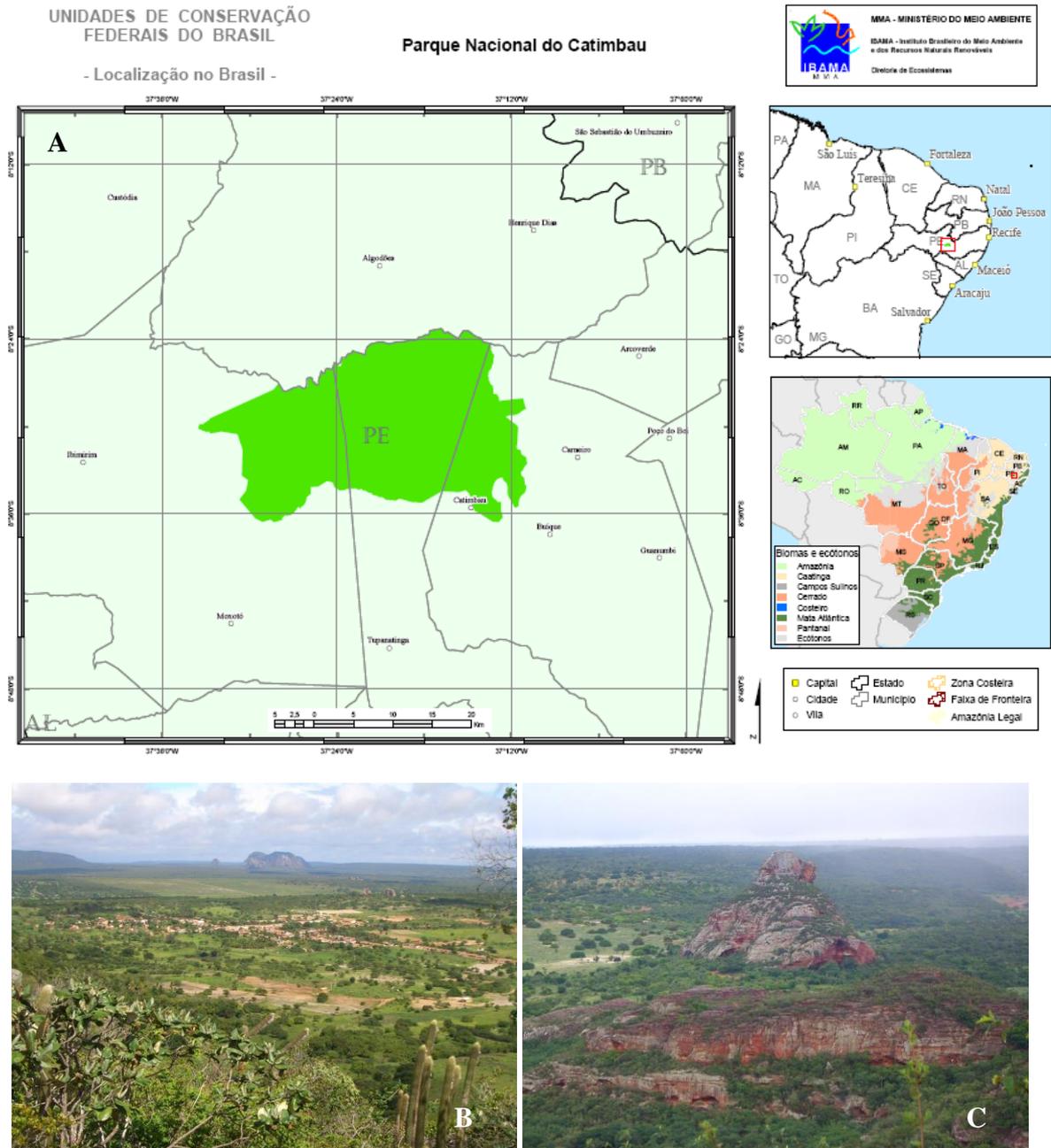


Figura1. Parque Nacional do Catimbau, localização no mapa do Brasil, Nordeste e Pernambuco (A) (Fonte IBAMA). Vista da Vila do Catimbau (B) com o morro do elefante ao fundo; e pedra do cachorro dentro do PARNA Catimbau (C).

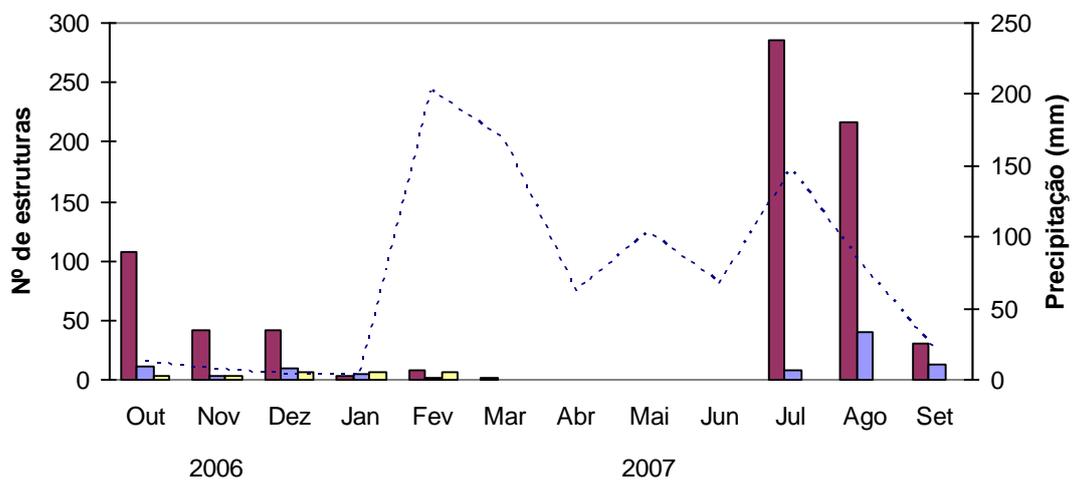


Figura 2. Intensidade de Botões (■), Flores (■) e Frutos (■) de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau. Precipitação mensal entre os meses de outubro/2006 a setembro/2007 (---) (n=10).

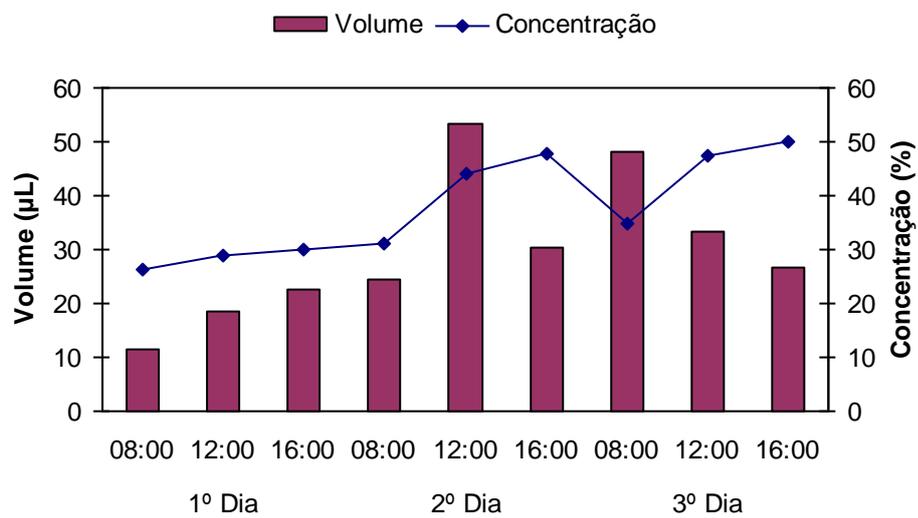


Figura 3. Dados de média de volume (µl) e concentração (%) de néctar de *Camptosema pedicellatum* ao longo de três dias no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE (n=45).

Tabela 1. Número e dimensões das estruturas florais, grãos de pólen por flor, viabilidade polínica e razão P/O de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/ PE (n=20).

Caracteres Florais	Quantidade/Tamanho
Cálice (sépalas)	5
Corola (pétalas)	5
Estame	10
Estilete	1
Ovário (carpelos e lóculos)	1 e 1
Óvulos	8,1 ($\pm 1,45$)
Grãos de pólen/flor	81.000 ($\pm 25.116,4$)
Razão P/O	9.974,77 ($\pm 2.579,9$)
Viabilidade polínica	95,81%
Diâmetro da corola*	4,92 ($\pm 0,96$)
Comprimento da corola*	34,66 ($\pm 3,43$)
Altura do estigma*	30,14 ($\pm 3,16$)
Altura da antera*	30,96 ($\pm 1,74$)

* tamanho em mm.

Tabela 2. Sistema Reprodutivo de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE. ($\chi^2= 23,80$, gl= 3, $p< 0,001$,).

Tratamentos	Flores/Frutos/Sementes (n)	Sucesso (%)
Autopolinização espontânea	50/0/-	0
Autopolinização manual	40/1/2	2,5
Polinização cruzada	40/9/5	22,5
Formação natural de frutos	100/2/5	2

Tabela 3. Visitantes florais e frequência de visitas de beija-flores em *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau. MF= muito freqüente (> 10 visitas.horas⁻¹) , F= freqüente (± 5 visitas.horas⁻¹), PF= pouco freqüente (≤ 3 visitas.horas⁻¹), P= Polinizador, PI= pilhador.

Visitantes	Comprimento do bico (mm)*	Freqüência	Resultado da visita
Trochilidae			
Trochilinae			
<i>Amazilia</i> sp.	-	PF	-
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	20	PF	P/PI
<i>Eupetomena macroura</i>	21	PF	P
Phaethornitinae			
<i>Anopetia gonellei</i>	28	PF	P
<i>Phaethornis pretrei</i>	35	PF	P

* Segundo Grantsau (1989).

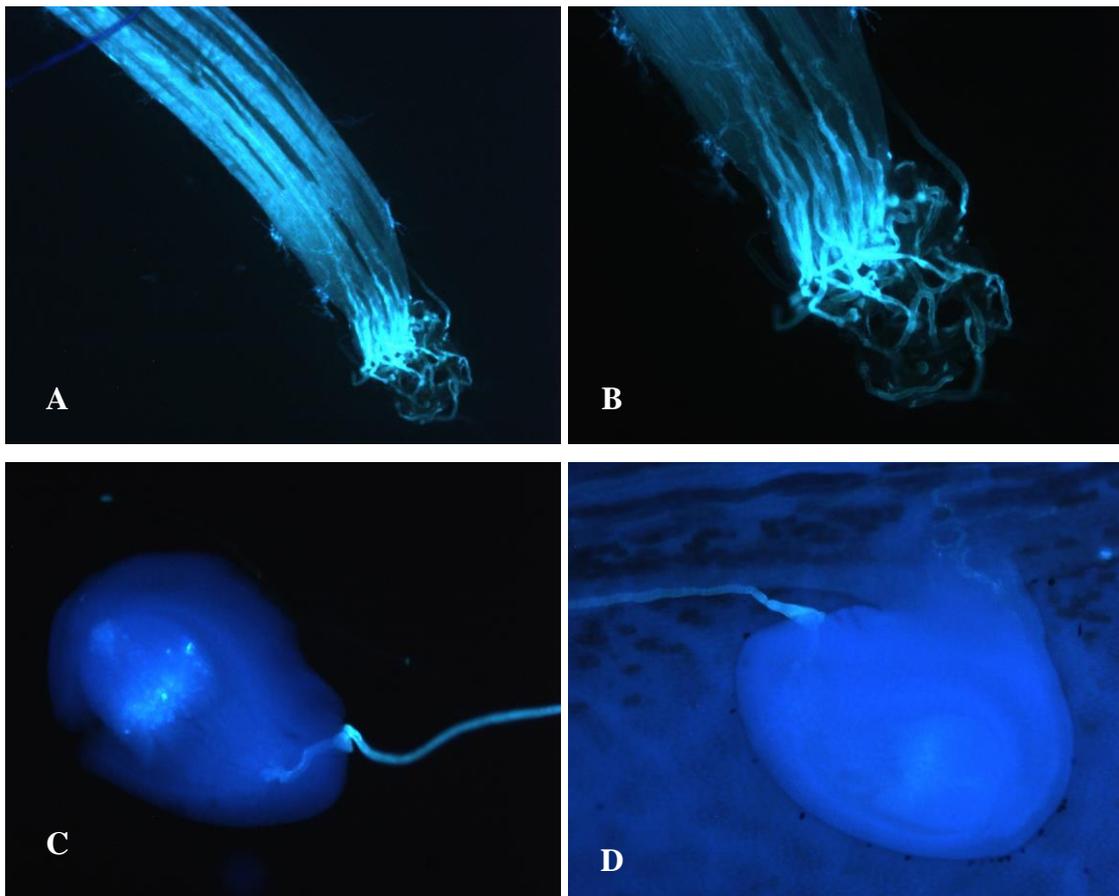


Figura 4. Micrografia em fluorescência de grãos de pólen (autopolinização manual) e seus tubos polínicos no estigma (12h, aumento de 5x e 10x, respectivamente) e penetração em óvulos (24h e 36h, respectivamente, ambos com aumento de 10x) de *Camptosema pedicellatum*.

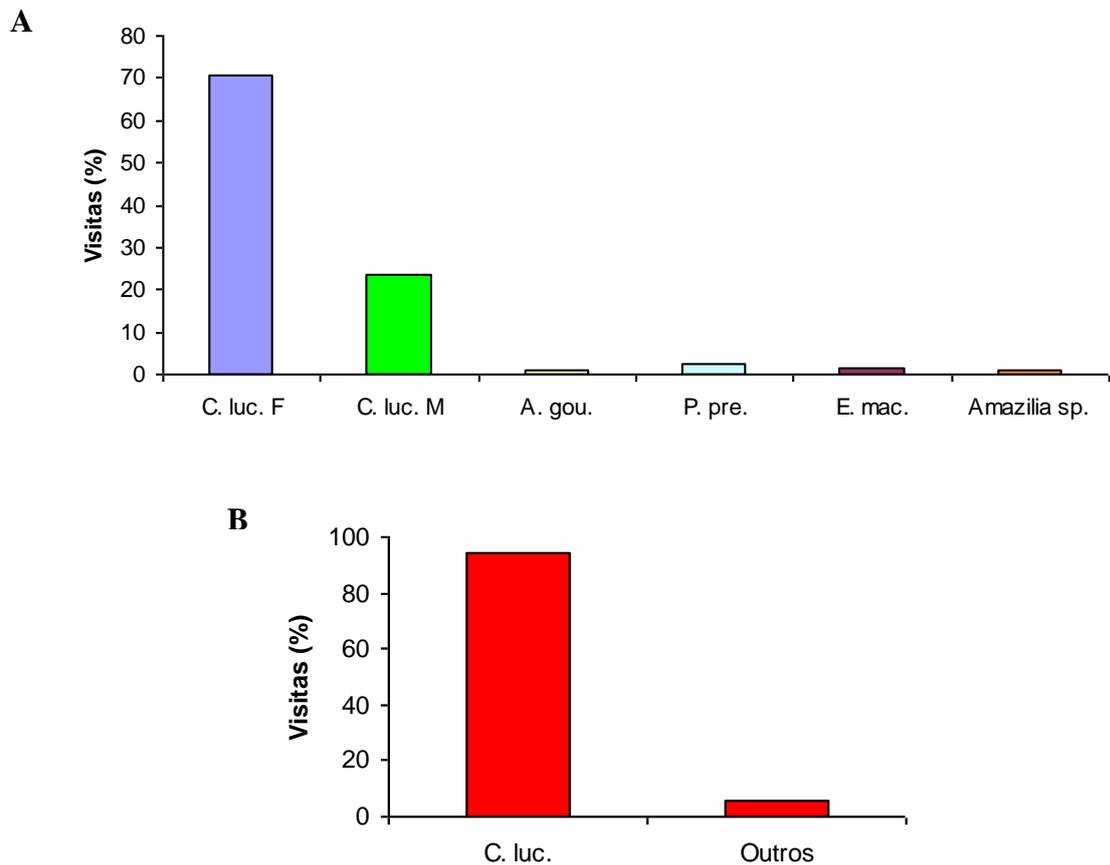


Figura 5. Percentual de visitas por espécie de beija-flor (A) às flores de *Camptosema pedicellatum* e comparação do total de visitas realizadas entre *C. lucidus* (■) e os outros visitantes (B), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* Fêmea (■), *C. lucidus* Macho (■), *Anopetia gounellei* (■), *Phaethornis pretrei* (■), *Eupetomena macroura* (■) e *Amazilia* sp. (■).

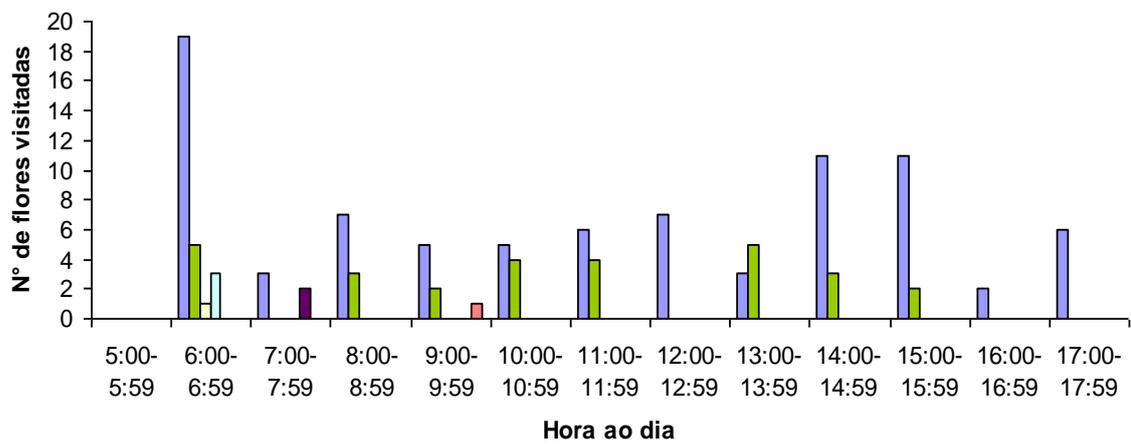


Figura 6. Frequência de visitas às flores de *Camptosema pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* Fêmea (■), *C. lucidus* Macho (■), *Anopetia gounellei* (■), *Phaethornis pretrei* (■), *Eupetomena macroura* (■) e *Amazilia* sp. (■).



Figura 7. Detalhe das flores de *Camptosema pedicellatum* (A) evidenciando o nectário floral (B); fruto de *C. pedicellatum* (C) e propagação por reprodução assexuada ou brotamento (D).



Figura 8. Inflorescência de *Camptosema pedicellatum* (A); fêmea de *Chlorostilbon lucidus* polinizando (B) e pilhando (C e D) *C. pedicellatum*; e abelhas *Trigona spinipes* herbivorando flores de *C. pedicellatum*.

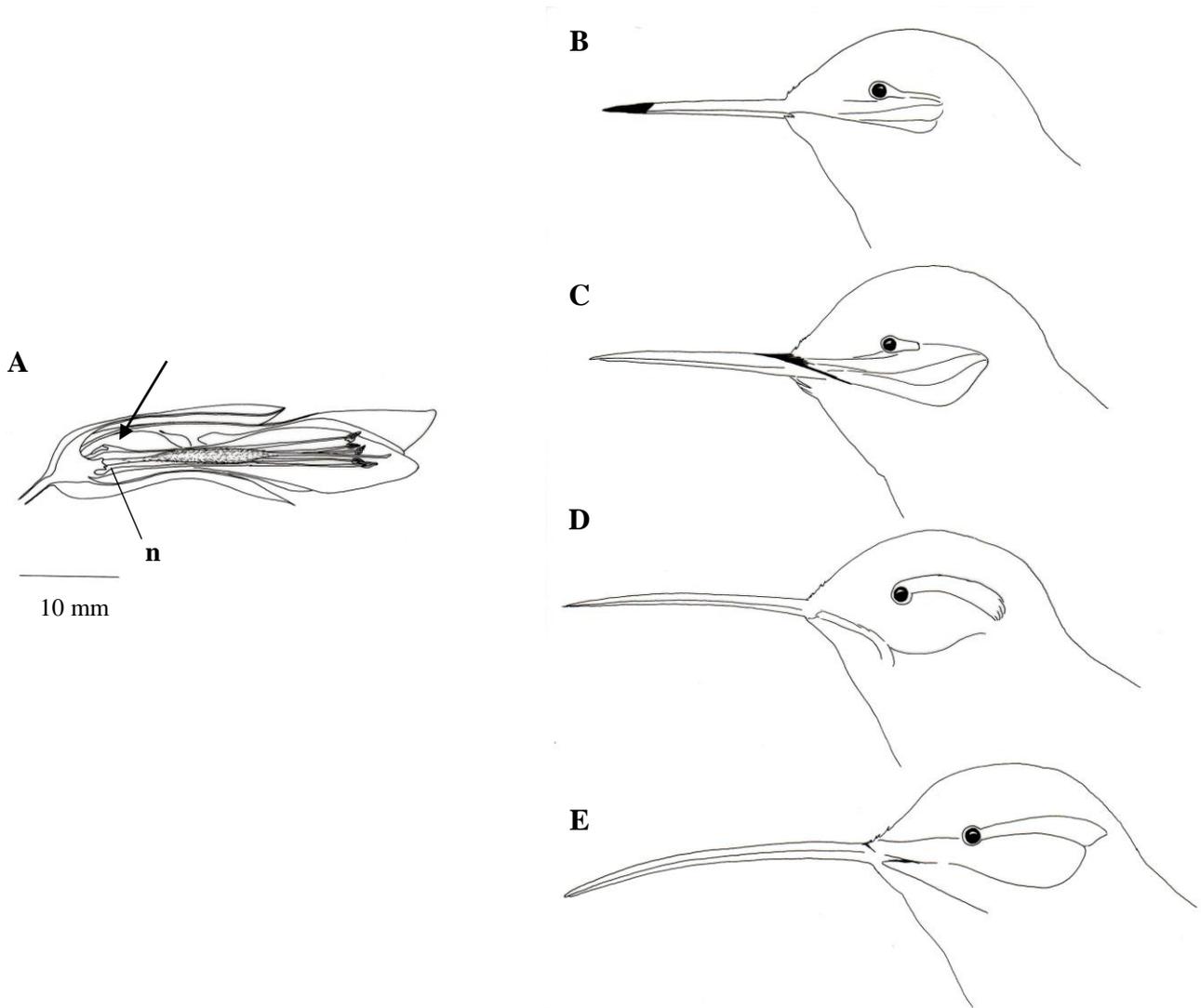


Figura 9. Flor de *Camptosema pedicellatum* em corte longitudinal, mostrando a distância entre as estruturas reprodutivas e o nível do néctar (seta) (A); n – nectário. Esquema das cabeças dos polinizadores, *Chlorostilbon lucidus* (B), *Eupetomena macroura* (C), *Anopetia gounellei* (D) e *Phaethornis pretrei* (E), ilustrando a relação entre o comprimento do bico dos beija-flores e a distância entre o néctar e as estruturas reprodutivas da flor.



Figura 10. Nectário extrafloral (NEFs) de *Camptosema pedicellatum* em detalhe (A); visita das formigas *Dorymyrmex thoracicus* (B), *Cephalotes* sp. (C) e *Pseudomyrmex* sp. (D) a NEFs em inflorescências de *C. pedicellatum* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

**5 FENOLOGIA E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Helicteres velutina* K. SCHUM.
(MALVACEAE): UMA ESPÉCIE COM “POLINIZAÇÃO MANUAL” POR
BEIJA-FLORES**

(Manuscrito a ser enviado para o periódico Revista Brasileira de Botânica)

Fenologia e Sistema Reprodutivo de *Helicteres velutina* K. Schum. (Malvaceae): uma espécie com “polinização manual” por beija-flores¹

Kelaine de Miranda Demetrio^{2,3} e Isabel Cristina Machado²

RESUMO – (Fenologia e Sistema Reprodutivo de *Helicteres velutina* K. Schum. (Malvaceae): mais uma espécie com “polinização manual” por beija-flores). Espécies do gênero *Helicteres* são polinizadas principalmente por beija-flores, mariposas e morcegos. Geralmente, nas espécies ornitófilas o pólen é depositado próximo à cabeça dos beija-flores, sendo muito freqüente deposição no bico. Em *Helicteres velutina*, entretanto, a deposição de pólen se dá nos pés e cauda dos beija-flores, em função da morfologia floral. *Helicteres velutina* é uma das espécies ornitófilas presente no Parque Nacional do Catimbau apresentando duas florações ao ano, a primeira nos meses de fevereiro e março e a segunda entre maio e agosto com pico em julho, estação chuvosa na região. As flores de *H. velutina* possuem pétalas vermelhas com cálice tubuloso e gineceu e androceu elevados por um androginóforo. *Helicteres velutina* apresentou em média 33,14 µl de néctar acumulado, com 26,38% de açúcar. A viabilidade polínica é de 97,82% havendo aproximadamente 146.000 grãos de pólen por flor, sendo a razão P/O 1.834. As flores de *H. velutina* apresentaram cerca de 14,6% de má formação em suas anteras, com 99,3% dos grãos de pólen inviáveis. Os polinizadores de *H. velutina* foram os beija-flores *Chlorostilbon lucidus*, *Chrysolampis mosquitus*, *Eupetomena macroura* (Trochilinae), *Anopetia gounellei* e *Phaethornis pretrei* (Phaethornitinae). Borboletas *Anteos clorinde* e *Phoebis sennae* e abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* pilhavam as flores. Apesar de ser autocompatível, *H. velutina* apresenta protândria como mecanismo para evitar a autogamia.

Palavras Chave – Caatinga, ornitofilia, protândria.

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira Autora. Bolsista CAPES.

² Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, 50372-970, Recife, PE, Brasil.

³ Autor para correspondência: kelainemd@yahoo.com.br

ABSTRACT – (Phenology and breeding systems of *Helicteres velutina* K. Schum. (Malvaceae): a species with “footmade” pollination by hummingbirds). Species of the genre *Helicteres* they are pollinated mainly by hummingbirds, moths and bat. Usually, in bird-pollinated flowers, the pollen is deposited near hummingbirds’ head, frequently on the bill. In *Helicteres velutina*, however, the deposition of pollen happens on the hummingbird’s feet and tail, due to its visiting behavior. *Helicteres velutina* is one of the bird-pollinated plants that can be found in the “Parque Nacional do Catimbau” with two seasons of flowering per year, the first between February and March, and the second between May and August, with its peak in July. The flowers of *H. velutina* have red petals with tube-shaped calices and gynoecium and androecium suspended by an androginophoro. *Helicteres velutina* showed in average of 33.14µl of cumulated nectar, with 26.38% of sugar concentration. The pollen viability is 97.82% with more than 146,000 pollen grains per flower and the P/O rate of 1,834. The flowers of *H. velutina* present around 14.6% of bad formation in their antheras, with 99.3% of unviable pollen grains. The pollinators of *H. velutina* were the hummingbirds *Chlorostilbon lucidus*, *Chrysolampis mosquitus*, *Eupetomena macroura*, *Anopetia gounellei* and *Phaethornis pretrei*. Butterflies *Anteos clorinde* and *Phoebis sennae*, and bees *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* were robbers. Despite of its self-compatibility, *H. velutina* presents protandry as a mechanism to avoid autogamy.

Key words – Caatinga, ornitophily and protandry.

INTRODUÇÃO

A morfologia floral pode influenciar no acesso aos recursos florais pelos animais e a eficiência desses animais em utilizar esses recursos (Inouye 1980), assim como também influencia o modo como o pólen é depositado e removido do corpo dos polinizadores e a quantidade de pólen transferido por visita (Campbell *et al.* 1991). A polinização inadequada pode, por sua vez, afetar a abundância e a viabilidade da população de plantas e causar a seleção de sistemas reprodutivos e características florais (Knigh et al. 2005).

Representantes da sub-família Sterculioideae (Malvaceae) apresentam polinização predominantemente por insetos, porém nas ca. 40 espécies do gênero *Helicteres* os principais polinizadores são vertebrados, aves e morcegos (Knuth 1904; Sazima & Sazima 1988, Franceschinelli 2005). A maioria das espécies de angiospermas polinizadas por aves apresenta deposição de grãos de pólen próximo à cabeça, sendo mais freqüente deposição

no bico (Faegri & van der Pijl 1979, Buzato *et al.* 2000; Franceschinelli 2005), havendo registro de espécies de *Helicteres* com deposição de pólen na cauda e no abdômen e nos pés dos beija-flores (Franceschinelli 2005, Silva *et al.* 2010), estes últimos locais mais instáveis para transporte de pólen do que bico ou cabeça (Franceschinelli 2005).

Poucos estudos avaliam quais são os efeitos dos diferentes locais de deposição de pólen no sucesso reprodutivo das espécies ornitófilas (Lara & Ornelas 2001; Silva *et al.* 2010). O presente estudo aborda a fenologia, o sistema reprodutivo, a seqüência de antese e a atuação dos visitantes no processo de polinização de *Helicteres velutina* (Malvaceae), registrando o diferente local de deposição de pólen nos polinizadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo – As observações de campo e coleta de dados foram realizadas no Parque Nacional do Catimbau, com aproximadamente 62.300 hectares e altitude variando entre 600 e 1000 metros, localizado entre os municípios de Ibimirim, Tupanatinga e Buíque (08°36'S e 37°15'W), na região central do estado do Pernambuco (Figura 1). O Parque está localizado na zona de transição entre o agreste e o sertão, apresentando clima semi-árido e temperatura média anual de 23°C. A precipitação média anual é de 300 a 500 mm, sendo o período de menor pluviosidade de setembro a janeiro.

Na área do Parque Nacional do Catimbau encontra-se um mosaico vegetacional apresentando grande diversidade de espécies e de estrutura. Em função das variações de relevo e microclima, além de espécies típicas da caatinga, estão presentes na área espécies de cerrado, de campos rupestres, de mata Atlântica e de restinga. Atualmente a unidade é considerada área núcleo da Reserva da Biosfera da Caatinga (*site* IBAMA).

Fenologia reprodutiva e biologia floral – Foram marcados 10 indivíduos de *Helicteres velutina* para o acompanhamento fenológico mensal das estruturas reprodutivas. O monitoramento dos indivíduos foi realizado de julho de 2006 a setembro de 2007. Os padrões fenológicos foram determinados a partir dos modelos de Gentry (1974) e Newstrom *et al.* (1994). Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos através do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir de pluviômetro e pluviógrafo instalados na área dos Amigos do Bem, no entorno do PARNA do Catimbau.

A antese de *Helicteres velutina* foi acompanhada em campo em 10 botões em pré-antese de cinco indivíduos, até a senescência floral. A receptividade estigmática foi testada

em três grupos de cinco flores a cada quatro horas, totalizando 15 flores. O gineceu dessas flores foi colocado em solução de permanganato de potássio (KMnO_4 0,25%) e, após dez minutos, foi verificado se o estigma estava corado (Robinson 1924).

Para medidas de volume e concentração de néctar foram utilizados microsseringa 10 μl (Microliter $\text{\textcircled{R}}$) e refratômetro de bolso de 0-50% (Atago $\text{\textcircled{R}}$), respectivamente. Em campo, 20 flores de 10 indivíduos foram previamente ensacadas, das quais 10 foram acompanhadas ao longo da antese, sendo extraído o néctar a cada 3 horas, das 7:00 às 17:00, durante o primeiro e segundo dia e outras 10 flores foram utilizadas para medição do néctar acumulado ao final de cada dia.

Para análise de estruturas morfológicas, flores e botões de *H. velutina* foram coletados, fixados em etanol 70% e observados em laboratório sob estereomicroscópio. A morfometria floral foi realizada em campo em 16 flores de diferentes indivíduos com o auxílio de paquímetro (Tab. 1). Foram realizados desenhos esquemáticos das estruturas florais em câmara clara acoplada a estereomicroscópio (Fig.3).

Para estimar o número de grãos de pólen por flor, cinco, das dez anteras de *H. velutina* de dez botões em pré-antese, foram contabilizadas através da contagem dos grãos em câmara de Neubauer (Maêda, 1985; Lopes & Machado, 1996). A razão pólen-óvulo (P/O) foi calculada dividindo-se o número de grãos de pólen total pelo número de óvulos, de cada botão, seguindo a metodologia de Cruden (1977). O método de coloração pelo carmim acético 2% foi utilizado para estimar a viabilidade polínica (grãos com citoplasma corados ou não), utilizando-se cinco anteras saudáveis de dez botões em pré-antese, sendo contados 1000 grãos por lâmina (Radford *et al.* 1974). Foram observadas e contabilizadas a percentagem de anteras que apresentavam qualquer tipo de alteração em *H. velutina* em 100 flores recém-abertas de 10 indivíduos, sendo também verificada a viabilidade polínica das anteras de cinco destas flores.

Sistema Reprodutivo – Durante o período de floração, testes de polinização controlada foram realizados para estudo do sistema reprodutivo da espécie. Foram marcadas e ensacadas um total de 220 flores de 30 indivíduos, nas quais se realizou testes de autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada e formação natural de frutos (controle) (Sobrevila & Arroyo 1982). Em todos os tratamentos as flores, em pré-antese, foram encobertas com sacos de “Voil”, com exceção do controle.

Para verificar a eficácia reprodutiva dos polinizadores foi calculada a razão entre o número total de frutos formados em polinização natural pelo número total de frutos

formados a partir de polinização cruzada (Zapata & Arroyo 1978). Para análise do número de frutos formados entre os tratamentos foi utilizado o qui-quadrado. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do BioEstat 3.0 (Ayres *et al.* 2003). No único indivíduo no qual foi verificada a ocorrência de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* (Apidae), cinco ramos foram selecionados para contagem e realização do cálculo da razão do número total de flores pelo número de flores predadas, a fim de verificar a porcentagem de flores removidas pelas abelhas.

Visitantes florais – Foram analisados, em campo, os visitantes florais e também seus comportamentos através de observações diretas em plantas focais, completado por análise fotográfica. Os beija-flores foram identificados através de fotografias comparadas com literatura especializada disponível (Grantsau 1989; Sick 1997; Frisch & Frisch 2005). Os visitantes florais foram classificados como polinizadores ou pilhadores levando em consideração seu comportamento e sua morfologia.

Insetos visitantes foram capturados e montados em laboratório, estando depositados, como espécimes testemunho, na coleção entomológica do Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A frequência de visitas foi calculada em dez indivíduos de *H. velutina* durante o pico de floração, totalizando 60 horas de observações. Exsicata da espécie foi depositada no Herbário-UFP, do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco, como espécime-testemunho, sob o número 49.256.

RESULTADOS

Fenologia reprodutiva e biologia floral – *Helicteres velutina* floresceu duas vezes durante o ano de observação. A primeira vez entre os meses de fevereiro e março, e a segunda de maio a agosto, que coincide com a estação chuvosa da área, sendo o mês de julho o de maior intensidade floral. *Helicteres velutina* frutificou durante todo o ano (Fig. 2). Os frutos são do tipo cápsula espiralada e são conhecidos popularmente, na região, por “imbigo de bezerro”.

Helicteres velutina é um arbusto encontrado em áreas de solo argiloso, apresenta inflorescência cimosa axial com duas flores, porém na maioria das vezes uma das flores cai, podendo ser considerada funcionalmente como flor isolada. Suas flores são pentâmeras com cálice gamossépalo e corola dialipétala e o gineceu é formado por um

ovário súpero pentacarpelar e pentalocular com $80,1 (\pm 5,67)$ óvulos em média. O androceu é formado por 10 estames e cinco estaminódios. A antese tem duração de dois dias. O androceu e o gineceu encontram-se elevados pelo androginóforo (Fig. 3), que se desenvolve ao longo da antese. As flores são protândricas e abrem ao longo do dia, com um maior número de flores abrindo pela manhã por volta das 5:00-6:00h. Na fase de botão, as anteras, de coloração vermelha, circundam o gineceu (Fig. 4A). Logo no início do desenvolvimento do androginóforo, as anteras começam a migrar para o lado oposto ao estigma, que se encontra curvado e direcionado para baixo (Fig.4B), não estando receptivo. O horário de início da antese é variável ao longo do dia, sendo considerado a partir do momento da deiscência das anteras (Fig. 4C), quando as flores ainda possuem pétalas brancas (fase masculina).

Durante o crescimento do androginóforo, as pétalas vão se tornando róseas (Fig. 4E). Na fase feminina, os grãos de pólen já foram dispersos, as anteras ficam murchas e as pétalas se apresentam vermelhas, o androginóforo cessa o crescimento (Fig. 4F); há a movimentação do estilete e o estigma fica ereto alcançando o mesmo nível/altura das anteras (Fig. 3). Nessa fase, o estilete adquire coloração mais escura e o estigma fica túrgido e mais claro que o estilete, momento em que se encontra receptivo (Fig, 4F). O gineceu das flores que abriram as 6:00h tornam-se receptivos ao final da tarde do mesmo dia.

Apesar do período de antese ser de dois dias, *Helicteres velutina* só produziu néctar durante o primeiro dia, com taxas decrescentes ao longo do dia, com volume médio de $2,45 \mu\text{l} (\pm 6,01)$ e concentração de 13% ($\pm 3,74$). O néctar acumulado totalizou em média $33,14 \mu\text{l} (\pm 14,59)$ com 26,38% ($\pm 5,13$) de açúcar (Fig. 5). *Helicteres velutina* apresenta 97,82% ($\pm 1,97$) dos grãos viáveis, e, em média, mais de 146.000 ($\pm 39.982,64$) grãos de pólen por flor, sendo a razão P/O igual a 1.834,1 ($\pm 464,62$). Em média 34% ($\pm 11,74$) das flores de *H. velutina* apresentaram ca. 14,6% ($\pm 5,73$) de má formação em suas anteras, com 99,3% ($\pm 0,22$) dos grãos de pólen inviáveis, o que corresponde a aproximadamente 17.000 grãos de pólen por flor. As medidas das estruturas florais de *H. velutina* encontram-se na tabela 1.

Sistema reprodutivo – Dentre as flores marcadas para observação de formação natural de frutos (controle), apenas 5,83% formaram fruto. Por sua vez, 16,22% das polinizações manuais cruzadas e 22,58% das autopolinizações manuais formaram fruto em *H. velutina*,

sendo por isso considerada como autocompatível. Não houve diferença significativa entre os tratamentos. *Helicteres velutina* não formou fruto de forma espontânea (Tab. 2). O indivíduo que foi visitado por abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* tiveram 68,29% ($\pm 27,72$) de suas flores predadas, sendo inviabilizadas sexualmente.

Visitantes florais – *Helicteres velutina* foi visitada por cinco espécies de beija-flores, *Anopetia gounellei* (Boucard, 1891), *Chlorostilbon lucidus* (Swan, 1912), *Chrysolampis mosquitus* (Linnaeus, 1758), *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788) e *Phaethornis pretrei* (Lesson & Delattre, 1839) (Tab. 3), três espécies de borboletas *Anteos clorinde* (Godart, 1824), *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758) e uma não identificada, e duas espécies de abelha *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793).

Durante os dias em que foram monitoradas as frequências dos visitantes, não houve visitas dos beija-flores *A. gounellei* e *P. pretrei*, sendo estes observados em outras ocasiões. Os beija-flores mais ativos em número de visitas foram *Chlorostilbon lucidus* e *Chrysolampis mosquitus*, totalizando juntos 91,43% das visitas (Fig. 6), sendo o macho de *Chrysolampis mosquitus* o mais representativo com 38,9% das visitas, seguido da fêmea (24,64%) e macho (22,81%) de *Chlorostilbon lucidus* (Fig. 6). O horário de visita se estendeu ao longo do dia, com predominância de *Chlorostilbon lucidus* pela manhã e *Chrysolampis mosquitus* à tarde (Fig. 7). *Chlorostilbon lucidus* era sempre o primeiro beija-flor a visitar as flores de *H. velutina*, e a partir das 6:00h, *Chrysolampis mosquitus* iniciava suas visitas. *Eupetomena macroura* foi observado em flores de *H. velutina* apenas uma vez entre 15:00-16:00h, não aparecendo mais durante o período de observação.

Os machos de *Chlorostilbon lucidus* apresentaram comportamento territorialista, permanecendo sempre próximos às populações de *H. velutina*. Os outros beija-flores apresentaram comportamento “trapline”. Tanto *Chlorostilbon lucidus* quanto *Chrysolampis mosquitus* visitavam as flores de *H. velutina* em intervalos de tempo variados, de acordo com a hora do dia, sendo inferior à 10 min nas horas mais amenas (até 8:00h e após às 16:00) e superior a uma hora nos períodos mais quentes do dia (das 10:00 às 14:00).

Os machos de *Chlorostilbon lucidus* e *Chrysolampis mosquitus* mostraram-se agressivos, vocalizando ou atacando, durante as visitas de outros machos ou de beija-flores de outra espécie. As fêmeas das mesmas espécies foram menos ariscas, podendo atacar outros beija-flores durante suas visitas. Os beija-flores visitantes apresentaram comportamento de polinizador durante as visitas, sendo os grãos de pólen depositados nos

pés e parte ventral do corpo. Em grande parte das visitas era possível observar que os beija-flores, principalmente as fêmeas de *C. lucidus*, pousavam rapidamente com os pés nas partes reprodutivas, enquanto introduziam o bico no tubo formado pelo cálice (Fig. 9A e B). Não foi possível identificar se *E. macroura* se comportou como polinizador ou pilhador devido à sua rápida visita.

As borboletas foram observadas em flores de *H. velutina* nas horas mais quentes do dia, com maior número de visitas entre 11:00 e 12:00h (Fig. 7), podendo permanecer por até cinco minutos na flor. Durante a visita, as borboletas pousavam nas pétalas ou folhas e introduziam a probóscide no tubo floral sem contatar as estruturas reprodutivas, comportando-se desta maneira como pilhadoras de néctar.

Além das borboletas, abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* também se comportaram como pilhadoras. *Apis mellifera* coletava pólen em flores recém-abertas, na fase masculina, não tendo sido observadas visitas contatando as estruturas reprodutivas quando as flores estavam na fase feminina. *Trigona spinipes*, além de pilhadora de néctar, era herbívora de verticilos florais, inviabilizando na maioria das vezes as estruturas reprodutivas. Além disso, *T. spinipes* abria orifícios no cálice permitindo que outros insetos, como *A. mellifera*, pilhassem o néctar, podendo pilhar também por dentro dos tubos não danificados (Fig. 10).

DISCUSSÃO

Fenologia reprodutiva e biologia floral – A floração e frutificação de *H. velutina* é sub-anual segundo Newstrom *et al.* (1994) e do tipo cornucópia *sensu* Gentry (1974), pois os eventos ocorreram mais de uma vez ao ano e tiveram duração de poucas semanas (primeira floração) a pouco mais de dois meses (segunda floração). As fenofases estão relacionadas ao ciclo de chuvas da região, apresentando a primeira floração no primeiro período de chuva do ano e a segunda no segundo período.

Alguns trabalhos registram a relação entre as fenofases de floração e frutificação com a estação chuvosa para espécies da Caatinga (Machado *et al.* 1997; Griz & Machado 2001; Barbosa *et al.* 2003). A presença de frutos durante todo o ano deve-se à permanência do fruto por vários meses na planta mãe, sendo o período de maturação e dispersão dos frutos e sementes superior ao período de floração, o que também foi verificado por Machado *et al.* (1997) para algumas espécies de caatinga.

Helicteres velutina apresenta atributos florais como antese diurna, corola tubulosa de cor vermelha, grande distância entre as estruturas sexuais e a câmara nectarífera e ausência de odor que a caracteriza como ornitófila, ou seja, polinizada por aves (Faegri & van der Pijl 1979; Endress 1994, Proctor *et al.* 1996). Além disso, as flores de *H. velutina* ficam expostas, fora da folhagem, o que as tornam mais visíveis e acessíveis aos beija-flores (Hokche & Ramirez 1990; Proctor *et al.* 1996). Além de *H. velutina*, outras espécies do gênero também apresentam síndrome de ornitofilia como *H. brevispira*, *H. guazumaefolia* e *H. sacarolha* (Cara 2002; Franceschinelli 2005).

Assim como *H. velutina*, algumas espécies de *Helicteres* apresentam mudança de coloração ao longo da antese, como *H. isora* que apresenta coloração cinza azulada no primeiro dia de antese e torna-se vermelho escuro ao final do segundo dia (Atluri *et al.* 2000) e *H. brevispira* que no início da antese é amarela e adquire coloração avermelhada ao final (Franceschinelli 2005). Porém outras espécies do gênero podem não apresentar esta mudança como *H. ovata*, *H. guazumaefolia* e *H. sacarolha* (Sazima & Sazima 1988; Cara 2002; Franceschinelli 2005).

Gori (1983) (*apud* Franceschinelli 2005) e Schaal & Leverich (1980) propuseram algumas hipóteses para explicar a evolução da mudança floral das quais Franceschinelli (2005) aceitou três que podem ser aplicadas a *H. brevispira*, podendo ser aplicadas também a *H. velutina* como: (1) a mudança de coloração provavelmente facilita a localização das flores, otimizando a procura por alimento pelos beija-flores e mantendo uma constância de visitas, aumentando conseqüentemente a chance de polinização; (2) visitas adicionais podem remover grãos de pólen não germinados do estigma e depositar ou substituir pólen da planta-mãe por pólen de outros indivíduos; e (3) principalmente a permanência das flores após a mudança de cor pode servir de atrativo visual de longa distância para os polinizadores.

Em *H. velutina* a permanência das flores com pétalas vermelhas por um ou dois dias após o fim da antese pode ser um sinal visual de longa distância para os beija-flores, como também ocorre em *H. brevispira* (Franceschinelli 2005).

O volume (2,45µl) e concentração média (13%) de néctar ao longo do dia estão abaixo dos valores encontrados para *H. guazumaefolia* (4µl e 19,6%) (Cara 2002), *H. macropetala* (7,7µl e 20,3%) (Lopes 2002), *H. brevispira* (14,7µl e 17,9%) e *H. sacarolha* (47,5µl e 22,3%) (Franceschinelli 2005). Em geral, a alta concentração do néctar, e com isso alta viscosidade, dificulta a ingestão do néctar pelos beija-flores. Por outro lado, a baixa concentração do néctar de flores ornitófilas favorece a ingestão e induz os beija-

flores a realizar maior número de visitas, podendo aumentar a polinização cruzada (Baker 1975).

Os valores médios da concentração de açúcares no néctar acumulado de *H. velutina* ($26,38 \pm 5,13\%$) estão dentro da faixa de variação proposta por Baker (1975) para flores visitadas por beija-flores (13-30%) e próximo à média esperada para a guilda de espécies ornitófilas do PARNA Catimbau (22,8%) (Santos 2005). Santos (2005) encontrou valores semelhantes para a mesma espécie (24,3%), também no Parque Nacional do Catimbau.

Devido ao fato de *H. velutina* não produzir néctar no segundo dia de antese, estando o estigma receptivo nesta fase, a polinização seria por engano. É nesta fase que as pétalas se encontram mais vermelha, servindo de estímulo visual para os beija-flores, que são atraídos e visitam as flores mesmo sem néctar. Segundo Stiles (1976), a cor vermelha é mais comumente encontrada em flores polinizadas por beija-flores porque está situada no maior comprimento de onda do espectro de luz visível, onde os beija-flores são muito sensíveis. Como *H. velutina* apresenta flores com coloração variando de branco ao vermelho ao longo do dia, as flores vermelhas chamariam mais atenção recebendo visitas mesmo sem produzir néctar.

Sistema reprodutivo – *Helicteres velutina* formou frutos tanto por polinização manual cruzada quanto por autopolinização manual, sendo considerada por isso uma espécie autocompatível, assim como *H. ovata*, *H. isora*, *H. guazumaefolia*, *H. sacarolha* e *H. brevispira* (Sazima & Sazima 1988; Atluri *et al.* 2000; Cara 2002; Franceschinelli 2005).

A alta porcentagem na formação de fruto nos tratamentos de polinização manual cruzada (16,22%) e de autopolinização manual (22,58%) quando comparadas a formação natural de frutos (5,83%) parece indicar limitação do polinizador (Bierzychudek 1981). Esta limitação pode ser devido ao local incomum de deposição de pólen no polinizador, neste caso os pés e a parte ventral do beija-flor. Segundo Franceschinelli (2005), estes locais, pés e parte ventral, são menos eficientes no transporte de pólen que o bico ou cabeça, por exemplo, pois são locais que estão sempre em movimento, e no caso dos pés, durante o pouso há um grande desperdício de grãos de pólen, sendo transferida apenas uma pequena quantidade de grãos de pólen de uma planta para outra. Mas, apesar do desperdício de grãos de pólen, os pés e partes ventrais são locais mais seletivos e de incomum deposição em beija-flores, diminuindo, assim, a competição por polinizadores entre espécies vegetais.

Além disso, a baixa quantidade de pólen de *H. velutina* (146.111 grãos de pólen por flor) quando comparada a *H. brevispira* (326.000 grãos de pólen por flor) (Franceschinelli 2005), planta que apresenta mecanismo similar, e a grande quantidade de grãos de pólen inviáveis de anteras más formadas, podem limitar ainda mais a transferência de pólen pelos polinizadores. Apesar de ser autocompatível, *Helicteres velutina* apresenta mecanismo para evitar a autopolinização espontânea, como protrândria, dependendo de agentes polinizadores para execução de sua polinização.

Visitantes florais – As flores de *H. velutina* foram visitadas por beija-flores, abelhas e borboletas de modo semelhante a outras espécies do gênero (Santharam 1996; Franceschinelli 2005), porém são polinizadas apenas por beija-flores, corroborando sua síndrome floral e reforçando o conceito de síndrome de polinização. Das cinco espécies de beija-flores visitantes as flores de *H. velutina*, todos foram consideradas como polinizadores. *Chlorostilbon lucidus* e *Chrysolampis mosquitos* foram considerados os principais polinizadores devido a sua alta frequência e comportamento durante as visitas, além do tamanho do corpo similar ao comprimento do androginóforo. *Anopetia gounellei* e *Phaethornis pretrei* foram considerados como polinizadores secundários, devido à baixa frequência. A ausência destes beija-flores durante o período em que foi realizada a frequência de visitantes pode estar relacionada ao fato dos beija-flores Phaethornitinae serem mais sensíveis à presença humana e viverem mais no interior da vegetação (Grantsau 1989; Silva *et al.* 2003), uma vez que *H. velutina* ocorre principalmente em local aberto, como perto de estradas.

Segundo classificação de Feinsinger *et al.* (1987) e Buzato *et al.* (2000) as flores de *H. velutina* se enquadram como flores de corola longa (comprimento de corola > 25mm). As estruturas sexuais estão elevadas pelo androginóforo, apresentando deposição de pólen nos pés ou na parte ventral do corpo do animal sendo necessário que a razão entre os pés e o bico seja próximo a 50 mm, equivalente ao tamanho do androginóforo. *Chlorostilbon lucidus* e *Chrysolampis mosquitos* foram os beija-flores que apresentaram proporções similares ao comprimento do androginóforo.

A maioria das plantas polinizadas por beija-flores apresentam deposição de pólen na cabeça ou bico (Faegri & van der Pijl 1979, Franceschinelli 2005, Buzato *et al.* 2000). No estudo realizado por Buzato *et al.* (2000), 44% das espécies de plantas ornitófilas apresentaram deposição de pólen no bico dos beija-flores polinizadores. No levantamento feito por Franceschinelli (2005), 34,29% das espécies ornitófilas em geral apresentam

deposição no bico, seguido da testa (18,57%) e cabeça (14,28%). Assim como *H. velutina*, *H. brevipira* também apresenta deposição de pólen na parte ventral e na cauda de seus polinizadores (Franceschinelli 2005), porém nos pés é o primeiro registro. As borboletas e abelhas foram consideradas pilhadoras de néctar e *A. mellifera* pilhadora de néctar e pólen de *H. velutina* semelhante ao registrado para *H. guazumaefolia* (Cara 2002).

A grande proporção de flores removidas por *T. spinipes* pode afetar o sucesso reprodutivo de *H. velutina*, assim também como a remoção polínica realizada por *A. mellifera*, já que diminui ainda mais a quantidade de grãos de pólen disponível aos polinizadores. Assim como em *Camptosema pedicellatum* (Capítulo 1), *Trigona spinipes* roubava néctar e inviabilizava reprodutivamente as flores de *H. velutina*, abrindo orifícios, através dos quais *A. mellifera* podia utilizar ou não para pilhar o néctar. A ação predadora de *T. spinipes* tem chamado atenção no Parque Nacional do Catimbau, sendo relatado por diferentes autores (Santos 2005; Rocha *et al.* 2007), interferindo no sucesso reprodutivo das espécies estudadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Emerson Lucena (UFSC), às MSc. Elisangela Bezerra e Tarcila Nadia e à Carolina Liberal, Marcos Gabriel Mendes e Marcos Meiado pela ajuda nos trabalhos de campo. Ao MSc. Weber Girão pela identificação dos beija-flores. Ao IBAMA, na pessoa de Francisco de Assis Araújo, pela autorização para execução do trabalho no Parque Nacional do Catimbau. Ao CPRH por disponibilizar os dados pluviométricos. À CAPES pela bolsa de Mestrado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLURI, J.B.; RAO, S. P. & SUBBA, C.R. 2000. Pollination ecology of *Helicteres isora* Linn. (Sterculiaceae). *Current Science* 78: 713-719.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá/ MCT-CNPq/ Conservation International.
- BAKER, H.G. 1975. Sugar concentration in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica* 7: 37-41.

- BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A. & LIMA, L.C.M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. p. 657-693. In: I.R. Leal, M. Tabarelli, J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife, Universidade Federal de Pernambuco.
- BARROSO, G. M. 1978. Sistemática de Angiospermas do Brasil. Vol. 1. Imprensa Universitária, Viçosa.
- BIERZYCHUDEK, P. 1981. Pollination limitation of plant reproductive effort. The American Naturalist 117: 838-840.
- BUZATO, S.; SAZIMA, M. & SAZIMA, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. Biotropica 32: 824-841.
- CARA, P.A.A. 2002. Efeito da oferta de flores e da produção de néctar na frequência de visitas de beija-flores em *Helicteres guazumaefolia* H.B.K. (Sterculiaceae), no Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.
- CRUDEN, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. Evolution 31: 32-46.
- ENDRESS, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3rd edition. Pergamon Press. Oxford, England.
- FEINSINGER, P; BEACH, J.H.; LINHART, Y.B., BUSBY, W.H. & MURRAY, K.G. 1987. Disturbance, pollinator predictability and pollination success among Costa Rica cloud forest plants. Ecology 68: 1294-1305.
- FRANCESCHINELLI, E. V. & BAWA, K. S. 2000. The effect of ecological factors on the mating system of a South American shrub species (*Helicteres brevispira*). Heredity 84: 116-123.
- FRANCESCHINELLI, E. V. 2005. The pollination biology of two species of *Helicteres* (Malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. Flora 200: 65-73.
- FRISCH, J.D. & FRISCH, C.D. 2005. Aves brasileiras e plantas que as atraem. 3^a Edição. Ed. Dalgas Ecoltec – Ecologia Técnica Ltda. SãoPaulo – SP, Brasil. p. 134-147.
- GENTRY, A. H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6: 64-68.
- GRANTSAU, R. 1989. Os beija-flores do Brasil. Rio de Janeiro, Expresso e Cultura, 2 ed.

- GRIZ, L.M.S. & MACHADO, I.C. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- IBAMA. [on line]. Disponível na Internet via <http://www.ibama.gov.br/siucweb/mostraUc.php?seqUc=1438> Consulta realizada em 08/junho/2006.
- JOLY, A. B. 1991. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 10 ed. Editora Nacional, São Paulo.
- KNUTH, P. 1904. Handbuch der Blütenbiologie. III, 1, 570p. Wilhelm Engelmann Verlag, Leipzig.
- LOPES, A.V. & MACHADO, I.C. 1996. Biologia Floral de *Swartzia pickelii* (Leguminosae - Papilionoideae) e sua polinização por *Eulaema* spp. (Apidae-Euglossini). *Revista Brasileira de Botânica* 19: 17-24.
- LOPES, A.V.F. 2002. Polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica Pernambucana, Nordeste do Brasil. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MACHADO, I.C.; BARROS, L.M. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1997. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29: 57-68.
- MAÊDA, J.M. 1985. Manual para uso da câmara de Neubauer para contagem de pólen em espécies florestais. UFRRJ. Departamento de Silvicultura.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. & BAKER, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland Tropical Rain Forest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A. 1996. The natural history of pollination. Oregon, Tiber Press.
- RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. Vascular plant systematics. Harper & Row Publishers, New York.
- ROBINSON, I. 1924. Narbe, stigmatochromie, als morpho-biologische Blütenuntersuchungsmethode. *Sipzungsberichten Akad. Wiss. Wren, math. – mat. Kl., Abt. 133*: 180-213.
- ROCHA, E.A.; MACHADO, I.C. & ZAPPI, D.C. 2007. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. *Bradleya* 25: 125-128.

- SANTHARAM, V. 1996. Visitation patterns of birds and butterflies at a *Helicteres isora* Linn. (Sterculiaceae) clump. *Current Science* 70: 316-319.
- SANTOS, M.J.L. 2005. Polinização por beija-flores no Parque Nacional do Catimbau, Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.
- SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1988. *Helicteres ovata* (Sterculiaceae), pollinated by bats in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 101: 269-271.
- SCHAAL, B.A. & LEVERICH, W.J. 1980. Pollination making in *Lupinus texensis* (Leguminosae). *Southwestern Naturalist* 25: 280-282.
- SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, p. 422-466.
- SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D. & CARLOS, C. J. 2003. Aves da caatinga: *Status*, uso do habitat e sensibilidade. Pp 237-273. *In* I. R. Leal; M. Tabarelli & J. M. C. Silva (eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- SOBREVILA, C. & ARROYO, M.T.K. 1982. Breeding systems in a Montane Tropical Cloud Forest in Venezuela. *Plant Systematics and Evolution* 140: 19-37.
- SOUZA, V.C. & LORENZZI, H. 2005. *Botânica Sistemática*. Instituto Plantarum. Nova Odessa, São Paulo.
- STILES, F.G. 1976. Taste preference, color preference and flowers choice in hummingbirds. *Condor* 78: 10-26.
- ZAPATA, T.R. & ARROYO, M.T.K. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica* 10: 221-230.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
FEDERAIS DO BRASIL

Parque Nacional do Catimbau

- Localização no Brasil -

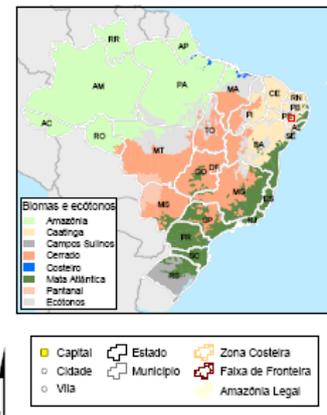
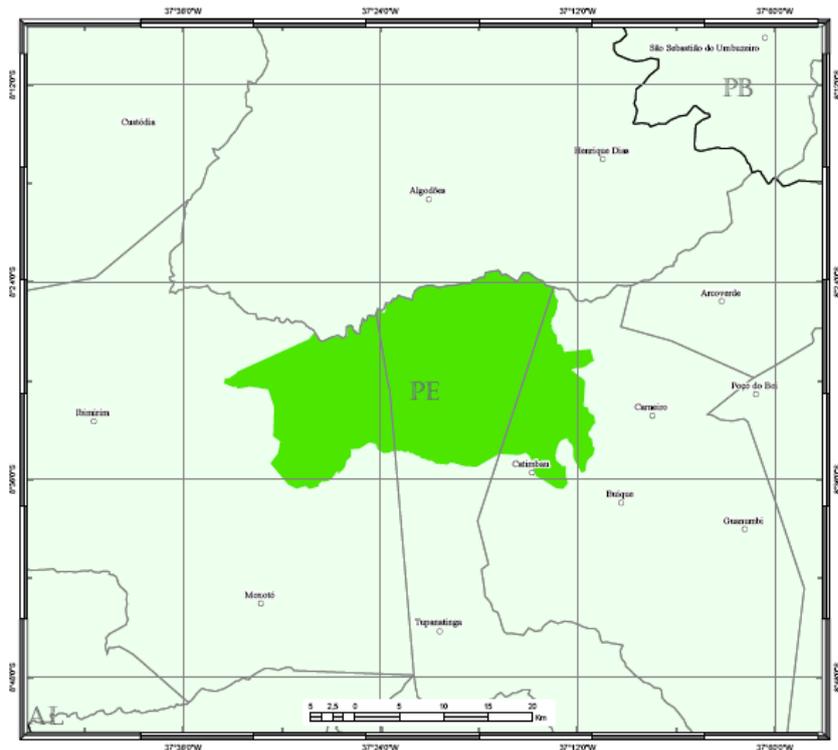


Figura 1. Mapa Parque Nacional do Catimbau (Fonte IBAMA). Vista do Morro do cachorro, próximo a entrada da trilha das torres (A); e vista em cima da Serra Branca no PARNA Catimbau (B).

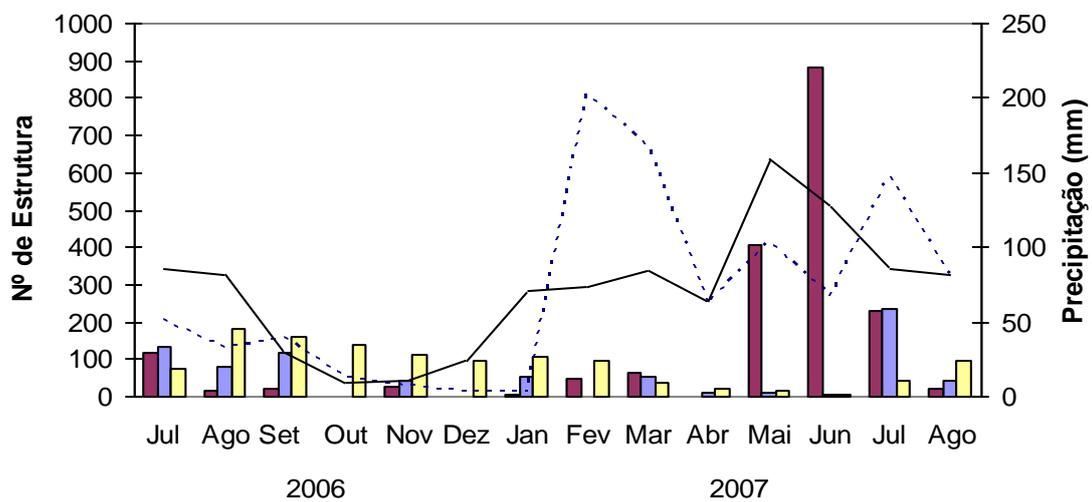


Figura 2. Intensidade de Botões (■), Flores (■) e Frutos (■) de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau. Precipitação mensal histórica do município de Buíque (—) e entre o período de julho/2006 a agosto/2007 (---) (n=10) (CPRM).

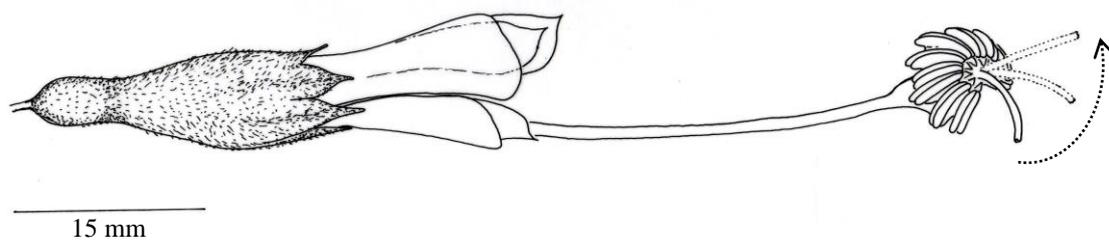


Figura 3. Movimentação do estilete, da fase masculina, quando o estigma está direcionado para baixo, à fase feminina, com o estigma receptível e ereto, alcançando o mesmo nível das anteras.



Figura 4. Seqüência da antese de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. Início da antese (A), crescimento do androgínóforo (B a D) e deiscência das anteras (C), com pétalas ainda brancas. Durante o crescimento há uma mudança de coloração das pétalas para rosa (E) até atingir a cor vermelha (F).

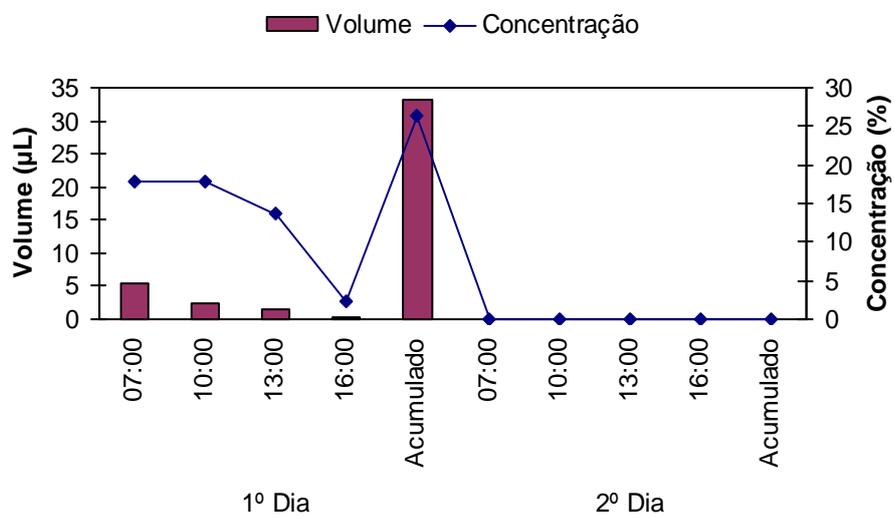


Figura 5. Dados de média de volume (µL) e concentração (%) de néctar, ao longo do dia e acumulado de *Helicteres velutina* ao longo de dois dias no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE (n=20).

Tabela 1. Morfometria floral, grãos de pólen por flor, viabilidade polínica e razão P/O de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/ PE (n=16).

Caracteres Florais	Quantidade/Tamanho
Sépalas	5
Pétalas	5
Estames e Estaminódios	10 e 5
Estilete	1
Ovário (carpelos e lóculos)	5 e 5
Óvulos	80,1 ($\pm 5,67$)
Grãos de pólen/flor	146.111,1 ($\pm 39.982,64$)
Razão P/O	1.834,1 ($\pm 464,62$)
Viabilidade polínica	97,83% ($\pm 1,97$)
Comprimento do androginóforo*	49,89 ($\pm 0,22$)
Comprimento da corola*	29,94 ($\pm 0,22$)
Largura da corola*	16,58 ($\pm 0,38$)

* tamanho em mm.

Tabela 2. Sistema Reprodutivo de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque/PE.

Tratamentos	Flores/Frutos/Sementes (n)	Sucesso (%)
Autopolinização espontânea	50/0/-	0
Autopolinização manual	31/7/26	22,58
Polinização cruzada	37/6/38	16,22
Formação natural de frutos	100/6/44	6

Tabela 3. Visitantes florais e frequência de visitas em *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau. MF= muito freqüente (> 10 visitas.horas⁻¹), F= freqüente (± 5 visitas.horas⁻¹), PF= pouco freqüente (≤ 3 visitas.horas⁻¹), P= Polinizador.

Visitantes	Comp. do bico (mm)*	Tamanho do corpo (mm)*	Frequência	Res. da visita
Trochilidae				
Trochilinae				
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	20	53,5	MF	P
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	12	64	MF	P
<i>Eupetomena macroura</i>	21	80	PF	-
Phaethornitinae				
<i>Anopetia gonellei</i>	28	70	PF	P
<i>Phaethornis pretrei</i>	35	88	PF	P

* Segundo Grantsau (1989).

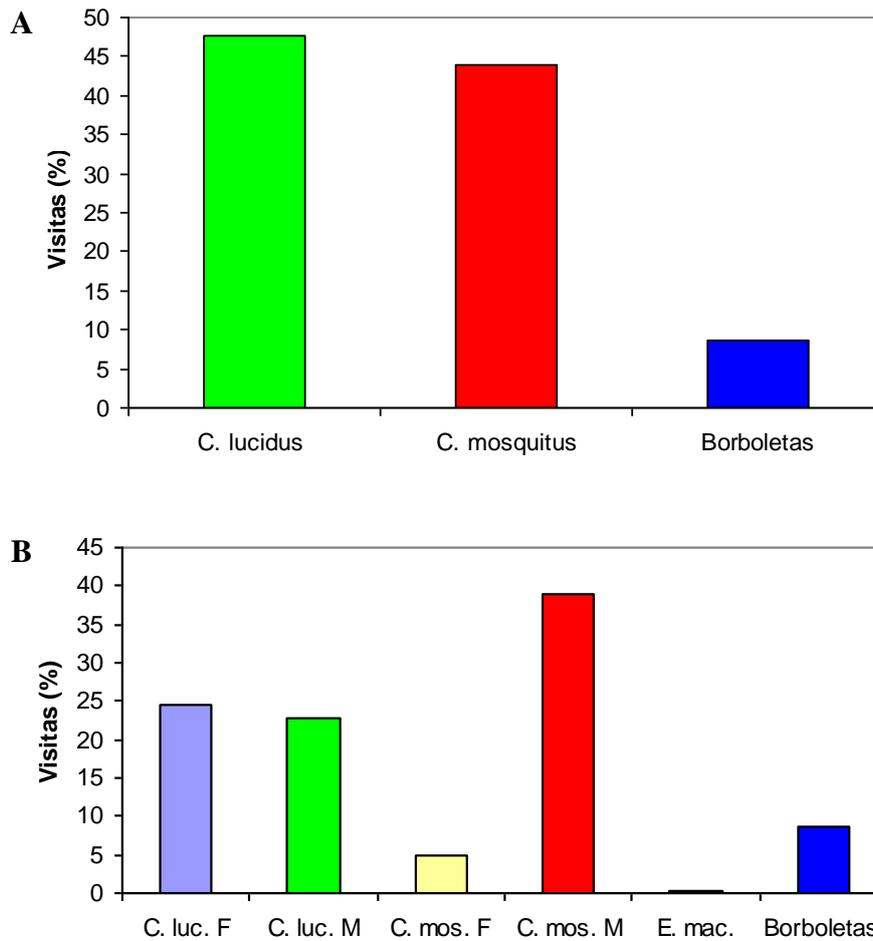


Figura 6. Comparação entre o percentual de visitas realizadas entre *Chlorostilbon lucidus* (■), *Chrysolampis mosquitus* (■), *Eupetomena macroura* (■) e borboletas (■), às flores de *Helicteres velutina*, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE.

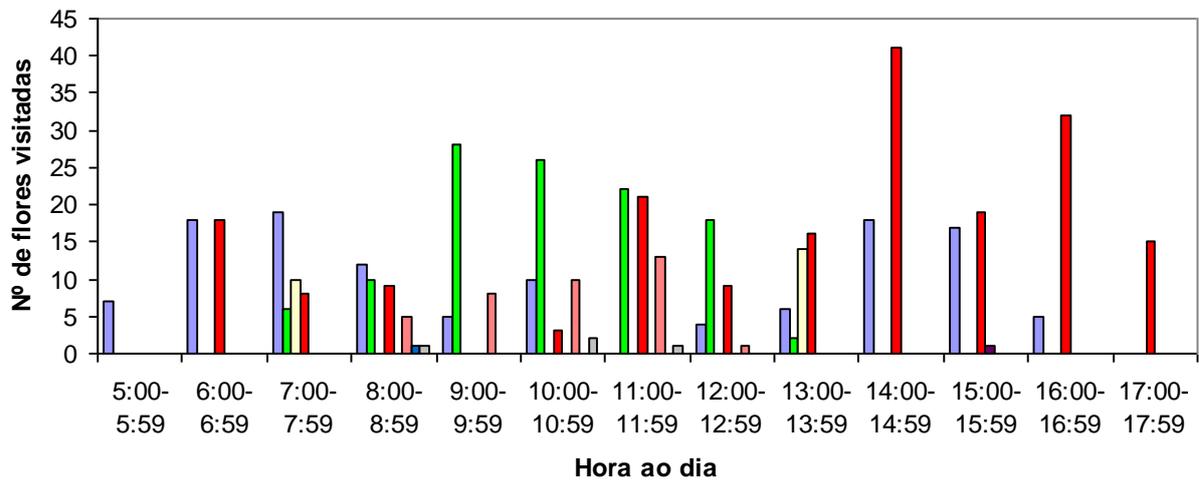


Figura 7. Frequência de visitas às flores de *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE. *Chlorostilbon lucidus* fêmea (■), *C. lucidus* macho (■), *Chrysolampis mosquito* fêmea (■), *C. mosquito* macho (■), *Eupetomena macroura* (■), *Phoebis sennae* (■), *Anteos clorinde* (■) e Borboleta sp.1 (■).



Figura 8. Hábito arbustivo (A); anteras com má formação (B); fase feminina (C) e masculina (D) de *Helicteres velutina*, no Parque Nacional do Catimbau.



Figura 9. Visita dos beija-flores *Chlorostilbon lucidus* macho (A) e fêmea (B) e *Chrysolmapis mosquitus* macho (C) e fêmea (D) e das borboletas *Anteos clorinde* (E) e *Phoebis sennae* (F) a *Helicteres velutina* no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE.



Figura 10. Pilhagem das abelhas *Apis mellifera* (A e B) e em detalhe, androginóforo predado (C) por *Trigona spinipes* e pilhagem pela mesma abelha (D) à *Helictes velutina*.

6 CONCLUSÕES

A floração e frutificação sazonal de *Camptosema pedicellatum* e o padrão sub-anual de *Helicteres velutina* permitem sobreposição das fenofases reprodutivas por um curto período entre as espécies.

Os atributos florais de ambas as espécies se enquadram na síndrome de ornitofilia e, de fato, o principal polinizador das duas espécies foi *Chlorostilbon lucidus* e *Chrysolampis mosquitus* apenas para *H. velutina*, corroborando com a síndrome. O fato das espécies apresentarem polinizadores em comum, não interfere no sucesso reprodutivo das espécies, uma vez que o local de deposição de pólen nas espécies visitantes é distinto e o período de sobreposição na floração é curto.

O fato de serem visitadas por seis espécies de beija-flores, uma das quais *Anopetia gounellei*, endêmica da Caatinga, evidencia a importância das duas espécies estudadas na manutenção da fauna de beija-flores local.

Embora autocompatível, *Helicteres velutina* apresenta mecanismo para evitar a autopolinização espontânea, como protrândria. Por sua vez, *Camptosema pedicellatum* não apresenta qualquer mecanismo, mas é uma espécie auto-incompatível. Ambas as espécies, portanto, dependem em maior ou menor grau de agentes polinizadores para execução de sua reprodução sexuada.

A ação predatória da abelha *Trigona spinipes* às flores das duas espécies estudadas deve estar relacionada a problemas de devastação na área, sendo necessária a implantação de projetos de manejo e conservação no Parque Nacional do Catimbau, para que sua diversidade seja preservada, assim como os processos e interações ecológicas existentes no ecossistema.

ANEXOS



Objetivo

A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Inglês ou Espanhol. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

Normas gerais para publicação de artigos na Acta Botanic

1. A **Acta Botanica Brasilica** publica artigos originais em todas as áreas da Botânica, básica ou aplicada, em Português, Espanhol ou Inglês. Os trabalhos deverão ser motivados por uma pergunta central que denote a originalidade e o potencial interesse da pesquisa, de acordo com o amplo espectro de leitores nacionais e internacionais da Revista, inserindo-se no debate teórico de sua área.

2. Os artigos devem ser concisos, em **quatro vias, com até 25 laudas**, sequencialmente numeradas, incluindo ilustrações e tabelas (usar fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço entre linhas 1,5; imprimir em papel tamanho A4, margens ajustadas em 1,5 cm). A critério da Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos poderão ser aceitos, sendo o excedente custeado pelo(s) autor(es).

3. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* devem estar em itálico.

4. O título deve ser escrito em caixa alta e baixa, centralizado, e deve ser citado da mesma maneira no Resumo e Abstract da mesma maneira que o título do trabalho. Se no título houver nome específico, este deve vir acompanhado dos nomes dos autores do táxon, assim como do grupo taxonômico do material tratado (ex.: Gesneriaceae, Hepaticae, etc.).

5. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em caixa alta e baixa, todos em seguida, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional e/ou fonte financiadora do trabalho (bolsas, auxílios etc.). Créditos de financiamentos devem vir em **Agradecimentos**, assim como vinculações do artigo a programas de pesquisa mais amplos, e não no rodapé. Autores devem fornecer os endereços completos, evitando abreviações, elegendo apenas um deles como Autor para correspondência. Se desejarem, todos os autores poderão fornecer e-mail.

6. A estrutura do trabalho deve, sempre que possível, obedecer à seguinte seqüência:

- **RESUMO e ABSTRACT** (em caixa alta e negrito) - texto corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo e com cerca de 200 palavras. Deve ser precedido

pelo título do artigo em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até cinco palavras-chave à escolha do autor, em ordem de importância. A mesma regra se aplica ao Abstract em Inglês ou Resumen em Espanhol.

- **Introdução** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter uma visão clara e concisa de: a) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) objetivos.

- **Material e métodos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): deve conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho; técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas - podem ser incluídos se forem de extrema relevância e devem apresentar qualidade adequada para impressão. Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em **Resultados** deve, obrigatoriamente, estar descrito no item **Material e métodos**.

- **Resultados e discussão** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): podem conter tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas) estritamente necessárias à compreensão do texto. Dependendo da estrutura do trabalho, resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

As figuras devem ser todas numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no lado inferior direito; as escalas, sempre que possível, devem se situar à esquerda da figura. As tabelas devem ser seqüencialmente numeradas, em arábico com numeração independente das figuras.

Tanto as figuras como as tabelas devem ser apresentadas em folhas separadas (uma para cada figura e/ou tabela) ao final do texto (originais e 3 cópias). Para garantir a boa qualidade de impressão, as figuras não devem ultrapassar duas vezes a área útil da revista que é de 17,5?23,5 cm. Tabelas - Nomes das espécies dos táxons devem ser mencionados acompanhados dos respectivos autores. Devem constar na legenda informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, devem ter suas explicações na legenda.

As ilustrações devem respeitar a área útil da revista, devendo ser inseridas em coluna simples ou dupla, sem prejuízo da qualidade gráfica. Devem ser apresentadas em tinta nanquim, sobre papel vegetal ou cartolina ou em versão eletrônica, gravadas em .TIF, com resolução de pelo menos 300 dpi (ideal em 600 dpi). Para pranchas ou fotografias - usar números arábicos, do lado direito das figuras ou fotos. Para gráficos - usar letras maiúsculas do lado direito.

As fotografias devem estar em papel brilhante e em branco e preto. **Fotografias coloridas poderão ser aceitas a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultada, e se o(s) autor(es) arcar(em) com os custos de impressão.**

As figuras e as tabelas devem ser referidas no texto em caixa alta e baixa, de forma abreviada e sem plural (Fig. e Tab.). Todas as figuras e tabelas apresentadas devem, obrigatoriamente, ter chamada no texto.

Legendas de pranchas necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas figuras e tabelas. Gráficos - enviar os arquivos em Excel. Se não estiverem em Excel, enviar cópia em papel, com boa qualidade, para reprodução.

As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, devem ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Usar unidades de medida de modo abreviado (Ex.: 11 cm; 2,4 µm), o número separado da unidade, com exceção de porcentagem (Ex.: 90%).

Escrever por extenso os números de um a dez (não os maiores), a menos que seja medida. Ex.: quatro árvores; 6,0 mm; 1,0 4,0 mm; 125 exsiccatas.

Em trabalhos taxonômicos o material botânico examinado deve ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão e na seguinte ordem: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, *coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário).*

Ex.: **BRASIL. São Paulo:** Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., *Milanez 435 (SP).*

No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* (atentar para o que deve ser grafado em CAIXA ALTA, Caixa Alta e Baixa, caixa baixa, **negrito**, *itálico*).

Chaves de identificação devem ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não devem aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, devem ser numerados seguindo a ordem alfabética. Ex.:

1. Plantas terrestres
 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deve reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecem apenas em *itálico*. Autores de nomes científicos devem ser citados de forma abreviada, de acordo com índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Ex.:

1. *Sepulveda albicans* L., **Sp. pl. 2: 25. 1753.**
Pertencia albicans Sw., **Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870.**
Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou discussão devem ser escritas em caixa alta e baixa, seguida de um traço e o texto segue a mesma linha.

Ex.: Área de estudo - localiza se ...

Resultados e discussão devem estar incluídos em conclusões.

- **Agradecimentos** (em caixa alta e baixa, negrito, deslocado para a esquerda): devem ser sucintos; nomes de pessoas e Instituições devem ser por extenso, explicitando o porquê dos agradecimentos.

- **Referências bibliográficas**

- Ao longo do texto: seguir esquema autor, data. Ex.:

Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997).

- Ao final do artigo: em caixa alta e baixa, deslocado para a esquerda; seguir ordem alfabética e cronológica de autor(es); **nomes dos periódicos e títulos de livros devem ser grafados por extenso e em negrito**. Exemplos:

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**. Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I.

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. Amaranthaceae. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Para maiores detalhes consulte os últimos fascículos recentes da Revista, ou os links da mesma na internet: www.botanica.org.br. ou ainda artigos on line por intermédio de www.scielo.br/abb.

Não serão aceitas **Referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações resumos simples de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses** devem ser evitadas ao máximo; se necessário, citar no corpo do texto. **Ex.: J. Santos, dados não publicados ou J. Santos, comunicação pessoal.**

Objetivo

A **Revista Brasileira de Botânica** é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - SBSP, cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, em português, espanhol ou inglês.

Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias**, devem ser enviados ao Editor Responsável da **Revista Brasileira de Botânica** no endereço abaixo.

A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação**. Igualmente, **fotografias coloridas** poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação das mesmas**. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas gratuitamente 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, µmol.min⁻¹ ao invés de µmol/min).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* Monocots: Systematics and Evolution (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* Flora brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 15 x 21 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão reduzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem vir acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.