

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O SISTEMA *ASCLEPIAS CURASSAVICA* L., *EPIDENDRUM FULGENS* BRONGN. E *LANTANA CAMARA* L. CONSTITUI UM COMPLEXO MIMÉTICO, COM BORBOLETAS COMO OPERADORES?  
UM ESTUDO NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA, TORRES, RS

**DANIELA FUHRO**

PORTO ALEGRE, MAIO DE 2006.

O SISTEMA *ASCLEPIAS CURASSAVICA* L., *EPIDENDRUM FULGENS* BRONGN. E *LANTANA CAMARA* L. CONSTITUI UM COMPLEXO MIMÉTICO, COM BORBOLETAS COMO OPERADORES?

UM ESTUDO NO PARQUE ESTADUAL DE ITAPEVA, TORRES, RS

DANIELA FUHRO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em Ecologia  
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos para a obtenção  
do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Edgar Irgang  
Co-orientador: Prof. Dr. Aldo Mellender de Araújo

Banca Examinadora:  
Prof. Dr. Gilson Rudinei Pires Moreira  
Prof. Dr. Jorge Luiz Waechter  
Profa. Dra. Cristiana Koschnitzke

Porto Alegre, maio de 2006.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Natureza como um todo, em toda sua magnitude, seus mistérios e esplendor. Especialmente, aos animais e plantas do precioso Parque Estadual de Itapeva, onde pude executar os trabalhos de campo, andando pelas maravilhosas dunas rodeadas por matas, flores, pássaros, insetos, cobras, lagartos, tuco-tucos, escutando o barulho do mar atlântico, sob aquele céu encantador...Na esperança de que o colorido da vida de cada borboleta e flor observada possa inspirar maior consciência da importância e preciosidade daquele remanescente do Bioma Mata Atlântica no sul do Brasil.

*“Luz do sol,  
Que a folha traga e traduz  
Em verde novo em folha,  
Em graça, em vida, em força, em luz...  
Céu azul  
Que vem até onde os pés  
Toçam a terra  
E a terra inspira e exala seus azuis...  
Reza, reza o rio,  
Córrego pra o rio,  
O rio pro mar...  
Reza a correnteza,  
Roça a beira,  
Doura a areia...  
Marcha o homem sobre o chão,  
Leva no coração uma ferida acesa  
Dono do sim e do não  
Diante da visão da infinita beleza  
Finda por ferir com a mão,  
Essa delicadeza  
Coisa mais querida,  
A glória da vida...”*

*Luz do Sol  
Caetano Veloso*

A Henrique Leo Fuhro

*In memoriam*

A Bruno Edgar Irgang

*In memoriam*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a muitas pessoas que colaboraram durante este trabalho:

Meus orientadores, os professores Bruno Edgar Irgang e Aldo Mellender de Araújo, pela oportunidade, por acreditarem na minha capacidade e neste estudo.

Mardiore Pinheiro, que ensinou-me os primeiros passos no estudo da polinização, com muita paciência e atenção a cada questionamento.

Candice Salerno Gonçalves pela grande amizade, pelo incentivo ao trabalho no Parque Estadual de Itapeva, ajuda nos trabalhos de campo (sob sol e sob chuva) e pelo companheirismo em diversos momentos (gargalhadas, desesperos, choradeiras, angústias, abraços, bananas, chocolates...).

Marcos de S. Fialho, pela grande parceria, ajuda nos trabalhos de campo sob aquele “super” sol, caldo-de-cana com limão, pamonhas, leituras, troca de idéias, correções de textos, bom humor e paciência com meus temperos e destemperos.

Teo Halfen, Ana Luiza Matte, Jorge Soledar, Robberson Setubal e Tatiana Pereira pela companhia nos trabalhos de campo, troca de idéias, força e alegria nos acampamentos; Teo inclusive montou um belo banco de imagens registradas pela restinga do PEVA, muito obrigada! E Jorge Soledar pelos belíssimos desenhos das flores que integram este trabalho!

Professora Rosy Isaias e Ana Sílvia Moreira (UFMG) pelo interesse na realização da anatomia do nectário de *E. fulgens*, pela atenção e pelo belo estudo.

Professores Gilson R. P. Moreira, Geraldo Soares e Jorge Luiz Waechter (UFRGS), pela atenção dispensada aos meus questionamentos, sugestões, ensinamentos.

Josielma Hofman e Elisete Gauer pelas trocas de idéias e bibliografias; e à Josielma pelo apoio na realização dos experimentos de cruzamento em *E. fulgens* e ajuda nos trabalhos de campo.

Lucas Kaminski e Cristiano Agra pela identificação de alguns lepidópteros (a Cristiano também pela ajuda em campo); Andersonn S. Prestes e Alfred Moser

pela identificação de *Tmolus echion* e *Melipotis* sp., através de José Eloy dos Santos Júnior e do professor Élio Corseuil (PUCRS).

Professora Elena Diehl (UNISINOS) pela identificação das espécies de formigas.

Professora Maria Luisa Lorscheitter (UFRGS) pelas informações palinológicas sobre *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara*, assim como, pela atenção de sempre.

Professor Rodrigo Singer (UFRGS) pela atenção dispensada as minhas dúvidas sobre polinização, biologia floral, taxonomia, pelas sugestões e incentivo.

Márcia Poitevin Silveira pela amizade e paciência em emprestar-me seu computador para o desenvolvimento da dissertação, a qualquer hora, bem como, à Dona Enilza, pela acolhida, paciência e pelos quitutes diversos.

Gilberto Dolejal Zanetti pelos ensinamentos bioquímicos, pelo incentivo e pela disponibilidade na elaboração dos extratos florais.

Emerson Pansarin e Fábio Pinheiro pelos questionamentos sobre *Epidendrum* e fornecimento de bibliografias.

Márcia Vignoli-Silva pelos ensinamentos botânicos, revisão das descrições e sua amizade, bem como, pela acolhedora recepção da professora Lilian Mentz e Edson C. Soares pela padronização das pranchas botânicas e amizade.

Rodrigo Cambará Printes pela troca de idéias, amizade e ajuda no Bioestat.

Rogério Both pela elaboração do mapa de localização do PEVA.

Bianca Abrão pela identificação de alguns himenópteros e ajuda em campo.

Silvana Barzotto, Jones Pais, Aglaé Silveira, Lourdes Mariah, Sônia Silveira, Magdalena Camboim, Vera Kunz, Deize de Vargas, Anelise Hahn, Paulo Bergonci, Fernando Campello, Adriano Andrejew, Tiago de Marcchi, Roges Roveda, Tatiana Lucas e Verônica de Souza pelos auxílios diversos, pelo incentivo e pela amizade.

Seu Mércio Bitencourt e Dona Mary, sempre solícitos e atenciosos comigo e meus companheiros, muito obrigada! E também à Maria de Fátima, Tadeu, Seu Chico, Seu Antoninho e Seu Rony, pela acolhida de sempre em Itapeva.

Minha família, Lola, Henrique, Francisco, Victor, Frederico, Emílio, Nicolas, Luiz Henrique, Carlos Emílio e Felipe que admiram meus estudos.

À Natureza, todo meu agradecimento, inclusive, pela proteção recebida.

Edson Rosa pela revisão de português.

Patrick Colombo, administrador do PEVA quando este estudo foi realizado.

Ao PPG-Ecologia pela oportunidade e à CAPES pela bolsa de estudos.

## RESUMO

O mimetismo é uma adaptação onde duas ou mais espécies, que podem pertencer a grupos taxonômicos distintos, assemelham-se no padrão geral de cor e/ou forma e que devido a isso são confundidas por um outro organismo. Os tipos clássicos de mimetismo, Batesiano e Mülleriano, nem sempre se ajustam a estudos com flores; esta limitação, todavia, não afeta o chamado Sistema Tripartido. O Sistema Tripartido foi proposto originalmente por Wolfgang Wickler (1968) e aperfeiçoado por Richard I. Vane Right (1976); o sistema é formado por três elementos constantes: modelo ( $S_1$ ), o mímico ( $S_2$ ) e operador (O – o qual Wickler originalmente representou como R – receptor de sinal). O presente estudo concentra-se em três plantas que coexistem na restinga do Parque Estadual de Itapeva, Torres, as quais mostram um padrão convergente na coloração de suas flores. As espécies são *Asclepias curassavica* (Apocynaceae [Asclepiadoideae]), *Lantana camara* (Verbenaceae), ambas produtoras de néctar, e *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae [Epidendroideae]), aparentemente não produtora de néctar e considerado o suposto mímico do sistema. O trabalho de campo foi realizado entre a primavera de 2004 e verão de 2006. Para tanto, foram avaliados aspectos concernentes ao número e identificação dos polinizadores potenciais (especialmente borboletas – excepcionalmente, uma ou duas espécies de mariposas foram encontradas, porém mostrando baixa contribuição); às fenofases de floração e frutificação das três espécies. Também foram realizados experimentos de cruzamento em *E. fulgens* (autopolinização espontânea e induzida, geitonogamia, xenogamia); remoção de polinários de *E. fulgens* em relação à distância da fonte de néctar (*L. camara*), bem como uma descrição da anatomia do nectário de *E. fulgens* para verificar a existência de tecido produtor de néctar. Dentre as 28 espécies de lepidópteros diurnos que foram registradas, destacam-se *Agraulis vanillae maculosa*, *Dryas iulia alcionea*, *Heliconius erato phyllis*, *Tegosa claudina* (Nymphalidae) e *Urbanus simplicius* (Hesperiidae), as quais visitam as três espécies de plantas. Não houve sincronia de floração entre as fenofases, ou seja, não houve diferença estatística entre *A. curassavica*,



*Epidendrum fulgens* e *Lantana camara*. Os experimentos de cruzamento mostraram que *E. fulgens* é polinizador-dependente. A remoção de polinários de *E. fulgens* foi baixa, talvez porque a oferta de flores seja alta. Os testes sobre a anatomia do nectário de *E. fulgens* sugerem que não há produção de néctar (Anexo 2). Estes resultados sugerem que *A. curassavica*, *Epidendrum fulgens* e *Lantana camara*, no cenário ecológico do Parque Estadual de Itapeva, não constituem um complexo mimético. Porém, isto não invalida a possibilidade de que estas plantas realmente constituam um sistema mimético, considerando-se que o presente estudo foi realizado dentro de um curto espaço de tempo, enquanto que estudos a respeito de processos evolutivos requerem maior tempo de observações.

Palavras-chave: Mimetismo floral, *Asclepias curassavica*, *Epidendrum fulgens*, *Lantana camara*, Sistema Tripartido, Lepidoptera, remoção de polinários, fenofases, Parque Estadual de Itapeva.

## ABSTRACT

Mimicry is an adaptation where two or more species which can belong to different taxonomic groups, are similar in color pattern and/or behavior, and that for this reason are not discriminated by a third species. Classical Batesian and Müllerian mimicry are not generally useful to describe examples of plant mimicry; however, the so-called tripartite mimicry system does not suffer this restriction. The Tripartite System was first envisaged by Wolfgang Wickler (1968) and latter elaborated and expanded by Richard I. Vane-Wright (1976); the system is based in three constant elements, the model ( $S_1$ ), the mimic ( $S_2$ ) and the operator (O – which Wickler originally represented as R – signal receiver). The present study concentrates on three plants that coexist at Parque Estadual de Itapeva, Torres, RS, and that show a convergence in the pattern of flower color. The species are *Asclepias curassavica* (Apocynaceae [Asclepiadoideae]), *Lantana camara* (Verbenaceae), both nectar producers and *Epidendrum fulgens* (Orchidaceae [Epidendroideae]) which does not produce nectar and that is considered the mimic in the system. Field work has been done between the spring of 2004 and the summer of 2006. The variables studied were the number and the identity of the potential pollinators (specifically butterflies – exceptionally one or two moths were found but with little contribution), flower and fruit phenology in the three species. Experiments in the field were conducted in *E. fulgens* to ascertain the mating system of this plant (spontaneous and induced self-pollination, geitonogamy and xenogamy). Moreover, to complement the test of hypothesis of mimicry of *E. fulgens* in relation to *L. camara*, the frequency of removal of pollinaria in the orchid were estimated according to the distance from the nectar source. A description of the anatomy of the floral nectary of *E. fulgens* was also made, to test for nectar production. In the whole, 28 species of diurnal Lepidoptera were observed visiting the flowers of at least two of the three species of plants; among them, *Agraulis vanillae maculosa*, *Dryas iulia alcionea*, *Heliconius erato phyllis*, *Tegosa claudina* (Nymphalidae), and *Urbanus simplicius* (Hesperiidae) did so for the three species of plants. As for the

synchrony in flower phenology, there was no statistical significance for any combination of plants. The experiments for mating system of *E. fulgens* showed that this orchid is pollinator-dependent. Pollinaria removal was very low, which can be related to the extremely large number of inflorescences available in the area. The study of the anatomy of the nectary in *E. fulgens* suggested that the orchid does not produce nectar in detectable proportions (Appendix 2). Given all the results here reported, there is no indication that at the ecological scenario of the Parque Estadual de Itapeva, *L. camara*, *E. fulgens* and *A. curassavica* are members of a mimetic system. This does not invalidate the possibility that they really are a mimetic system, since the time spent in the study was short and that the evolution of adaptations demand a larger amount of time to be detected.

Key words: Floral mimicry, *Asclepias curassavica*, *Epidendrum fulgens*, *Lantana camara*, Tripartite System, Lepidoptera, removal of pollinaria, phenology, Parque Estadual de Itapeva.

## SUMÁRIO

	PÁGINAS
1. INTRODUÇÃO .....	01
1.1.O MIMETISMO .....	01
1.2.OS COMPONENTES DO COMPLEXO ESTUDADO .....	06
1.3. OBJETIVOS .....	10
1.3.1. OBJETIVO GERAL .....	10
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	17
2.2.1. FENOFASES.....	17
2.2.2. SISTEMA REPRODUTIVO.....	17
2.2.3. POLINIZADORES POTENCIAIS.....	18
2.2.4. OBSERVAÇÃO DOS POTENCIAIS POLINIZADORES.....	19
2.2.5. REMOÇÃO DE POLINÁRIOS DE <i>E. FULGENS</i> .....	20
2.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	21
2.2.7. EXEMPLARES DAS PLANTAS.....	21
3. RESULTADOS.....	21
3.1. FENOFASES.....	21
3.2. SISTEMA REPRODUTIVO.....	25
3.3. POLINIZADORES POTENCIAIS.....	26
3.4. OBSERVAÇÃO DOS POTENCIAIS POLINIZADORES.....	35
3.5. REMOÇÃO DE POLINÁRIOS DE <i>E.FULGENS</i> .....	38
4. DISCUSSÃO.....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## LISTA DE FIGURAS

	PÁGINAS
FIGURA 1. <i>Asclepias curassavica</i> L. A) aspecto geral da flor; B) porção apical da flor mostrando a corona com segmentos cuculiformes (a); C) vista lateral da flor com detalhes da antera (b), ginostégio (c) e ovário (d); D) aspecto do polinário, mostrando o retináculo (e), caudícula (f) e políneas (g).....	07
FIGURA 2. <i>Epidendrum fulgens</i> Brongn. A) aspecto geral da flor; B) vista lateral da flor com detalhes do labelo (a), pétala lateral (b), antera (c), coluna (d), cavidade estigmática (e), sépala dorsal (f), sépala lateral (g), nectário (h) e ovário (i); C) aspecto do polinário mostrando a caudícula (j) e as políneas (l); D) antera em vista ventral. ....	09
FIGURA 3. <i>Lantana camara</i> L. A) aspecto geral da flor; B) corola em corte longitudinal mostrando os estames (a), estigma (b), nectário (c) e ovário (d).....	11
FIGURA 4. Mapa de localização do Parque Estadual de Itapeva (PEVA): A) América do Sul; B) Brasil; C) Rio Grande do Sul e D) detalhe do extremo norte da Planície Costeira destacando a área do PEVA.....	13
FIGURA 5. Mapa de localização das áreas onde o estudo foi realizado.....	14
FIGURA 6. Aspecto geral da Área 1, destacando a vegetação que bordeia a duna e ao fundo, vista da Serra Geral.....	15
FIGURA 7. Vista geral da Área 2, destacando <i>Epidendrum fulgens</i> à esquerda e <i>Cordia curassavica</i> à direita.....	16
Figura 8. Aspecto geral da Área 3, em momento de observação focal de polinizadores potenciais, mostrando área de pastejo em primeiro plano e roçado à esquerda, onde encontra-se <i>Asclepias curassavica</i> .....	17
FIGURA 9. Desenho esquemático das transecções realizadas na Área 2 para verificar a taxa de remoção de polinários de <i>E. fulgens</i> conforme a distância de <i>L. camara</i> (fonte de recurso).....	20
FIGURA 10. Inflorescências de <i>Asclepias curassavica</i> , <i>Epidendrum fulgens</i> e <i>Lantana camara</i> .....	22

- FIGURA 11. Sincronia entre a freqüência de flores e inflorescências de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* no período de março/2005 a março/2006.....23
- FIGURA 12. Sincronia entre a freqüência de botões e frutos de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* no período de março/2005 a março/2006.....24
- FIGURA 13. *E. fulgens*. a) Saco de organza protegendo uma das inflorescências selecionadas para o experimento; b) detalhe de inflorescência mostrando frutos formados através do experimento.....26
- FIGURA 14. Lepidópteros diurnos visitantes das três plantas: a) *Agraulis vanillae maculosa*; b) *Dryas iulia alcionea*; c) *Urbanus simplicius*; d) *Tegosa claudina*; e) *Heliconius erato phyllis*.....28
- FIGURA 15. Acima, à esquerda e à direita, *A. vanillae maculosa* em dois momentos: após pouso e retirada do polinário em *E. fulgens* e visitando *L. camara*. No meio, *D. iulia alcionea* pousada em *L. camara* (à esquerda) e com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide (à direita). Abaixo, à esquerda, detalhe de *U. simplicius* mostrando polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide e, à direita, pousado em *L. camara*.....29
- FIGURA 16. Borboletas que visitam *E. fulgens* e *L. camara* na restinga do PEVA: os ninfalídeos A) *Vanessa braziliensis*; B) *Anartia amathea*; C e D) *Dryadula phaetusa*; E) *Junonia* cf. *evarete*; F) detalhe de *Junonia* cf. *evarete* com polinário de *E. fulgens* na probóscide; os papilionídeos G) *Parides bunichus perrhebus*; H) *Heraclides hectorides*; I) *Phoebis argante argante*; J) *P. argante argante* com polinário na probóscide; K e L) *Eurema elathea*.....34
- FIGURA 17. Correlação entre o número de visitas de lepidópteros diurnos em *E. fulgens* e *L. camara* nas observações a partir de um ponto fixo ( $r=0,550$ ;  $p=0,0271$ );  $p$  = percentagem de visitas.....36
- FIGURA 18. Acima, à esquerda, *Colias lesbia lesbia* com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide e polinário de *Asclepias* sp. aderido à uma das pernas; ao lado, aspecto geral desta borboleta. Abaixo, à esquerda, *Dannaus plexippus erippus* forrageando em *A. curassavica*, com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide, e à direita, detalhe desta borboleta com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide.....38

- FIGURA 19. Modelo esquemático tripartido, de acordo com a proposta de Vane-Wright (1976). Acima, à esquerda, o componente  $S_1$ , usualmente designado como Modelo; à direita,  $S_2$ , usualmente designado como Mímico. Abaixo, Op, componente conhecido como Operador (ou Receptor de sinais), o qual não discrimina entre  $S_1$  e  $S_2$ . Os sinais + e - representam o papel biológico de um dos componentes do sistema em relação a outro (+, aproximação, contato; -, afastamento, evitar).....40
- FIGURA 20. Desenho esquemático do modelo sugerido para o “suposto” complexo mimético existente entre *A. curassavica* (A.c.), *E. fulgens* (E.f.) e *L. camara* (L.c.), conforme a ocorrência destas na restinga do PEVA. Em “a” não existe o componente Modelo, pois A.c. e L.c. oferecem recurso.....42
- FIGURA 21. Variações no padrão de coloração das flores de *Epidendrum fulgens* Brongn. na restinga do PEVA.....45

## LISTA DE TABELAS

	PÁGINAS
TABELA 1. Número de flores e frutos formados de <i>E. fulgens</i> em cada tratamento.....	25
TABELA 2. Lepidópteros diurnos polinizadores potenciais de <i>A. curassavica</i> , <i>E. fulgens</i> e <i>L. camara</i> encontrados na restinga do PEVA .....	27
TABELA 3. Número de visitas registradas para os lepidópteros diurnos polinizadores potenciais de <i>A. curassavica</i> , <i>E. fulgens</i> e <i>L. camara</i> conforme o mês de observação. Legenda: N – Novembro e D – Dezembro/2004 e 2005; J – janeiro/2005 e 2006, F – Fevereiro/2005, M – Março/2005, A – Abril/2005, M – Maio/2005.....	30
TABELA 4. Relação dos lepidópteros visitantes florais nas três espécies de plantas referidas em estudos sobre polinização, mimetismo floral, fonte de alimento para <i>H. erato phyllis</i> ou observação direta no campo. Legenda: <i>A.c.</i> – <i>Asclepias curassavica</i> ; <i>Ep</i> – <i>Epidendrum</i> ; <i>L. c.</i> – <i>Lantana camara</i> ; SC - Schemske (1976); BA - Barrows (1976); BO - Boyden (1980); BI - Bierzychudek (1981); BE - Berchtold (1981); CO - Corrêa et. al. (2001); BR – Barros et. al. (2001); EE - Este Estudo (2006); PI - Pinheiro (Comunic.pessoal).....	32
TABELA 5. Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r), entre frequência de visitas a <i>Asclepias curassavica</i> (Ac), <i>Epidendrum fulgens</i> (Ef) e <i>Lantana camara</i> (Lc).....	35
TABELA 6. Frequência da remoção de polinários de <i>E. fulgens</i> conforme a distância (m) da fonte de recurso ( <i>L. camara</i> ); M = manhã; Tarde = Tarde.....	39



## LISTA DE ANEXOS

	PÁGINAS
ANEXO I.....	55
ANEXO II.....	57
ANEXO III.....	58

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. O MIMETISMO

O mimetismo é considerado um processo pelo qual o sistema sensorial de um animal (operador) é incapaz de discriminar um segundo organismo ou parte dele (mímico) de outro organismo ou do ambiente físico (modelo), resultando no aumento do sucesso do mímico (Wiens, 1978). A definição de Sheppard (1965) para mimetismo não inclui a semelhança com o ambiente físico (coloração críptica): o mimetismo é descrito pela estreita semelhança entre espécies que “enganam” um possível predador, e então uma delas, ou ambas, protegem-se de ataques. Sendo assim, o mimetismo é uma adaptação onde duas ou mais espécies – que podem pertencer a grupos taxonômicos muito distintos – assemelham-se no padrão geral de cor e/ou forma, e nesta semelhança pode estar envolvido também o comportamento (no caso animal) e comunicação química.

Embora existam diferentes tipos de mimetismo (Wickler, 1968; Wiens, 1978; Dafni, 1984), os mais conhecidos são os designados como mimetismo Batesiano e mimetismo Mülleriano. No mimetismo Batesiano clássico, uma espécie modelo, aposemática ou não, é mimetizada por outra. No caso de uma espécie aposemática, a coloração de advertência do modelo é verdadeira, já a do mímico é um disfarce. Logo, pressupõe-se que a primeira seja impalatável ou protegida de algum modo. Quanto maior for a semelhança entre o modelo e o mímico, menor a chance do mímico ser discriminado por um predador, logo a seleção natural acentua esta semelhança no que diz respeito ao mímico. Contudo, esta semelhança se restringe a estruturas externas, padrão de cor, comportamento ou interface química. A partir disso, conclui-se que o modelo seja mais comum que o mímico, a fim de que seja mais facilmente encontrado pelos predadores, que passam a rejeitar o padrão do modelo. Além disso, que sejam simpátricos (Sheppard, 1965).

No mimetismo Mülleriano, ambas as espécies participantes da semelhança estão protegidas por impalatabilidade ou por outro mecanismo de defesa. Sendo assim, como as espécies que compartilham deste tipo de mimetismo possuem a mesma coloração de advertência, e ambas são protegidas, ao contrário do Batesiano, as espécies podem ser igualmente

comuns (frequência semelhante). Também destaca-se que a semelhança entre as espécies que participam deste mimetismo não precisa ser perfeita (pois o sinal que emitem é verdadeiro) e que estas raramente apresentam-se polimórficas (Sheppard, 1965).

Os dois sistemas descritos acima fazem parte da literatura científica desde a segunda metade do século XIX e representaram, desde o início, uma importante aplicação da teoria Darwiniana. Contudo, à medida que outros exemplos foram acrescentados à literatura, verificou-se que o fenômeno do mimetismo era muito complexo e que as descrições de novos sistemas acarretavam uma grande dificuldade em se chegar a uma teoria comum. Por exemplo, a designação de nomes de naturalistas ou pesquisadores, como homenageados com os novos casos, serviu apenas para dificultar o entendimento do fenômeno (uma série de nomes, como *mimetismo Mertensiano*, *mimetismo Weismanniano*, etc. em nada contribuíram para o entendimento de um processo comum a todas as situações).

Embora os clássicos mimetismo Batesiano e Mülleriano exemplifiquem a atuação da seleção natural, faltava um modelo comum para todos os casos de mimetismo. Uma primeira tentativa de propor um modelo comum para os casos de mimetismo foi a de Wickler (1968), o qual imaginou um sistema composto por três elementos: um *modelo* ( $S_1$ ), um *mímico* ( $S_2$ ) e um receptor de sinal (R), que seria enganado pela estreita semelhança entre  $S_1$  e  $S_2$ . Aquele autor apresentou, na forma de um livro, inúmeros exemplos que poderiam ser analisados sob este novo enfoque. A abrangência do modelo de Wickler (designado como modelo tripartido) foi destacada por Richard Vane-Wright, o qual, em 1976, propôs uma generalização daquele sistema e introduziu alguns conceitos novos, como o de *operador* (em substituição ao conceito de receptor de sinal), além de destacar os elementos constantes e variáveis de um sistema mimético.

A grande vantagem da proposta de Vane-Wright é que ela indica a possibilidade de 40 tipos diferentes de sistemas miméticos, alguns dos quais ainda não descritos. Além disso, o sistema permite a análise de muitas espécies simultaneamente, como por exemplo, no caso dos chamados “anéis miméticos” e onde pode-se incluir ainda plantas hospedeiras, predadores e parasitóides, formando uma verdadeira malha interativa (um maior

detalhamento deste sistema será feito no item Discussão, página 38 do presente trabalho).

Roy e Widmer (1999) discutiram o mimetismo floral a partir das conceituações propostas para os animais, como o desenvolvimento de caracteres de “defesa”, para o mimetismo Batesiano, e desenvolvimento de caracteres de “vantagem” em relação ao mimetismo Mülleriano. Em animais mímicos Batesianos são selecionados fatores de defesa, como a semelhança de um mímico palatável com um modelo não-palatável. No mimetismo Batesiano floral, aplica-se à semelhança de uma planta que não oferece recurso (por exemplo, néctar) com uma planta que apresenta de fato o recurso. Em animais mímicos Müllerianos são selecionados fatores de advertência contra os predadores (como o aposematismo). No mimetismo Mülleriano floral são selecionados fatores externos, como coloração semelhante das flores que, em conjunto, podem atrair maior número de polinizadores. No entanto, como visto no parágrafo anterior, esta transposição de modelos animais para os vegetais não é mais necessária, dado o estabelecimento de um modelo geral, envolvendo três elementos (o mímico, o modelo e o operador) que permite prever-se a existência de 40 tipos diferentes de mimetismo (uma proposta mais ampla ainda foi feita por Starrett 1993, mas cuja repercussão ainda não se fez sentir). Além disso, estas transposições acabaram acarretando uma série de equívocos na interpretação sobre a evolução do mimetismo em plantas.

Vogel (1993), em monografia sobre adaptações em plantas, propôs a existência de flores de engodo que emitem sinais relacionados à alimentação e sinais relacionados à reprodução: “flores de engodo alimentar” e “flores de engodo sexual” .

O mimetismo floral e a polinização através de um mímico são muito conhecidos entre as orquídeas. Conforme Endress (1994), muitas orquídeas não oferecem uma recompensa (néctar/polén) aos seus polinizadores, então, são visitadas porque mimetizam outros grupos. São denominadas por aquele autor de “orquídeas de engodo”. Segundo Singer (2004), muitas destas orquídeas apresentam caracteres que atraem animais à procura de comida; outras orquídeas apresentam estratégias mais sofisticadas, caso das orquídeas polinizadas por “pseudocópula” (podem mimetizar as fêmeas de algumas espécies de insetos, bem como, produzir feromônios de atração de machos).

Outros trabalhos podem ser citados, como Johnson (1994), que estudou a orquídea *Disa ferruginea* (não produtora de néctar, polinizada pelo ninfalídeo *Meneris tulbaghia*) que mimetiza as flores vermelhas de *Tritoniopsis triticea* (Iridaceae) no sudoeste da Província do Cabo, enquanto que na localidade de Langeberg Mountains, mimetiza as flores cor-de-laranja de *Kniphofia uvaria* (Asphodelaceae). Johnson *et. al.* (2003) estudaram o mimetismo Batesiano floral entre as orquídeas *Brownleea galpinii* ssp. *major* (produtora de néctar) e *Disa cephalotes* ssp. *cephalotes* (não produtora de néctar), as quais são mímicas de *Scabiosa columbaria* (Dipsacaceae), sendo que ocorrem simpatricamente e possuem inflorescências em capítulos de cor creme, considerando que as orquídeas são polinizadas por dípteros das famílias Tabanidae e Nemestridae. Tanto no primeiro caso como neste último, os testes de hipótese sobre o mimetismo são muito consistentes.

Outro exemplo de mimetismo floral é o trio de plantas, comuns no neotrópico, formado por *Epidendrum radicans* (*E. ibaguense*) – Orchidaceae, *Asclepias curassavica* – Apocynaceae e *Lantana camara* – Verbenaceae. Endress (1994) classifica este trio como uma “guilda de flores”, a qual designa um grupo de plantas que “compartilha” os mesmos polinizadores potenciais. Um dos trabalhos mais citados envolvendo as espécies citadas acima (ou com troca de espécie no caso da orquídea) é o de Bierzychudek (1981). A autora efetuou seu estudo na Costa Rica, em sítios de diferentes altitudes, observando que os visitantes mais comuns registrados para as três espécies eram as borboletas. A autora examinou o pólen de *L. camara*, retirado da probóscide das borboletas coletadas, bem como averiguou a taxa de remoção de polinários de *Epidendrum radicans* e *Asclepias curassavica*. A orquídea, ocorrendo em elevadas altitudes, é visitada por borboletas que buscam as outras duas espécies ocorrentes em menores altitudes. Entre *Asclepias curassavica* e *L. camara* existiria um benefício mútuo devido à abundância do conjunto de cores vermelha e amarela. *E. radicans*, por não produzir néctar, atrairia as borboletas devido à semelhança do padrão das inflorescências. Segundo a autora, o pequeno espaço de tempo evolutivo de coexistência destas três espécies e o baixo número de visitas cruzadas efetuadas entre elas pelas borboletas, dificulta a comprovação da hipótese mimética. A autora levantou a hipótese de que *E. radicans* seria um mímico Batesiano e que as

demais formariam um par de mímicos Müllerianos. Todavia, ela se mostrou reticente quanto à conclusão definitiva sobre a existência de um sistema mimético.

Apesar de serem morfologicamente distintas, estas espécies possuem caracteres em comum: inflorescências plurifloras, tamanho da inflorescência, número de flores por inflorescência, padrão de cores vermelho-alaranjada e amarela, extenso período de floração e polinização através de borboletas. Admite-se que *A. curassavica* e *L. camara* representariam um par de mímicos Müllerianos: ambas oferecem recompensa ao visitante (néctar) e, encontradas juntas, suas semelhanças (padrão de coloração e de inflorescências) colaboram com a atração de um maior número de polinizadores (Endress, 1994). Além disso, ambas são tóxicas à herbívoros vertebrados. Por outro lado, *E. radicans* não é produtora de néctar, e seria considerada um mímico Batesiano, porque assemelha-se às demais espécies produtoras de néctar e com isso conferindo uma vantagem pela remoção de políneas.

Boyden (1980), já havia estudado a possibilidade da existência de um “complexo mimético” entre *E. radicans* (*E. ibaguense*), *A. curassavica* e *L. camara*. Ele examinou populações destas três plantas no Panamá, detectando que o provável agente de transferência de pólen entre elas seria a borboleta *Dannaus plexippus*. O autor considerou que os dados não foram suficientes para evidenciar a existência de mimetismo entre estas plantas.

Considerando os dois estudos acima relatados, o presente estudo investiga o suposto mimetismo existente entre *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* na restinga do Parque Estadual de Itapeva – PEVA, localizado no município de Torres, Rio Grande do Sul. Conforme Waechter (1985), a região de Torres possui grande importância biogeográfica, sobretudo pela variabilidade, complexidade e tropicalidade da vegetação. Além disso, não existe um estudo desta ordem para esta unidade de conservação, portanto, este complementa o conhecimento a respeito destas plantas e de seus polinizadores potenciais. De outra parte, este é o primeiro estudo com as três espécies que utiliza como suporte teórico o modelo de Vane-Wright, evitando uma abordagem transposta a partir de exemplos animais.

## 1.2. OS COMPONENTES DO COMPLEXO ESTUDADO

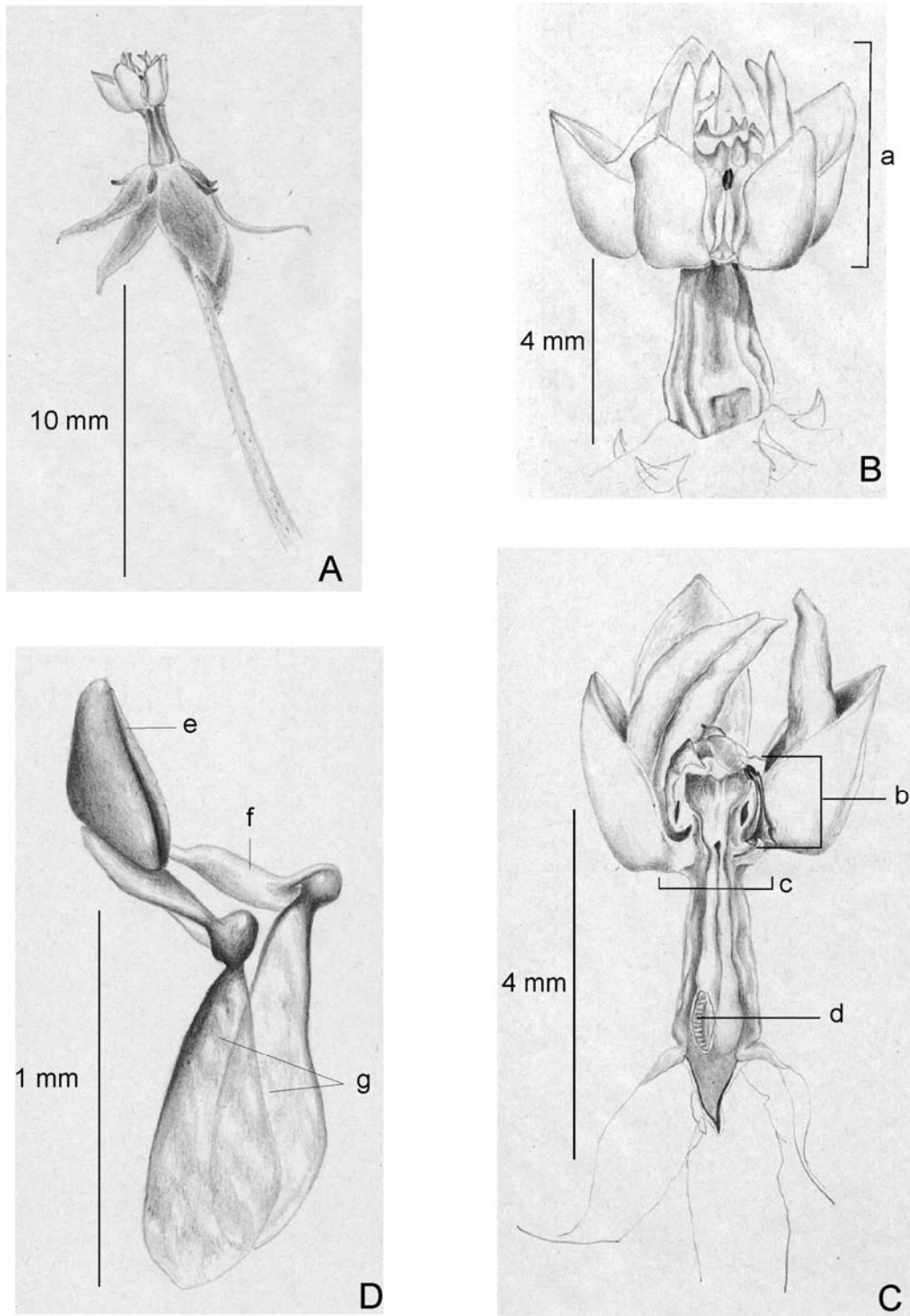
*Asclepias curassavica* L. (Apocynaceae [subfamília Asclepiadoideae])

*A. curassavica*, popularmente conhecida como “oficial-de-sala” ou “bandeira-espanhola”, é uma herbácea terrícola e ereta. Suas folhas são oblongas, agudas, glabras ou finamente pubescentes. As inflorescências são cimeiras umbeliformes, com seis a 13 flores; flores de corolas vistosas, vermelho-alaranjadas. As flores permanecem na inflorescência por volta de sete dias, apresentando corona com segmentos cuculiformes, de cor amarela e políneas, as quais caracterizam-se como massa de grãos de pólen que compreendem a totalidade dos grãos de uma teca, sustentadas por caudículas que se ligam aos pares a um corpúsculo córneo, o retináculo, constituindo o polinário (Font Quer, 1977; Pereira *et. al.*, 2004). Apresenta ginostegio. O ovário é súpero. A Figura 1 apresenta estruturas da flor desta espécie.

O gênero *Asclepias* apresenta cerca de 490 espécies, distribuídas pelas regiões Paleotropical, Holártica e Neotropical (Pereira *et. al.*, 2004). Para o Rio Grande do Sul, Rambo (1958) cita três espécies para este gênero: *A. campestris* Vell., *A. curassavica* L. e *A. mellodora* Saint-Hilaire. *A. curassavica* é cosmopolita, subespontânea em roças abandonadas, beiras de estradas, poteiros (Rambo, 1958; Burkart, 1979; Pereira *et. al.*, 2004). Conforme Berchtold (1981), abelhas, vespas e borboletas efetuam a polinização.

*Epidendrum fulgens* Brongn. (Orchidaceae [subfamília Epidendroideae])

*E. fulgens* é uma planta herbácea, terrícola. A inflorescência é corimbosa em haste muito longa, geralmente tão longa ou quase como a parte com folhas (Pabst e Dungs, 1975). As flores (entre seis-14 flores) podem durar de oito a 10 dias, geralmente apresentam pétalas e sépalas vermelhas e labelo amarelo, embora ocorram também variações no padrão de coloração (Figura 21). Sépalas e pétalas oblongo-lanceoladas, ápice agudo, sépalas laterais pouco falcadas, labelo trilobado (Pinheiro, comunicação pessoal). O pólen é agrupado em políneas. Ovário ínfero e pouco desenvolvido. A Figura 2 mostra a estrutura da flor desta espécie.



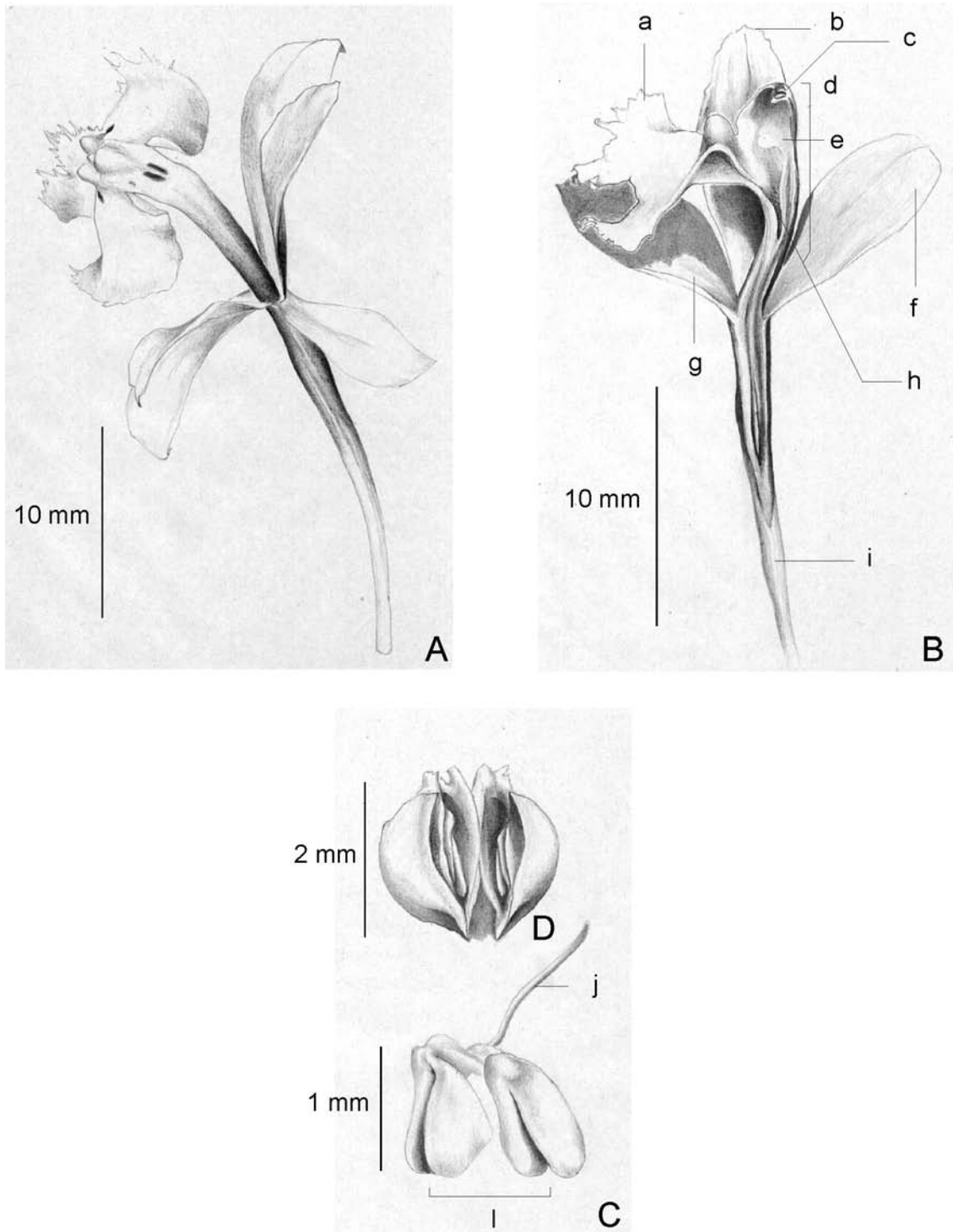
**Figura 1.** *Asclepias curassavica* L. A) aspecto geral da flor; B) porção apical da flor mostrando a coroa com segmentos cuculiformes (a); C) vista lateral da flor com detalhes da antera (b), ginostégio (c) e ovário (d); D) aspecto do polinário, mostrando o retináculo (e), caudícula (f) e políneas (g). Ilustração: Jorge Soledar.



O gênero *Epidendrum* compõe mais de 100 espécies, segundo Pabst e Dungs (1975). Conforme Hágsater e Arenas (2005), é um gênero neotropical e possui 1500 espécies, distribuídas do sudeste dos Estados Unidos (norte da Califórnia) ao nordeste da Argentina. *E. fulgens* pertence ao Grupo Amphyglottidae (Pabst e Dungs, 1975). Para o Rio Grande do Sul, Pabst e Dungs (1975) citam seis espécies referentes ao Grupo Amphyglottidae: *E. ansiferum*, *E. denticulatum*, *E. elongatum*, *E. fulgens*, *E. secundum*, *E. purpureum*. *E. fulgens* é bastante comum nas dunas e campos arenosos do litoral norte do Rio Grande do Sul; encontrada também em butiazais, onde às vezes apresenta-se como epífito, e na borda de florestas da restinga arenosa (Rocha, 2004). Estudos com outras espécies de *Epidendrum* apontam lepidópteros como polinizadores potenciais; como *E. paniculatum*, polinizada especialmente por ninfalídeos da subfamília Ithomiinae, espécies de Hesperidae e mariposas da família Arctiidae (Pansarin, 2003); ou *E. denticulatum* polinizada pelo ninfalídeo *H. erato* e o hesperídio *Euphyes leptosema* (Almeida e Figueiredo, 2003).

#### *Lantana camara* L. (Verbenaceae)

*L. camara*, popularmente conhecida como “camaradinha” ou “camará”, é uma planta arbustiva e até escandente em interior de mata, muito ramosa, com folhas opostas, pecioladas, pilosas e ásperas (Burkart, 1979). Suas inflorescências são densas, em racemo. As flores (entre 50-100 flores) duram três a quatro dias e são de diferentes cores. Conforme as observações realizadas por Fritz Müller e encaminhadas à Darwin em 1877, as flores são amarelas na antese, tornando-se laranjas no segundo dia e vermelhas nos dias subseqüentes (Weiss, 1991). Ovário súpero. Apresenta estames epipétalos didínamos; pólen em mônades. A Figura 3 mostra detalhe estrutural das flores desta espécie.



**Figura 2.** *Epidendrum fulgens* Brongn.. A) aspecto geral da flor; B) vista lateral da flor com detalhes do labelo (a), pétala lateral (b), antera (c), coluna (d), cavidade estigmática (e), sépala dorsal (f), sépala lateral (g), nectário (h) e ovário (i); C) aspecto do polinário mostrando a caudícula (j) e as políneas (l); D) antera em vista ventral. Ilustração: Jorge Soledar.

O gênero *Lantana* L. possui aproximadamente 80 espécies, distribuí-se na América tropical e subtropical, com alguns representantes na África e Ásia (Romero *et. al.*, 2002; Burkart, 1979). *L. camara* apresenta em torno de 650 variedades em mais de 60 países, provavelmente originada por duas ou mais espécies de *Lantana* da América tropical (Day *et. al.*, 2003). É comum em pastagens, beiras de estradas, florestas nativas e plantadas. A polinização é efetuada por Lepidoptera (Barrows, 1976; Schemske, 1976; Mathur e Ram, 1986; Weiss, 1991) e Thysanoptera (Mathur e Ram, 1986).

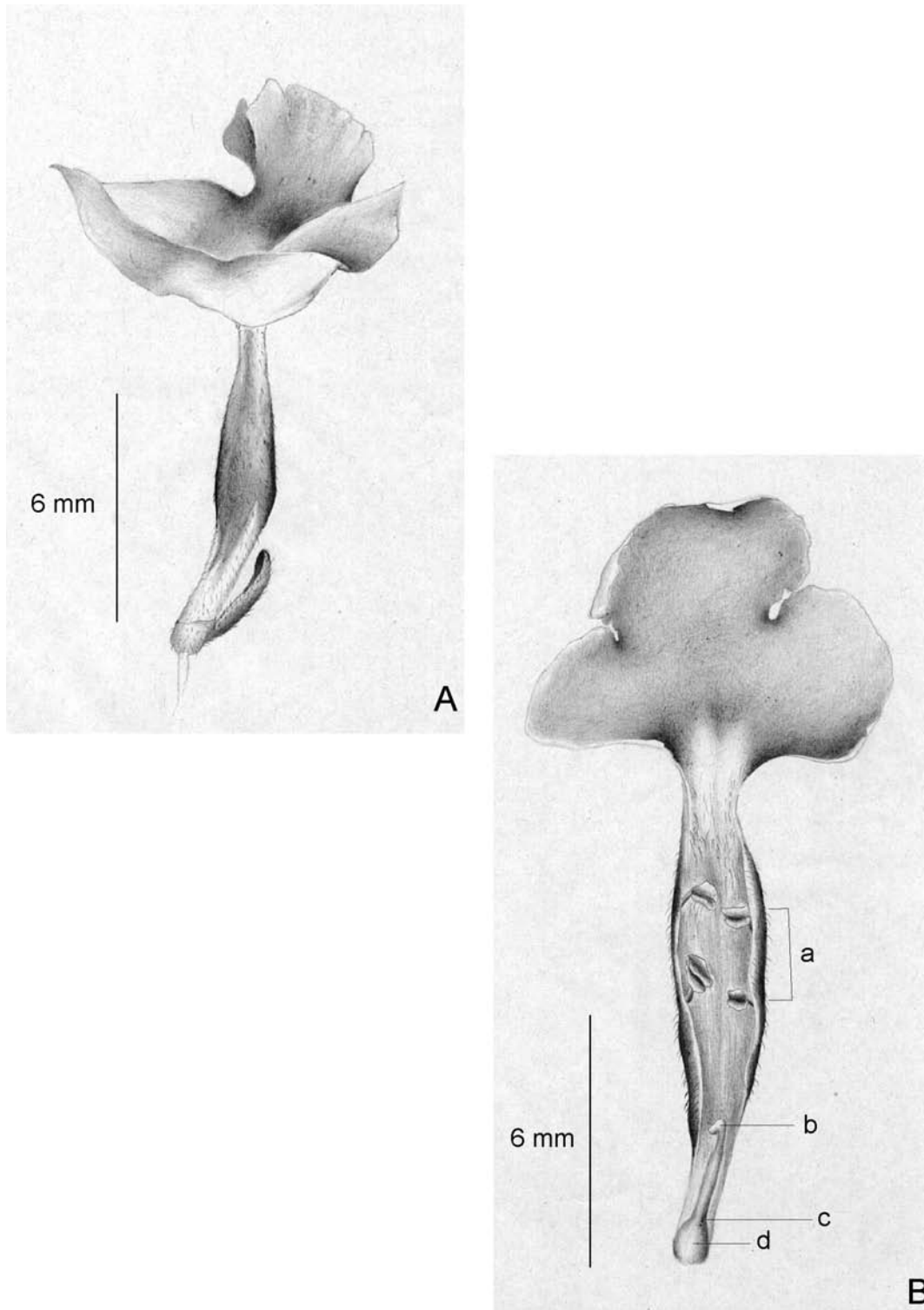
### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GERAL**

- Testar a hipótese da existência de um complexo mimético entre *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara*, a partir de estudos de campo no Parque Estadual de Itapeva, município de Torres, Rio Grande do Sul.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os polinizadores potenciais das três espécies mencionadas (através de duas abordagens), particularmente dentre as borboletas.
- Descrever as fenofases destas plantas e avaliar o grau de sincronia existente entre as três espécies do complexo.
- Verificar se *E. fulgens* é polinizador-dependente através de experimentos de cruzamento envolvendo diferentes metodologias.
- Verificar a remoção de polinários de *E. fulgens* conforme a distância de *L. camara* (fonte de néctar).



**Figura 3.** *Lantana camara* L. A) aspecto geral da flor; B) corola em corte longitudinal mostrando os estames (a), estigma (b), câmara nectarífera (c) e ovário (d). Ilustração: Jorge Soledar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2. 1. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual de Itapeva – PEVA – localizado no município de Torres, inserido na bacia hidrográfica do Rio Mampituba. A proposta de implantação desta unidade de conservação data da década de 1970, quando Lindeman *et al.* (1975) realizaram um amplo estudo a respeito da geomorfologia e tipos de vegetação da área que seria destinada ao então denominado Parque Estadual de Torres, com limites de aproximadamente 1.500 ha, o qual estendia-se a partir do Morro das Furnas até a Pedra de Itapeva, abrangendo desde a praia até a baixada com mata (em parte colonizada), incluindo ainda o Morro do Belizário e a margem adjacente à Lagoa Itapeva.

O PEVA foi regulamentado somente em 12 de dezembro de 2002, através do Decreto Estadual 42.009, representando 1.000 ha remanescentes do extremo norte da Planície Costeira do RS (Figura 4) e apresenta uma rica diversidade de ecossistemas, tais como restinga, mata paludosa, lagoa e banhados, embora sua área tenha sido reduzida. O Morro das Furnas e Morro do Belizário foram excluídos da unidade de conservação.

Conforme Leite e Klein (1990), a unidade fitoecológica correspondente é “Área das Formações Pioneiras Marinhas – Restingas e Dunas”, a qual caracteriza-se por formações vegetais de influência direta do mar, distribuídas por terrenos arenosos do Quaternário recente, com algum teor salino, sujeito à elevada radiação solar e acentuada ação eólica. Diferentes ambientes compõem esta formação, destacando-se a faixa de praia, as dunas fixas e as áreas aplainadas e plano-deprimidas e os cordões rochosos.

A unidade de relevo correspondente é “Relevo Planície Costeira Gaúcha” (Hermann e Rosa, 1990), a qual se estende desde o Chuí (RS) até Garopaba (SC). Devido à diversidade de ambientes, enquadra-se na subdivisão Planície Marinha: área onde as ações marinha e eólica são as mais evidentes, com presença de dunas, terraços marinhos, planícies arenosas e cordões de restinga.



**Figura 4.** Mapa de localização do Parque Estadual de Itapeva (PEVA): A) América do Sul; B) Brasil; C) Rio Grande do Sul e D) detalhe do extremo norte da Planície Costeira (em cinza) destacando a área do PEVA (detalhe em cor branca). Mapa: Rogério Both.

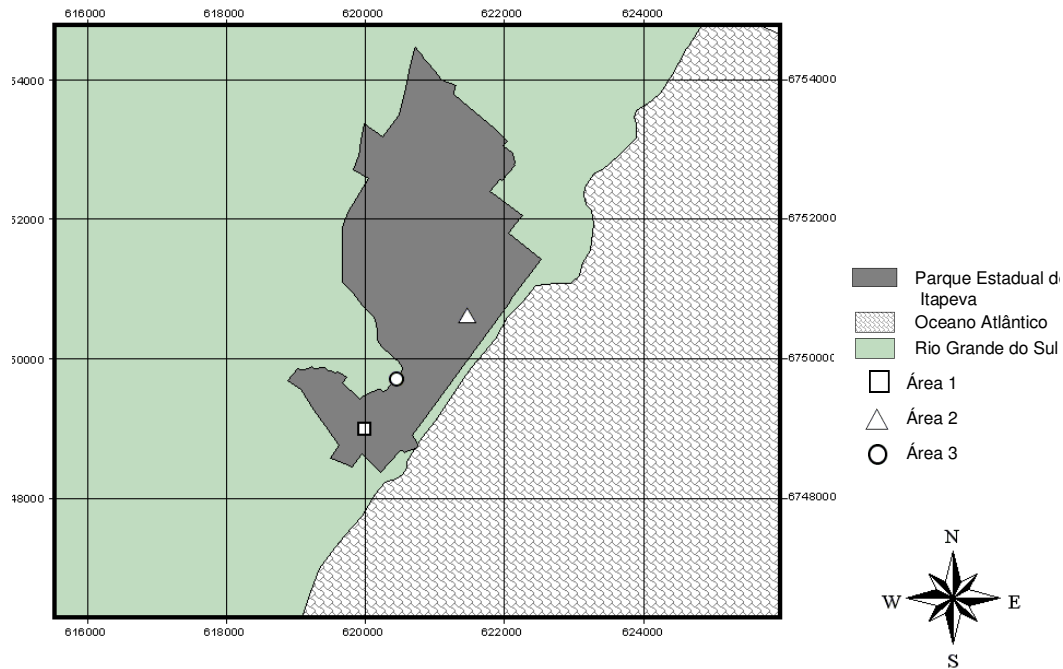
O tipo de terreno referente à esta unidade de relevo é “duna” (Moser, 1990), por não apresentar processos pedogênicos na sua formação e considerado como “tipo de terreno” e não como solo. Originam-se quase exclusivamente de deposições eólicas de material areno-quartzoso, que mantém uma certa movimentação, dependendo da vegetação que a recobre (a duna) e dos ventos.

O clima enquadra-se no sistema de Koeppen como Cfa – Clima Tipo Subtropical Úmido. A temperatura média anual é de 17,9°C e a precipitação é de 1.423 mm (Waechter, 1985).

O presente estudo foi realizado entre o primeiro e o segundo cordão de dunas, em três áreas distintas, denominadas Área 1, Área 2 e Área 3 (Figura 5), descritas a seguir.

Área 1 - Localizada no segundo cordão de dunas, junto ao Morro de Itapeva, sob as coordenadas geográficas 0619914 UTM 6748885. Nesta área

há vegetação de dunas, mata de restinga, capoeira, extensa área de dunas nuas e um banhado próximo ao Morro. *E. fulgens* e *L. camara* ocorrem neste local, sendo que a primeira espécie estende-se pela capoeira que localiza-se



**Figura 5.** Mapa de localização das áreas onde o estudo foi realizado. Mapa: Rogério Both.

ao pé do Morro de Itapeva e de uma duna, *L. camara* ocorre em áreas mais altas, ou seja, bordeando a duna. A insolação é plena nesta área, o sombreamento é praticamente nulo, pois apenas em alguns pontos existem árvores (p.e. *Myrsine* sp., *Nectandra grandiflora*, *Ficus* sp., *Vitex megapotamica*) nas bordas da duna. Dentre as espécies botânicas que compõem a paisagem em diferentes estratos, estão as lianas *Vigna* sp., *Oxypetalum balansae*, *Passiflora suberosa*, *Paulinia* cf. *trigona* e *Vanilla* sp., as herbáceas *Asclepias mellodora*, *Erygium sanguisorba*, *Hippeastrum* sp., *Ocimum selloi*, *Senecio crassiflorus*, *Vriesea friburgensis*, *Petunia* spp., *Cordia curassavica*, *Eupatorium* spp. e muitas gramíneas e árvores como *Nectandra*

*grandiflora*, *Vitex megapotamica*, *Myrsine* sp., *Dodonea viscosa*, *Butia capitata*, *Eugenia uniflora* e a invasora *Pinus* sp. (Figura 6).



**Figura 6.** Aspecto geral da Área 1, destacando a vegetação que bordeia a duna e ao fundo, vista da Serra Geral. Foto: Daniela Fuhro.

Área 2 – Situada entre o primeiro e o segundo cordão de dunas, sob as coordenadas geográficas 0621425 UTM 6750487, próxima ao Morro da Guarita em Torres, em campo arenoso. Caracteriza-se como área de baixada onde ocorrem banhados temporários durante o ano, com a presença de uma duna isolada em meio a esta baixada. *E. fulgens* forma expressivos aglomerados, estendendo-se desde a baixada até a duna, onde mistura-se com *L. camara*. Além das espécies já mencionadas, destacam-se *O. balansae*, *P. suberosa*, *S. crassiflorus*, *Petunia* sp., *Achyrocline satureioides*, *Utricularia inflata*, *Drosera brevifolia*, *Hydrocotyle bonariensis*, *C. curassavica*, *Eupatorium* sp., *Noticastrum decumbens*, *Myrcia palustris*, a adventícia *Furcroya gigantea* e a exótica *Eucalyptus* sp. Destaca-se ainda um pequeno capão de mato constituído de *Myrsine* sp. e indivíduos esparsos de *B. capitata* ao longo da baixada (Figura 7).





**Figura 7.** Vista geral da Área 2, destacando *Epidendrum fulgens* à esquerda e *Cordia curassavica* à direita. Foto: Daniela Fuhro.

Área 3 – Localizada no segundo cordão de dunas, próxima a um dos principais acessos ao PEVA, junto à Estrada dos Cunha, a qual acessa a Estrada do Mar (RS 389), dentro da área de camping existente, sob as coordenadas geográficas 0623815 UTM 6749592. Área modificada pela ação humana, com pastejo e roçado. A vegetação concentra-se nas bordas desta área. *A. curassavica* está concentrada em local anteriormente usado para deposição de restos de capina, desbastes e restos de hortaliças e frutas. Mistura-se à *Canna indica*, *Solanum* spp. e *A. mellodora*. *L. camara* também apresenta-se na borda, mas não mistura-se com *A. curassavica* e é menos marcante que esta espécie. Área de insolação plena, tendo sombreamento em alguns trechos da borda. A cobertura de gramíneas ameniza a insolação, o que difere muito das áreas 1 e 2 (Figura 8).



**Figura 8.** Aspecto geral da Área 3, em momento de observação de polinizadores potenciais a partir de um ponto fixo, mostrando área de pastejo em primeiro plano e roçado à esquerda, onde encontra-se *Asclepias curassavica*. Foto: Daniela Fuhro.

## 2.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

### 2.2.1. FENOFASES

As fenofases de floração e de frutificação foram acompanhadas no período de março de 2005 a março de 2006. Foram monitoradas 10 plantas de cada espécie, registrando-se o número de inflorescências, flores, botões e frutos.

### 2.2.2. SISTEMA REPRODUTIVO

Para testar o sistema reprodutivo de *E. fulgens* e verificar se esta espécie era polinizador-dependente, foram aplicadas cinco técnicas de polinização manual: autopolinização espontânea, autopolinização induzida, emasculação e polinização cruzada (geitonogamia e xenogamia). Para isolar as inflorescências, foram utilizados sacos de tecido de organza de 20,5 cm de comprimento e 13 cm de largura, amarrados com barbante.

Cada tratamento de polinização, aplicado na mesma inflorescência, foi identificado através de linhas de diferentes cores. Para autopolinização

espontânea, as inflorescências foram apenas ensacadas. Estes tratamentos foram aplicadas nas Áreas 1 e 2:

Autopolinização espontânea - inflorescências com botões em pré-antese foram ensacadas e mantidas desta forma até a senescência da flor. Esta técnica foi realizada de novembro de 2004 a março de 2005.

Para as quatro técnicas descritas abaixo, foram ensacadas inflorescências com botões em pré-antese e na antese utilizou-se agulha histológica para o manuseio dos polinários. Esta etapa foi realizada em novembro de 2005.

Autopolinização induzida - foram retirados os polinários das flores e depositados na cavidade estigmática da própria flor.

Emasculação - foram retirados os polinários das flores e recolocados os sacos.

Polinização cruzada:

- Geitonogamia - foram retirados os polinários das flores e depositados em outra flor da mesma inflorescência.
- Xenogamia – as flores foram emasculadas e receberam polinários provenientes de flores de outros indivíduos. Flores da Área 1 receberam polinários de flores da Área 2 e vice-versa.
- Controle: As demais flores das inflorescências ensacadas para os tratamentos, foram deixadas intactas e tomadas como controle.

### **2.2.3. POLINIZADORES POTENCIAIS**

A partir de saídas a campo preparatórias para reconhecimento da entomofauna visitante floral, realizadas em setembro e outubro de 2004, determinou-se que os polinizadores potenciais a serem observados nas três espécies de plantas ficariam restritos às borboletas, pois a inclusão de insetos de outras ordens tornaria o trabalho bem mais complexo metodologicamente, além de exigir um tempo de observação muito maior. Cabe salientar que, além de Lepidoptera, outras ordens integram este sistema de polinização tais como Hymenoptera, Coleoptera, Diptera e Hemiptera. Ainda em relação a estas ordens, em determinados casos, os insetos desempenhavam outros papéis

dentro deste sistema que não o de polinização propriamente dita. Decidiu-se coletá-los apenas para se ter uma idéia geral de outros eventuais polinizadores.

Os insetos coletados nesta primeira etapa do trabalho de campo foram capturados com rede entomológica e/ou frasco mortífero contendo acetato de etila para sacrificá-los. Os indivíduos coletados foram acondicionados em envelopes entomológicos (Lepidoptera) ou frascos menores (Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera), ambos contendo etiquetas indicando horário, local, data e planta correspondente. Os insetos foram identificados com auxílio de especialistas e através de literatura especializada. Os insetos foram conservados à seco.

#### **2.2.4. OBSERVAÇÃO DOS POLINIZADORES POTENCIAIS**

A observação focal dos visitantes florais e/ou polinizadores potenciais ocorreu de duas maneiras: observação a partir de um ponto fixo e observação através de caminhadas aleatórias.

Observação a partir de um ponto fixo – Foram escolhidas cinco inflorescências de um grupo de indivíduos de cada espécie botânica para observações diurnas de lepidópteros visitantes florais, nos meses de novembro e dezembro de 2004, janeiro, novembro e dezembro de 2005 e janeiro de 2006. O tempo de observação era de aproximadamente sete horas diárias por espécie de planta, totalizando aproximadamente 105 horas de trabalho. O número de visitas efetuadas pelas borboletas era anotado em tabela de campo pré-elaborada, assim como o horário de pouso. O observador, munido de tabela de campo, elegia as cinco inflorescências de um grupo de indivíduos (*A. curassavica*, *E. fulgens* ou *L. camara*) e realizava a observação dentro do período acima referido.

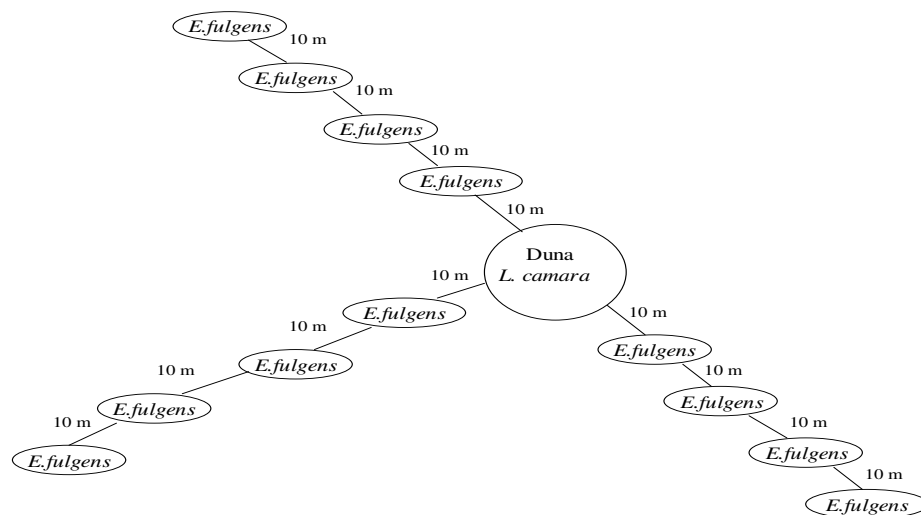
Observação através de caminhadas aleatórias – As borboletas foram observadas nesta etapa, realizada de fevereiro a maio de 2005, ao longo de um trajeto de aproximadamente 200m, o qual abrangia duas das espécies: *A. curassavica* e *L. camara* ou *E. fulgens* e *L. camara*. As caminhadas aleatórias abrangeram o tempo de aproximadamente quatro horas diárias, totalizando

cerca de 36 horas. O pouso, o horário e a planta correspondente eram registrados em tabela de campo. Todas as observações foram diurnas.

### 2.2.5. REMOÇÃO DE POLINÁRIOS DE *E. FULGENS*

Para detectar a freqüência de remoção de polinários de *E. fulgens* em relação a distância da fonte de néctar, ou seja, *L. camara*, foram realizadas seis transecções de 40m na Área 2, de 28 de fevereiro a 3 de março de 2005, totalizando 240m, como esquematizado na Figura 9.

Dentro destas transecções, a cada 10m, cinco inflorescências da orquídea foram marcadas com fita e anotados o número de polinários por flor. As inflorescências eram marcadas pela manhã e conferidas ao final da tarde. Foram marcadas 60 inflorescências em fevereiro e 60 em março. Para registrar se havia realmente baixa freqüência de remoção de polinários, as 60 primeiras (fevereiro) foram verificadas novamente 72 horas depois, e as outras 60 (março) inflorescências, 24 horas depois, sempre no período da tarde.



**Figura 9.** Desenho esquemático das transecções realizadas na Área 2 para verificar a taxa de remoção de polinários de *E. fulgens* conforme a distância de *L. camara* (fonte de recurso). Outras três transecções foram realizadas em direções diferentes das aqui representadas.

## 2.2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

A análise estatística dos dados foi feita segundo o programa BioEstat 3.0 (Ayres *et. al.*, 2003). Fundamentalmente utilizou-se os testes do Qui-Quadrado e de Correlação Linear.

## 2.2.7. EXEMPLARES DAS PLANTAS

Amostras de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* contendo flores e/ou frutos foram incorporadas ao acervo do herbário do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN), respectivamente, sob os números ICN 142763, 142760, 142761 e 142762.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. FENOFASES

Em relação à floração (Figuras 10, 11 e 12), *A. curassavica* apresenta um pico apenas em abril, seguindo-se um declínio e ressurgimento muito suave em julho, outubro e novembro de 2005 e em março de 2006. O pico de floração para *E. fulgens* está entre os meses de dezembro de 2005 e janeiro de 2006; esta fenofase começa a se destacar a partir novembro de 2005 e decai em março de 2006. A floração de *L. camara* mostra-se irregular, sendo que seu pico ocorreu em outubro de 2005 (primavera), decaindo a partir de novembro, mas não cessa o surgimento de flores e isso mostra que, considerada como fonte de alimento dos lepidópteros, *L. camara* é um dos principais itens naquela área (Figura 11 a). Do ponto de vista estatístico, não houve sincronia de floração entre essas plantas durante o ciclo reprodutivo estudado (*A. curassavica* e *E. fulgens*:  $r = -0.2502$ ,  $n = 10$ ,  $p = 0.4097$ ; *A. curassavica* e *L. camara*:  $r = 0.1721$ ,  $n = 10$ ,  $p = 0.574$ ; *E. fulgens* e *L. camara*:  $r = 0.0787$ ,  $n = 10$ ,  $p = 0.7983$ ).

As inflorescências e os botões (Figura 11 b e 12 a) de *A. curassavica* apresentaram um ciclo semelhante, sendo que os botões apresentaram um

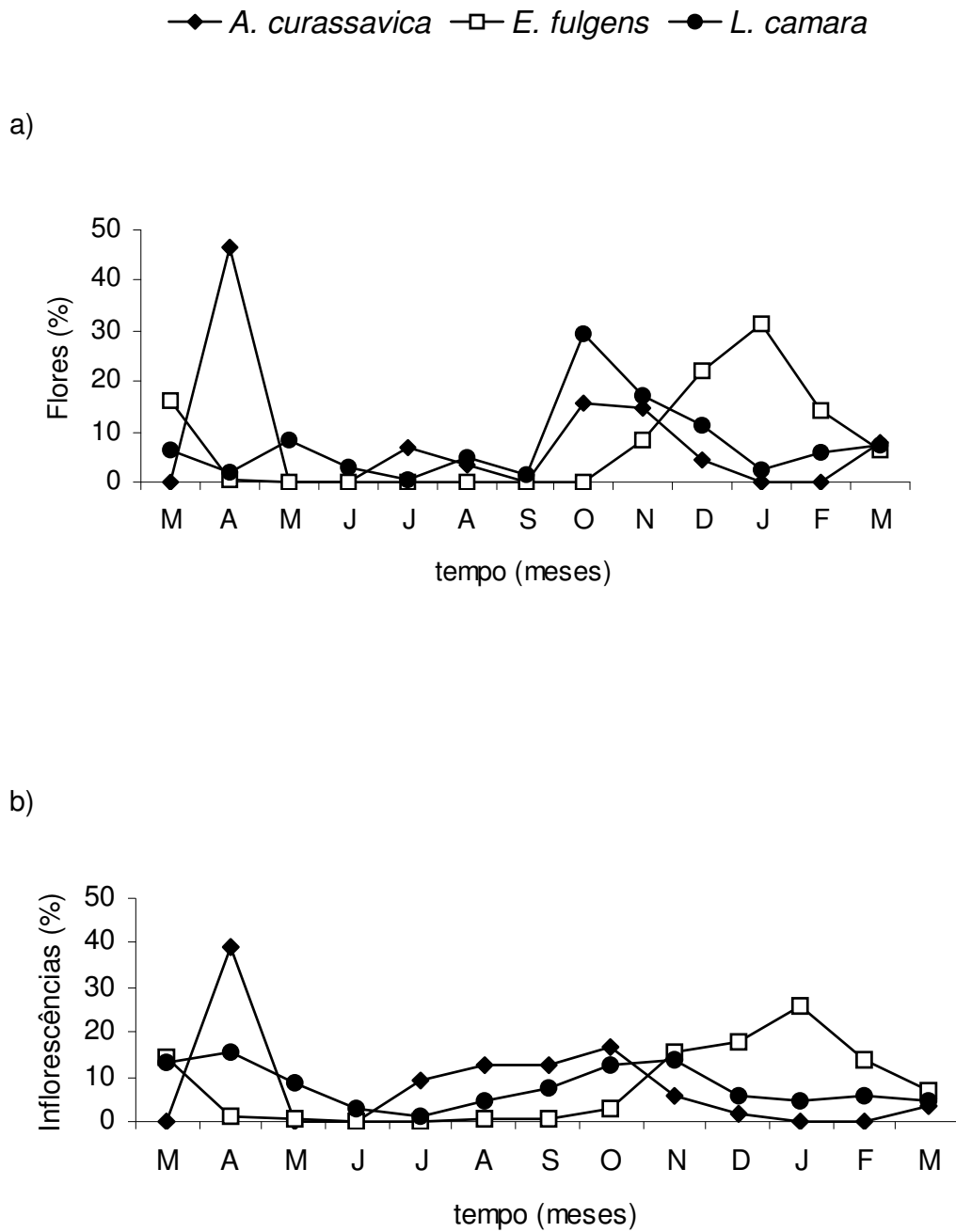
pico em abril. O surgimento das inflorescências de *E. fulgens* ocorreu em outubro de 2005, decaindo a partir de fevereiro de 2006; os botões destacam-se a partir de outubro, também na primavera. As inflorescências de *L. camara* obedecem a um determinado equilíbrio durante o ciclo reprodutivo, apresentando um pico em abril de 2005 (outono) e em outubro e novembro de 2005 (primavera); os botões marcam presença a partir da primavera, ou seja, setembro de 2005, decaem em dezembro, mas retomam presença entre janeiro e março de 2006.



**Figura 10.** Inflorescências de *Asclepias curassavica*, *Epidendrum fulgens* e *Lantana camara*. Fotos: Daniela Fuhro.

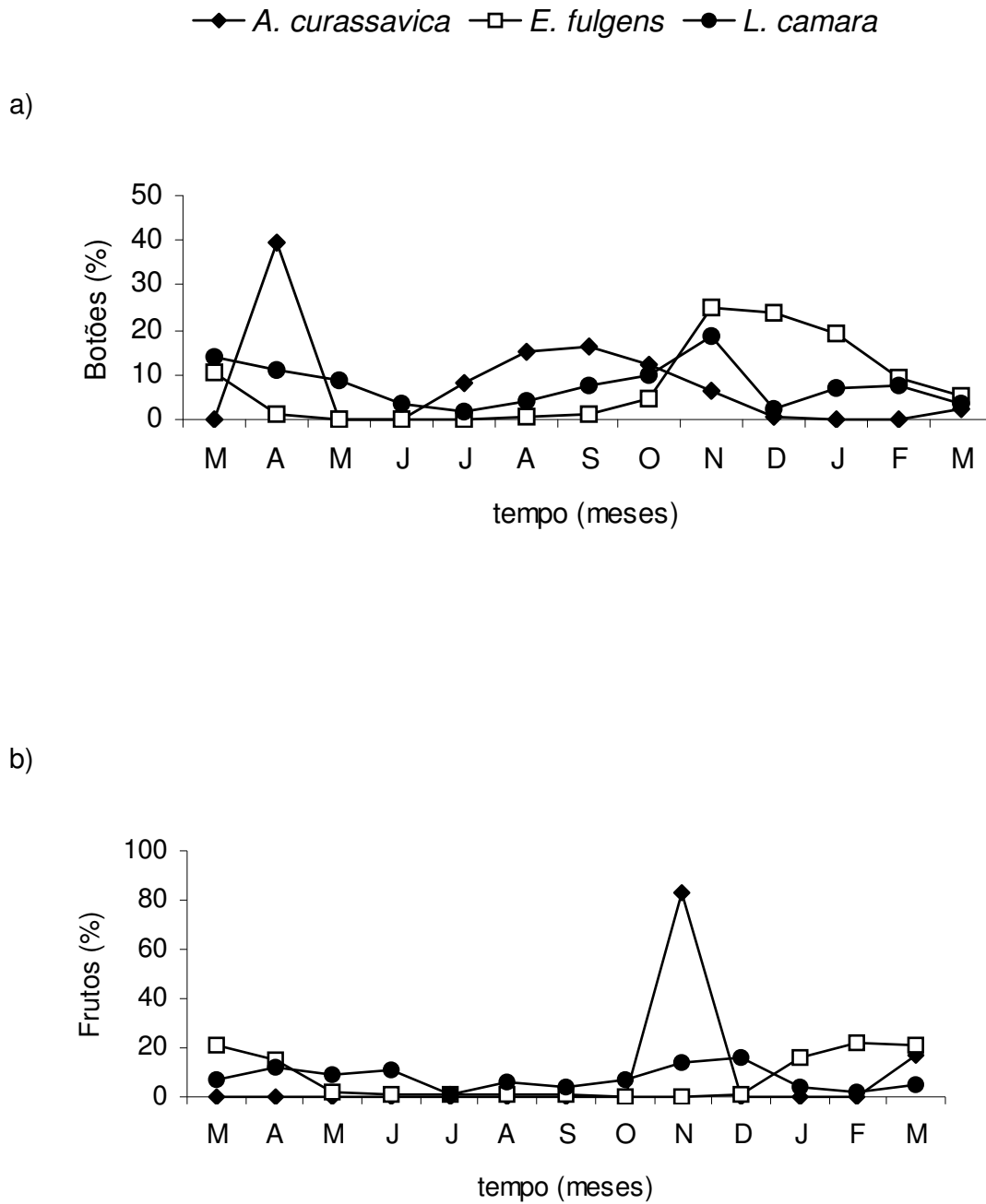
Os frutos (Figura 12 b) de *A. curassavica* apresentam o pico mais acentuado entre todas as fenofases, observado em novembro, porém, tanto antes quanto depois deste mês, não houve destaque algum. Para *E. fulgens*, os frutos mantêm mínima presença durante o inverno, sendo que o surgimento dá-se em dezembro. Os frutos de *L. camara* mantêm-se durante o ciclo, destacando-se no mês de dezembro de 2005.

As fenofases de *A. curassavica* apresentam-se de maneira muito irregular, enquanto *E. fulgens* apresenta um gradiente em seu ciclo reprodutivo para todas as fenofases abordadas a partir da primavera, vindo a decrescer no final do verão. *L. camara* apresenta representatividade para todas as fenofases durante todo o ciclo reprodutivo estudado. As Tabelas I, II e III (Anexo I) mostram em detalhe o período e a frequência de inflorescências, flores, frutos e botões de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara*.



**Figura 11.** Freqüência de flores (a) e de inflorescências (b) em *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* no período de março/2005 a março/2006.





**Figura 12.** Frequência de botões (a) e de frutos (b) em *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* no período de março/2005 a março/2006.

### 3.2. SISTEMA REPRODUTIVO

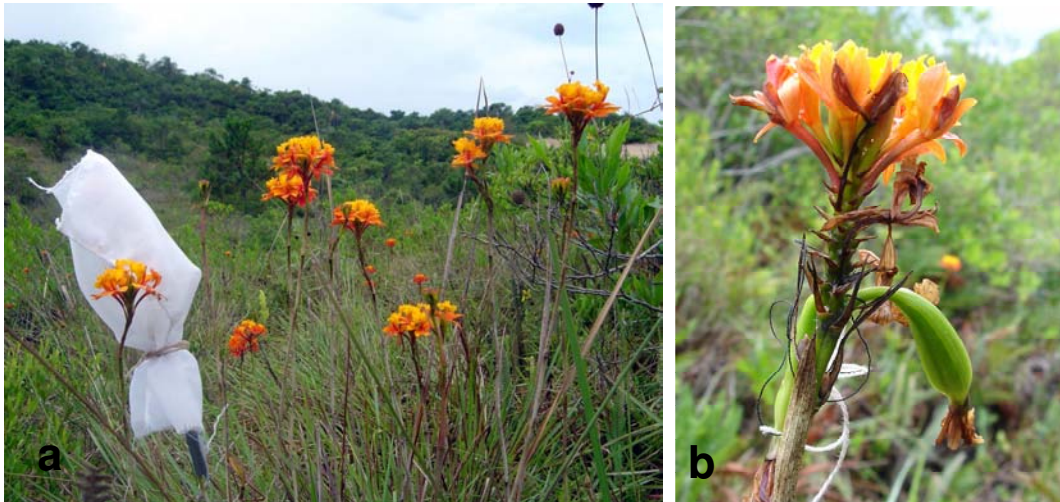
Os experimentos de autopolinização manual e polinização cruzada (xenogamia e geitonogamia) com *E. fulgens* não apresentaram diferença significativa quanto à produção de frutos ( $X^2 = 0,1058$ ; 2 g.l.;  $p=0,9952$ ) (Tabela 1). Em relação à autopolinização espontânea e emasculação, não houve formação de frutos. Portanto, *E. fulgens* requer as visitas dos polinizadores para efetuar a produção de frutos (Figura 13 a e 13 b).

Esses resultados confirmam que *E. fulgens* é polinizador-dependente. Portanto, esta espécie necessita de um agente polinizador capaz de deslocar o polinário da flor e depositá-lo na cavidade estigmática, seja da mesma flor, ou entre flores da mesma inflorescência ou ainda, flores de indivíduos distintos.

**Tabela 1.** Número de flores e frutos formados de *E. fulgens* em cada tratamento.

Tratamento	Flores	Frutos
Autopolinização		
Espontânea	100	0
Manual*	25	21
Polinização cruzada		
Xenogamia*	31	27
Geitonogamia*	26	22
Emasculação		
Controle	27	0
	25	0

(\*) = Comparações estatísticas.



**Figura 13.** *E. fulgens*. a) Saco de organza protegendo uma das inflorescências selecionadas para o experimento; b) detalhe de inflorescência mostrando frutos formados através do experimento. Fotos: Tatiana Pereira

### 3. 3. POLINIZADORES POTENCIAIS

Considerando-se os dados das observações a partir de um ponto fixo e através de caminhadas aleatórias, pode-se constatar quais lepidópteros são os potenciais polinizadores de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara*; 29 espécies de lepidópteros diurnos foram registrados (Tabela 2); uma dentre estas, não referida na tabela, é um lepidóptero não identificado.

A Tabela 3 apresenta estes dados conforme o número de visitas, a planta e o mês em que determinado lepidóptero foi observado; além disso, ela destaca os polinizadores potenciais que visitam as três espécies do complexo, duas delas e apenas uma. Destacam-se *Agraulis vanillae maculosa*, *Dryas iulia alcionea*, *Urbanus simplicius*, *Tegosa claudina* e *Heliconius erato phyllis*, porque efetuaram visitas entre as três plantas (Figura 14 e 15).

**Tabela 2.** Lepidópteros diurnos polinizadores potenciais de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* encontrados na restinga do PEVA.

Família	Espécie
<b>Nymphalidae</b>	<i>Actinote mamita elena</i> Hall, 1921
	<i>Agraulis vanillae maculosa</i> Stichel, [1908]
	<i>Anartia jatrophae jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)
	<i>A. amatheia roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)
	<i>Danaus gilippus gilippus</i> (Cramer, [1775])
	<i>D. plexippus erippus</i> (Cramer, [1775])
	<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, [1779])
	<i>Euieides isabella dianasa</i> (Hübner, [1806])
	<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Junonia</i> cf. <i>genoveva hilaris</i> C. Felder et R. Felder, 1867
	<i>Ortilia ithra</i> (Kirby, 1900)
	<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)
	<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)
<b>Papilionidae</b>	<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Hübner, [1809])
	<i>H. hectorides</i> (Esper, 1794)
	<i>Parides bunichus perrhebus</i> (Boisduval, 1863)
	<i>Protesilaus</i> sp.
	Papilionidae sp.
<b>Pieridae</b>	<i>Colias lesbia lesbia</i> (Fabricius, 1775)
	<i>Eurema deva deva</i> (Doubleday, 1847)
	<i>Eurema elathea flavescens</i> (Chavannes, 1850)
	<i>Phoebis argante argante</i> (Fabricius, 1775)
<b>Hesperiidae</b>	<i>Urbanus simpliciis</i> (Stoll, 1790)
	<i>Urbanus</i> cf. <i>teleus</i> Hübner, [1821]
<b>Lycaenidae</b>	<i>Rekoa palegon</i> (Cramer, 1780)
	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)
<b>Noctuidae</b>	<i>Melipotis</i> sp.

No entanto, não se pode desconsiderar aquelas espécies de borboletas que visitaram pelo menos duas das espécies de plantas do suposto mimético, em particular, os visitantes de *E. fulgens* e *L. camara* (Figura 16). Neste caso incluem-se *Junonia* cf. *genoveva*, *Vanessa braziliensis*, *Heraclides hectorides*, *P. bunichus perrhebus*, *Protesilaus* sp., uma outra espécie de papilionídeo não

identificada e duas espécies do pierídeo *Eurema* (*E. deva deva* e *E. elathea flavescens*, referidas na tabela apenas como *Eurema* spp. devido à dificuldade de identificação no momento da observação, sem a captura do inseto). O pierídeo *Phoebis argante argante* parece visitar apenas *E. fulgens* e *A. curassavica*, enquanto as demais espécies referidas na tabela visitam apenas um dos elementos do complexo de plantas.



**Figura 14.** Lepidópteros diurnos visitantes das três plantas: a) *Agraulis vanillae maculosa*; b) *Dryas iulia alcionea*; c) *Urbanus simplicius*; d) *Tegosa claudina*; e) *Heliconius erato phyllis*. Fotos: Teo Halfen e Nicolás Mega.

Observações de campo sugerem que os polinizadores potenciais de *A. curassavica* são os himenópteros. Nas primeiras visitas ao PEVA, coletou-se duas espécies de formigas, *Camponotus* sp. e *Pseudomyrmex gracilis*, forrageando em *A. curassavica*. Porém, como relatado anteriormente, existem borboletas que também cumprem este papel, o que vem ao encontro do escopo deste estudo. Em relação à *L. camara*, foi avistada uma espécie de abelha Euglossini realizando visita, porém não houve coleta; observou-se também uma espécie de beija-flor, *Chlorostilbon auriventris* (Trochilidae), conhecido como “besourinho-de-bico-vermelho”. Para *E. fulgens*, as observações de campo mostraram que existem vespas e formigas

(*Camponotus* sp. e *Cephalotes incertus*) que alimentam-se da secreção extrafloral existente nesta orquídea.



**Figura 15.** Acima, à esquerda e à direita, *A. vanillae maculosa* em dois momentos: após pouso e retirada do polinário em *E. fulgens* e visitando *L. camara*. No meio, *D. iulia alcionea* pousada em *L. camara* (à esquerda) e com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide (à direita). Abaixo, à esquerda, detalhe de *U. simplicius* mostrando polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide e, à direita, pousado em *L. camara*. Fotos: Teo Halfen, Ana Luiza Matte, Nicolás Mega.

Este estudo incrementa em 26% o conhecimento de espécies de lepidópteros visitantes florais do suposto sistema mimético estudado. A Tabela 4 mostra este dado, uma vez que apresenta autores que efetuaram outros trabalhos, como a polinização de uma das espécies botânicas envolvidas neste estudo (Barrows, 1976; Schemske, 1976; Berchtold, 1981; Barros *et. al.*, 2001); como foco da existência de um complexo mimético entre elas (Boyden, 1980; Bierzychudek, 1981); *A. curassavica* e *L. camara* como fonte de alimento para *H. erato phyllis* (Corrêa *et. al.*, 2001) e observações diretas em campo efetuada por outros pesquisadores (Pinheiro, comunicação pessoal). Cabe salientar que na Tabela 4, a orquídea está apresentada apenas como gênero *Epidendrum*, e isto justifica-se pela problemática referente a diferenciação taxonômica entre *E. fulgens*, *E. ibaguense* e/ou *E. radicans*.



Tabela 3. (continuação)

Lepidóptero	<i>L. camara</i>							<i>E. fulgens</i>							<i>A. curassavica</i>						
	N	D	J	F	M	A	M	N	D	J	F	M	A	M	N	D	J	F	M	A	M
<i>Melipotis</i> sp.												01									
Lepidóptero NI								01													



**Tabela 4.** Relação dos lepidópteros visitantes florais nas três espécies de plantas referidas em estudos sobre polinização, mimetismo floral, fonte de alimento para *H. erato phyllis* ou observação direta no campo. Legenda: A.c. – *Asclepias curassavica*; Ep – *Epidendrum*; L. c. – *Lantana camara*; SC - Schemske (1976); BA - Barrows (1976); BO - Boyden (1980); BI - Bierzychudek (1981); BE - Berchtold (1981); CO - Corrêa et. al. (2001); BR – Barros et. al. (2001); EE - Este Estudo (2006); PI - Pinheiro (Comunic.pessoal).

Família	Espécie	A. c.	Ep	L. c.
<b>Nymphalidae</b>	<i>Actinote mamita</i>		EE	
	<i>Agraulis vanillae maculosa</i>	EE	EE - PI	SC-BA-BR-EE
	<i>Anartia amathea roeselia</i>	BE - EE		EE
	<i>A. fatima</i>	BI	BI	SC-BA-BI-BR
	<i>A. jatrophae jatrophae</i>	BE	EE	SC-BA-BI-BR
	<i>Chlosyne</i> sp.		BI	BI
	<i>Danaus gilippus gilippus</i>	BE - EE		BA - EE
	<i>D. plexippus erippus</i>	BE - BO - EE	BO - EE	SC- BA - BO
	<i>Dione julia</i>			SC
	<i>Dryas iulia alcionea</i>	BI - EE	EE	SC - EE
	<i>Dryas iulia cillene</i>			BR
	<i>Dryadula phaetusa</i>		EE	EE
	<i>Euptoieta claudia</i>			BR
	<i>E. hegesia</i>			BR
	<i>Eueides isabella dianasa</i>	EE		EE
	<i>Heliconius erato phyllis</i>	EE - CO	EE	EE - CO
	<i>Heliconius</i> sp. 1			SC
	<i>Heliconius</i> sp. 2			SC
	<i>Junonia</i> cf. <i>genoveva</i>			EE - PI
	<i>Junonia</i> sp.			BR
	<i>Ortilia ithra</i>	EE		
	<i>Precis lavinia</i>			SC
	<i>Tegosa claudina</i>	EE	EE	EE
	<i>Thessalia theona</i>			SC
	<i>Vanessa braziliensis</i>		EE - PI	EE
	<b>Papilionidae</b>	<i>Battus belus</i>		
<i>B. polydamus polydamus</i>				SC – BR
<i>Heraclides hectorides</i>			EE	EE
<i>Heraclides anchisiades</i>				EE – BR
<i>Parides bunichus perrhebus</i>			PI	EE
<i>Protesilaus</i> sp.			EE	EE
Papilionidae sp. 1			EE	EE
<i>Papilio polyxenes</i>				BR
<i>Papilio thoas</i>				SC

Tabela 4. (continuação)

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>A. c.</b>	<b>Ep</b>	<b>L. c.</b>
<b>Hesperiidae</b>	<i>Autochton longipennis</i>			SC
	Hesperiidae sp.			BA
	<i>Pyrgus</i> spp.			SC
	<i>Urbanus simplicius</i>	EE	EE	EE
	<i>Urbanus</i> cf. <i>teleus</i>			EE
	<i>Urbanus</i> sp.			BA
	<i>Urbanus</i> sp. 1			BR
	<i>Urbanus</i> sp.2			BR
	<i>Urbanus</i> spp.			SC
<b>Lycaenidae</b>	<i>Rekoa palegon</i>	EE		
	<i>Tmolus echion</i>			EE
<b>Pieridae</b>	<i>Ascia monuste</i>			SC - BR
	<i>Colias lesbia lesbia</i>		EE - PI	
	<i>Eurema daira</i>			SC - BA
	<i>Eurema</i> sp.			SC - BA
	<i>Eurema</i> spp.		EE	EE
	<i>Lycorea ceres</i>			BA
	<i>Pieridae</i> sp.			BA
	<i>Phoebis argante argante</i>		EE	SC - BR
	<i>P. sennae marcellina</i>			SC
<i>Phoebis</i> sp.			BR	
<b>Noctuidae</b>	<i>Melipotis</i> sp.		EE	
**	Lepidóptero NI		EE	

\*\*Lepidóptero sem determinação de família e/ou gênero.



**Figura 16.** Borboletas que visitam *E. fulgens* e *L. camara* na restinga do PEVA: os ninfalídeos A) *Vanessa braziliensis*; B) *Anartia amathea*; C e D) *Dryadula phaetusa*; E) *Junonia* cf. *evarete*; F) detalhe de *Junonia* cf. *evarete* com polinário de *E. fulgens* na probóscide; os papilionídeos G) *Parides bunichus perrhebus*; H) *Heraclides hectorides*; I) *Phoebis argante argante*; J) *P. argante argante* com polinário na probóscide; K e L) *Eurema elathea*. Fotos: Teo Halfen e Ana Luiza Matte.

### 3.4. OBSERVAÇÃO DOS POLINIZADORES POTENCIAIS

Outro modo de testar o quanto a fonte de néctar (*L. camara* ou *A. curassavica*) poderia induzir um polinizador potencial a visitar *E. fulgens*, seria verificar o grau de associação entre as visitas nas duas primeiras espécies em relação à orquídea. Para tanto, correlações foram estimadas entre as visitas em todos os três elementos do sistema florístico aqui estudado, com interesse especial entre *E. fulgens* e *L. camara* ou *A. curassavica*. Utilizou-se os dados das duas metodologias já citadas: caminhadas aleatórias ( $n = 18$ ) e observações em um ponto fixo ( $n = 16$ ). Os resultados das correlações, após o uso da transformação angular nos valores percentuais de visitas, estão na Tabela 5.

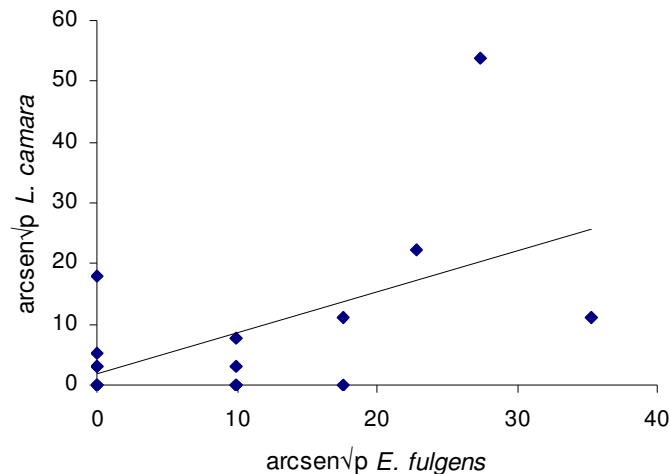
**Tabela 5.** Valores dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ), entre frequência de visitas a *Asclepias curassavica* (Ac), *Epidendrum fulgens* (Ef) e *Lantana camara* (Lc).

Associação	Ponto Fixo	Caminhadas
	r	
Ac – Ef	- 0,0170	0,0859
Ac – Lc	0,1633	-0,0355
Ef – Lc	0,5504*	0,1431

(\*) Significante a 0,05; as demais correlações não foram significantes (valores de  $p$  acima de 0,54)

Como se pode verificar, apenas a correlação entre as visitas a *L. camara* e a *E. fulgens*, para as observações a partir de um ponto fixo, resultou em um valor significativo ( $r = 0,550$ ; 14 g.l.;  $p = 0,027$ ). Este resultado mostra que, por esta metodologia, estas duas plantas estão associadas (Figura 17); no entanto, isto não quer dizer que a visitação em *L. camara* necessariamente determine a visitação em *E. fulgens*. A Tabela I (Anexo II) mostra o total das visitas realizadas pelos lepidópteros utilizando-se esta metodologia.

**Erro!**



**Figura 17.** Correlação entre o número de visitas de lepidópteros diurnos em *E. fulgens* e *L. camara* nas observações a partir de um ponto fixo ( $r=0,550$ ;  $p=0,0271$ );  $p$  = percentagem de visitas.

A inexistência de correlação entre *A. curassavica* e *L. camara* e entre *A. curassavica* e *E. fulgens* pode ter ocorrido devido a subamostragem realizada em *A. curassavica*. Detectou-se o problema do tamanho da amostra nesta planta em comparação com as outras duas, após a realização das observações focais em novembro, dezembro/2004 e janeiro/2005. Foram 11 dias de trabalho para as observações a partir de um ponto fixo, sendo que apenas um dia de cada mês foi dedicado a *A. curassavica*. Devido a uma questão logística, priorizou-se o trabalho em áreas mais isoladas (Áreas 1 e 2) dentro do PEVA, decorrendo na sub-amostragem efetuada na Área 3 (área de camping), onde encontra-se *A. curassavica*.

Durante a observação de visitantes florais através da metodologia das caminhadas, *A. curassavica* também foi subamostrada. Portanto, essa situação eventualmente poderia influenciar o resultado final da correlação. Como citado anteriormente no item “Fenofases”, *A. curassavica* apresentou momentos esparsos de floração em abril, julho, outubro e novembro/2005. As caminhadas foram efetuadas em fevereiro, março, abril e maio/2005; em dois desses quatro meses esta espécie não apresentou floração.

Porém, em abril/2005, apesar desta espécie apresentar seu pico de floração, houve uma falha no procedimento amostral, decorrendo na ausência da metodologia das caminhadas na Área 3 (*A. curassavica* e *L. camara*) neste mês. Conseqüentemente, apenas em maio/2005 efetuou-se a observação através das caminhadas na Área 3, fato que poderia colaborar com o resultado de correlação negativa entre *A. curassavica* e *L. camara* e ausência de correlação entre *A. curassavica* e *E. fulgens*.

Durante as observações de pouso através de caminhadas aleatórias, capturou-se indivíduos de borboletas que apresentavam políneas aderidas à probóscide e/ou nas pernas, em áreas distintas. Exemplificando, na Área 3, capturou-se borboletas com políneas de *E. fulgens* (espécie que não ocorre nesta área) aderidas à probóscide. Isto indica que as borboletas deslocam-se de uma área para a outra, o que incrementa a visitação cruzada (Figura 18). Outro exemplo pode ser mencionado, como *D. plexippus plexippus* capturada, também na Área 3, portando políneas de *E. fulgens* na probóscide e simultaneamente de *A. curassavica* nas pernas (Figura 18).

Apesar de se ter observado a remoção de polinários tanto em *E. fulgens* quanto em *A. curassavica*, o encaixe de políneas na cavidade estigmática da flor, em flagrante, não foi testemunhado. Desta forma, resolveu-se utilizar a expressão “polinizadores potenciais”.

*A. vanillae maculosa* e *D. iulia alcionea* são espécies que pode-se flagrar executando um comportamento de “engano”, ora pousando na orquídea e, em seguida, em *L. camara*; ora pousando em *E. fulgens*, depois *L. camara* e voltando para *E. fulgens*, prendendo-se ao polinário. *A. vanillae maculosa* foi a borboleta que mais destacou-se durante as amostragens, considerando-se que seu pico de freqüência ocorre nos meses de novembro a janeiro (Haag *et. al*, em preparo).



**Figura 18.** Acima, à esquerda, *Colias lesbia lesbia* com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide e polinário de *Asclepias* sp. aderido à uma das pernas; ao lado, aspecto geral desta borboleta. Abaixo, à esquerda, *Dannaus plexippus erippus* forrageando em *A. curassavica*, com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide, e à direita, detalhe desta borboleta com polinário de *E. fulgens* aderido à probóscide. Fotos: Teo Halfen.

### 3.5. REMOÇÃO DE POLINÁRIOS DE *E. FULGENS*

A remoção de polinários de *E. fulgens* foi baixa (Tabela 6), ou seja, não há qualquer tendência decrescente em relação à fonte de néctar, à medida que aumenta a distância de *L. camara*. Exemplificando, a frequência mais alta foi apenas 10%, na distância de 30 m (transecção 5), a qual é precedida por uma frequência de 3% na distância de 20 m e 0 % na distância de 10 m.

Portanto, o fato de *E. fulgens* estar próximo à *L. camara* não é indicativo de que exista uma “vantagem” para aquela espécie em incrementar sua visitação, uma vez que não oferece recurso ao visitante floral. A baixa frequência de remoção de polinários é reforçada pelas observações de 24 e 72 horas; para as mesmas plantas seria esperada uma frequência maior de remoção. Todavia, deve ser levada em conta a alta frequência de oferta de flores de *E. fulgens*, o que torna baixa a probabilidade de visita à mesma

inflorescência. Da maneira como os dados se revelaram, tornou inviável um teste estatístico.

**Tabela 6.** Frequência da remoção de polinários de *E. fulgens* conforme a distância (m) da fonte de recurso (*L. camara*); M = manhã; T = Tarde.

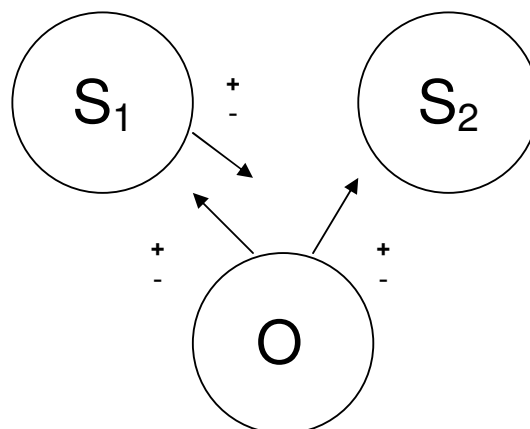
Transecção	Período	Nº polinários removidos / Nº total de flores			
		10 m	20 m	30 m	40 m
1	M	0	0	0,029	0,034
	T	0	0	0,029	0,034
	24h	0	0	0	0,036
2	M	0,080	0	0	0
	T	0,043	0	0	0
	24h	0,043	0	0	0
3	M	0	0,037	0	0
	T	0	0	0	0
	24h	0	0,034	0	0
4	M	0	0	0	0
	T	0	0	0	0
	72h	0	0	0	0,056
5	M	0	0	0	0,048
	T	0	0,033	0,103	0,048
	72h	0	0,031	0,042	0,000
6	M	0,042	0,067	0,063	0,029
	T	0,042	0,067	0,067	0,029
	72h	0,043	0	0	0



#### 4. DISCUSSÃO

O mimetismo floral foge ao escopo das definições clássicas do mimetismo Batesiano e Müllleriano, já visto no início deste trabalho, uma vez que estes conceitos tradicionais abordam estudos com animais. Alguns autores enquadraram seus estudos dentro destas classificações tradicionais (Boyden, 1980; Bierzychudek, 1981; Johnson, 1994; Johnson *et. al.*, 2003).

Este estudo enquadra-se na proposta de Wickler (1968), revisada por Vane-Wright (1976), ou seja, o Sistema Tripartido, o qual pode englobar grupos taxonomicamente distintos. A Figura 19 mostra um modelo do Sistema Tripartido que permite explorar um sistema como uma malha interativa, considerando todas as interações possíveis. Nesta figura estão representados os componentes básicos do sistema proposto por Vane-Wright, uma vez que encaixa-se na amplitude deste estudo.



**Figura 19.** Modelo esquemático tripartido, de acordo com a proposta de Vane-Wright (1976). Acima, à esquerda, o componente  $S_1$ , usualmente designado como Modelo; à direita,  $S_2$ , usualmente designado como Mímico. Abaixo, O, componente conhecido como Operador (ou Receptor de sinais), o qual não discrimina entre  $S_1$  e  $S_2$ . Os sinais + e - representam o papel biológico de um dos componentes do sistema em relação a outro (+, aproximação, contato; -, afastamento, evitar).

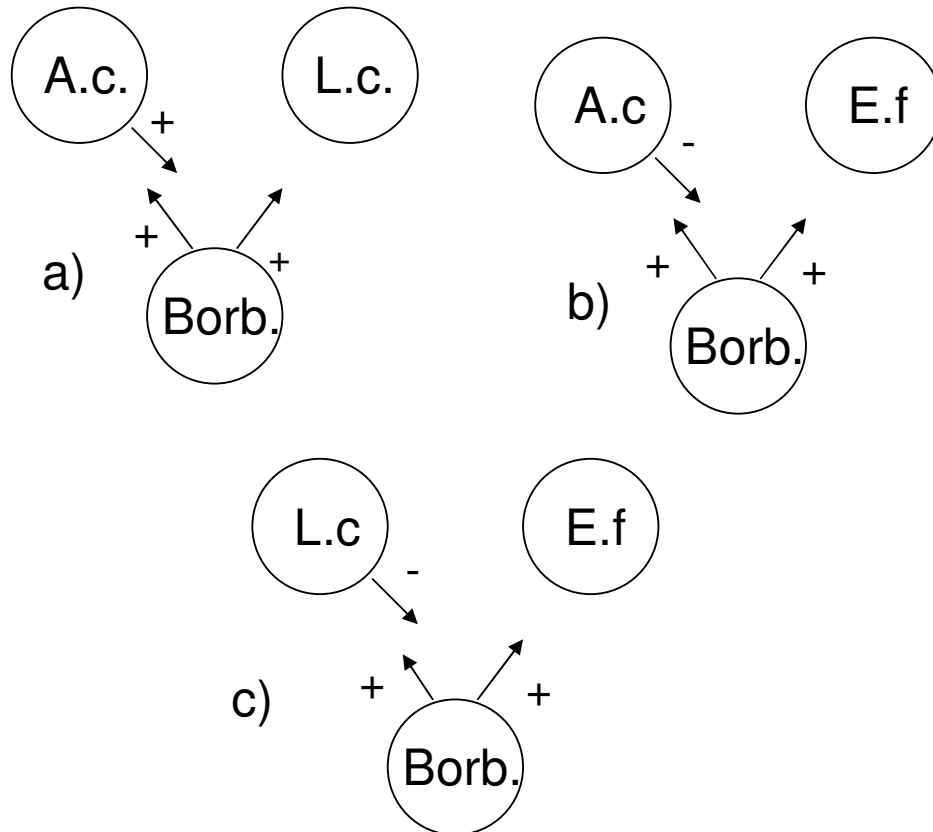
No Sistema Tripartido é preciso considerar o relevante papel interativo entre modelo e mímico: a presença do modelo é, necessariamente, uma vantagem para o mímico (Vane-Wright, 1976); se assim não fosse, a adaptação teria outro nome. No entanto, o mímico pode ser vantajoso para o modelo ou não; devido a isso Vane-Wright reconhece quatro tipos de

mimetismo onde a presença do mímico é uma desvantagem para o modelo, os quais ele chamou de *mimetismo antérgico* e quatro outros, onde a presença do mímico é uma vantagem para o modelo, denominado *mimetismo sinérgico*.

Por outro lado, mímico, modelo e operador podem pertencer a espécies diferentes (*mimetismo disjunto*); mímico e modelo podem pertencer à mesma espécie e o operador à outra; modelo e operador podem pertencer à mesma espécie; mímico e operador podem ser da mesma espécie (estes três casos são designados como *mimetismo bipolar*) e, finalmente, os três elementos podem pertencer à mesma espécie (*mimetismo intra-específico*). Estas cinco situações, combinadas com as oito anteriores, geram uma matriz de 40 tipos possíveis de mimetismo.

Mas afinal, como se pode definir mimetismo? Com o objetivo de evitar ambigüidades, melhorando a definição dada em 1976 e também para incluí-la explicitamente no contexto da teoria darwiniana, Vane-Wright (1980) assim definiu mimetismo: "*mimicry involves an organism (the mimic) which simulates signal properties of a second living organism (the model) which are perceived as signal of interest by a third living organism (the operator), such that the mimic gains in fitness as a result of the operator indentifying it as an example of the model*".

Os modelos propostos para a situação encontrada na restinga do PEVA estão esquematizados na Figura 19. Como se pode ver, há duas possibilidades: *A. curassavica* e *L. camara* formam um par que oferece recompensa aos seus visitantes florais, e no caso de *L. camara*, duplamente, pois além do néctar, ela também oferece pólen. Cabe ressaltar que dentre os lepidópteros diurnos registrados durante este estudo, apenas *H. erato phyllis* consome pólen, os demais consomem apenas néctar. O operador ou receptor de sinais é uma borboleta que é recompensada quando visita uma destas plantas. Nesta situação é difícil identificar quem é o mímico e quem é o modelo.



**Figura 20.** Desenho esquemático do modelo sugerido para o “suposto” complexo mimético existente entre *A. curassavica* (A.c.), *E. fulgens* (E.f.) e *L. camara* (L.c.), conforme a ocorrência destas na restinga do PEVA. Em “a” não se pode determinar o componente Modelo, pois A.c. e L.c. oferecem recurso.

A outra proposta conjuga *E. fulgens* e *L. camara*, porém aqui tem-se uma situação diferente da anterior, afinal a oferta de recurso é menor para o visitante floral, pois apenas *L. camara* oportuniza recurso. Aqui, a situação muda, porque pode haver um modelo: *L. camara*. A orquídea seria o mímico em questão, pois pode se beneficiar do fato de ocorrer na mesma área onde está *L. camara* e confundir o visitante, que aqui também está simbolizado como uma borboleta (tanto no presente estudo como em outros da literatura há registros de outros lepidópteros como visitantes florais: mariposas). Neste caso, como *E. fulgens* não oferece néctar ao visitante, ela exerce um efeito negativo sobre o modelo *L. camara*, pela possível inibição a um polinizador, pelo menos temporariamente, a visitar o mesmo padrão de cores exibido por *L. camara*. Uma terceira possibilidade no sistema em estudo, seria o

representado na Figura 19 b, onde *E. fulgens* exerce o papel de mímico de *A. curassavica*. Embora sejam simpátricas na área do PEVA, elas não ocorrem lado a lado.

Flores que oferecem néctar servem de modelo para “flores de engodo de néctar” (Vogel, 1993). Nesse caso, flores não produtoras de néctar podem valer-se de um “traje padrão”, isto é, representar um estilo funcional que agrega caracteres de uma flor com recurso e, assim, conseguir uma visita. *E. fulgens* pode carregar esse “traje padrão”, beneficiando-se do fato de apresentar coloração e padrão de inflorescência que desperta a atenção dos visitantes.

Observações de campo em *L. camara* mostraram que as flores amarelas são as mais procuradas pelas borboletas. A cor amarela é um sinal positivo para o visitante floral, pois trata-se de um “aviso” da presença de néctar. Quando ocorre a polinização, as flores vão do laranja ao vermelho. Manter as flores vermelhas, sem néctar, contribui para a aproximação dos polinizadores potenciais da mesma inflorescência e/ou de plantas a longas distâncias (Weiss, 1991).

Se porventura, *E. fulgens* carrega este “traje padrão” pode beneficiar-se não somente da presença de *L. camara*, como também de outras espécies que florescem no mesmo local.

Conforme Sheppard (1965), a evolução do fenótipo aliado aos parâmetros ambientais precisa ser levada em consideração. Para o surgimento do mimetismo, dada alguma variação aleatória no padrão de cores de um dos componentes, que o torna assemelhado à outro, desencadeia um processo de seleção e aproximação dos padrões de cores.

Schemske (1976) aponta que muitas plantas desenvolveram inflorescências para maximizar a eficiência de forrageamento (“floral display”), favorecendo alguns polinizadores e prevenindo a entrada de outros no sistema de polinização. *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* são plantas que oferecem uma boa plataforma de pouso a seus visitantes.

*A. curassavica* e *E. fulgens* apresentam maior complexidade no mecanismo de polinização, pois apresentam políneas. Políneas não são uma recompensa na visita. Segundo Singer (2004), nos grupos que formam políneas, o empacotamento do pólen dificulta ou impossibilita seu uso por parte dos polinizadores potenciais. Contudo, estas duas plantas não ocorrem na

mesma área no PEVA, portanto apenas indícios de visitas entre as áreas estudadas puderam ser registrados, como capturas de borboletas com polinários de *Asclepias* aderidas às pernas em áreas onde não há sua ocorrência e capturas de borboletas com polinários de *Epidendrum* na área onde existe *Asclepias*. Captura de borboletas que apresentavam ambos polinários também foram registradas, porém, o comportamento de “engano” do operador (borboleta), não foi observado entre estas duas plantas, somente entre a orquídea e *L. camara*.

A floração destas plantas não apresentou sincronia, salvo entre *L. camara* e *E. fulgens* entre os meses de novembro/2005 a março/2006. *L. camara* floresce o ano inteiro, mesmo no inverno, período em que a floração decaiu de forma geral. E é no inverno que *E. fulgens* não floresce. Já *A. curassavica* mostrou baixa floração, com picos esparsos. *E. fulgens* investe na floração a partir de novembro (primavera), enquanto as flores de *L. camara* diminuem. Será que o investimento na produção de flores que *E. fulgens* apresenta faz parte da estratégia de atração de visitantes? Se *E. fulgens* carrega o “traje padrão”, os lepidópteros podem guardar a imagem de *L. camara* e assim, confundir-se, pois a oferta de flores desta orquídea é grande.

*A. curassavica* e *L. camara*, ocorrendo juntas na mesma área, podem estabelecer uma relação de cooperação no tocante à atração de um número maior de borboletas; ambas oferecem néctar, embora a análise da floração mostre que não há sincronia entre elas (exceto em novembro/2005, mas trata-se de evento isolado). Aos olhos humanos, a “parceria” *Asclepias-Lantana* pode existir, pois compartilham de características em comum, especialmente em relação às inflorescências e padrão de cores.

Uma das premissas para ocorrer mimetismo é o fato de o mímico ocorrer em menor número (Sheppard, 1965). Neste caso, *E. fulgens*, o suposto mímico, não responde a esta regra, pois ocorre em maior frequência do que as outras plantas. Cabe ainda ressaltar um importante fato: *E. fulgens* apresenta diferenças morfológicas entre as flores que compõem as inflorescências, inclusive podendo apresentar cores diferentes no mesmo indivíduo (Figura 20). Suas flores, assim como *A. curassavica* e *L. camara* não têm fragrância e, diferente do que ocorre nestas espécies, baseado no estudo em preparo apresentado no Anexo III, o nectário de *E. fulgens* parece não secretar néctar.

Existe a possibilidade de que esta orquídea possa, uma vez que integra o complexo gênero *Epidendrum*, ter apresentado ao longo de sua evolução, produção de néctar em períodos intercalados (Pinheiro, comunicação pessoal).

*E. fulgens* ocorre com grande frequência ao longo da restinga estudada. Em seu pico de floração, a paisagem ganha um elemento a mais, pois a orquídea parece formar um “jardim” onde predominam as cores vermelha e amarela.



**Figura 21.** Variações no padrão de coloração das flores de *Epidendrum fulgens* Brongn. na restinga do PEVA. Fotos: Candice Gonçalves e Alessandra Marins.

Teoricamente, o fato de *E. fulgens* “enganar” os visitantes florais seria uma desvantagem para *L. camara*, pois significaria uma visita a menos para esta. Segundo Vane-Wright (1976), esta situação classifica-se como “antérgica” (onde a existência do mímico é uma desvantagem para o modelo). As visitas efetuadas em *L. camara* recompensam os polinizadores potenciais. Situação diferente do que ocorre nas visitas à *E. fulgens*, onde a visita resulta em um esforço físico “frustrado”, sem atingir o objetivo da busca por alimento-energia.

Isso leva a crer que a proximidade com *L. camara* possibilita à orquídea a manutenção mínima da variabilidade genética, afinal, é polinizador-dependente (fato comprovado através dos cruzamentos relatados em “Resultados”). Uma simples visita, seguida da remoção do polinário, pode

significar sucesso para a orquídea. Embora demonstre sucesso na reprodução vegetativa, *E. fulgens* precisa de um agente polinizador capaz de encaixar a polínea na cavidade estigmática e assim garantir a produção de frutos. Não obstante, a quantidade de indivíduos de *E. fulgens* na área estudada é imensamente maior do que qualquer dos outros componentes ou da sua soma. Se a frequência de indivíduos da orquídea corresponde a um sucesso ecológico maior, fica difícil avaliar o papel de mimetismo neste caso.

Ainda em relação à taxa de remoção de polinários em *E. fulgens*, algo importante a ser verificado também, utilizando a mesma metodologia, seria detectar a taxa de frutos formados, conforme a distância de *L. camara*. Uma vez que sabe-se a importância da visita de um agente polinizador, isso possibilitaria uma resposta complementar, pois saber-se-ia a frequência de formação de frutos conforme a distância da fonte de néctar.

A partir deste estudo, sugere-se que outros testes sejam efetuados como complemento às etapas aqui cumpridas. Um importante enfoque é verificar se a química das plantas influencia a visitação das flores. Uma testagem preliminar e muito superficial foi realizada a partir de uma extração etanólica a frio da planta fresca para cada espécie, porém, estes dados não foram expostos neste manuscrito pelo carácter de “amostragem piloto” (na realidade, o teste não se mostrou informativo). Gottlieb *et. al.* (1996), comenta que as substâncias químicas, em conjunto com os seus mecanismos de controle bioquímico, tanto nos organismos que as sintetizam como nos organismos receptores, constituem uma das bases do equilíbrio que é próprio e caracteriza os diversos ecossistemas. Nesta colocação fica explícita a relevância desses metabólitos serem investigados pelo prisma da ecologia e genética, com seriedade e propriedade, mesmo que seja um processo que requer tempo e se constitua em vários ensaios que se complementam.

Além dos aspectos químicos, há necessidade de estudar também a acuidade visual dos visitantes florais, e explorar o grau de similaridade do espectro de reflectância das cores envolvidas em cada espécie de planta deste estudo (vermelho, amarelo, laranja). Outro importante aspecto é um estudo molecular a respeito da frequência de eventuais clones de *E. fulgens* encontrados no PEVA, porque esta aparentemente possui grande sucesso na reprodução vegetativa.

Registros palinológicos destas plantas auxiliariam a construir a respectiva história ecológico-evolutiva. Plantas que apresentam políneas são consideradas especializadas no mecanismo de polinização por zoofilia, uma vez que necessitam de um vetor muito específico que desloque e deposite as políneas até o estigma, para que ocorra a germinação dos grãos de pólen. Sendo assim, comumente não há pólen excedente caindo ao solo, como ocorre com a grande maioria das plantas que apresentam o pólen isolado em mônades. Portanto, registros palinológicos de espécies que apresentam políneas são raros de serem encontrados em sedimentos. No Rio Grande do Sul não há registro palinológico para *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara* em sedimentos. As famílias referentes às duas primeiras espécies (Apocynaceae - [Asclepiadoideae] e Orchidaceae) caracterizam-se pela presença de políneas, a terceira pertence a uma família que apresenta pólen em mônades (Verbenaceae). Registro palinológico no Estado, que contemple uma dessas famílias, existe apenas para Verbenaceae (com pólen em mônades): gênero *Verbena*, em sedimentos das regiões fisiográficas Planície Costeira e Planalto, com datação de 3.000 a 4.000 anos, o que corresponde ao Holoceno [(Cenozóico-Quaternário)] (Lorscheitter, comunicação pessoal).

Os dados obtidos ao longo deste estudo sinalizam que a existência de mimetismo entre estas plantas está enfraquecida e neste sentido vai ao encontro dos achados anteriormente citados de Boyden (1980) e Bierzychudek (1981). A baixa correlação resultante das visitas efetuadas pelas borboletas entre *E. fulgens* e *L. camara*, e a ausência ou fraca correlação entre estas e *A. curassavica* colaboram com este resultado. Cabe ressaltar que *A. curassavica* está nas regiões mais interiores, afastada do mar e da orquídea.

*A. vanillae maculosa* e *D. iulia alcionea* foram as borboletas que apresentam um suposto comportamento de “engano” entre *E. fulgens* e *L. camara*, porém estes eventos não repetiam-se freqüentemente. Esta situação não foi registrada nenhuma vez entre *A. curassavica* e *L. camara*. Provavelmente, estas borboletas aprendem que a orquídea não lhes oferece alimento e depois de algumas tentativas não repetem mais a visita e dedicam-se à *L. camara*. Isto não descarta a hipótese de que *E. fulgens* seja um mímico, uma vez que pode apresentar o “traje padrão”. Outro aspecto que contraria o



suposto complexo mimético estudado é o fato de *E. fulgens* ocorrer em maior frequência em relação às demais espécies.

Embora seja polinizador-dependente, *E. fulgens* investe e tem sucesso na reprodução vegetativa. Além disso, a análise do sistema reprodutivo demonstrou que, tanto cruzamentos efetuados entre flores do mesmo indivíduo quanto entre flores de indivíduos distintos e a autogamia produzem frutos. O impulso para esta produção de frutos é o encaixe das políneas na cavidade estigmática, portanto para a orquídea é importante que enquanto o lepidóptero polinizador procura o nectário, encaixe a probóscide na região estigmática.

A restinga do PEVA é um lugar que sofre com a interferência humana e sua regulamentação como unidade de conservação é muito recente, apesar da proposta existir desde a década de 1970. Portanto, não se sabe qual o grau de interferência sofrido pela área de estudo. Seria necessário resgatar esta história para ter-se um panorama aproximado do passado daquela área. Soma-se a isso o fato de *A. curassavica* e *L. camara* serem plantas ruderais e espontâneas. *E. fulgens* é a única espécie que pode-se dizer nativa. Além disso, áreas de dunas são ecossistemas instáveis, pois ora as plantas estão cobertas por areia e ressurgem depois de um tempo, ora desaparecem por completo.

Estudos a respeito de processos evolutivos são extensos e incluem diversos aspectos, inclusive, a situação do local onde o estudo é executado. Por outro lado, seria necessário conhecer desde quando estas três espécies estão ocorrendo juntas, não só na área estudada, como no próprio Estado do Rio Grande do Sul. Constatar que *E. fulgens*, *L. camara* e *A. curassavica* funcionam como um complexo mimético ainda não foi possível, devido ao curto espaço de tempo deste estudo.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Avaliar um complexo mimético provavelmente requer um tempo maior de observações, com pelo menos três anos de estudo, explorando com propriedade cada elemento que possa influenciar o surgimento do mimetismo, como visto ao longo deste trabalho: reconhecimento e comportamento dos

polinizadores potenciais, fenofases, sistema reprodutivo das plantas, remoção de polinários, acuidade visual dos polinizadores associada ao espectro de reflectância das cores envolvidas, aspectos bioquímicos e aspectos genéticos. Estudos de curta duração correm o risco de não apresentarem padrões que se repetiriam, fosse mais longo o período de observação. Portanto, alguns achados podem ser esporádicos.

O curto espaço de tempo em que o presente estudo foi realizado pôde mostrar quem são os lepidópteros diurnos polinizadores potenciais de *A. curassavica*, *E. fulgens* e *L. camara*, além de registrar dados a respeito de outros insetos que vivem sobre estas plantas e executam outros papéis, como forrageamento efetuado pelas formigas, vespas, hemípteros e coleópteros (estes últimos em *A. curassavica*).

Dentre as três plantas, *E. fulgens* era a espécie menos conhecida. Sendo assim, houve um trabalho maior quanto a aspectos sobre sua biologia floral, como os testes sobre o sistema reprodutivo, que comprovaram a espécie como polinizador-dependente. Isso sinaliza a importância das visitas das borboletas para produção de frutos e, conseqüentemente, a manutenção mínima da variabilidade genética.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. M.; FIGUEIREDO, R. A. 2003. Ants visit nectaries of *Epidendrum denticulatum* (Orchidaceae) in a brazilian rainforest: effects on herbivory and pollination. **Braz. J. Biol.** 63(4): 551-558.

AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. 2003. **BioEstat 3.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 290p. CD ROW.

BARROS, M. G.; RICO-GRAY, V.; DIAZ-CASTELAZO, C. 2001. Sincronia de floração entre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) e *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don (Loranthaceae) ocorrentes nas dunas de La Mancha, Veracruz, México. **Acta Botanica Mexicana**. 57: 1-14.

BARROWS, E. M. 1976. Nectar robbing and pollination of *Lantana camara* (Verbenaceae). **Biotropica**. 8(2): 132-135.

BERCHTOLD, E. 1981. **Contribuição ao estudo da germinação e da biologia floral de *Asclepias curassavica* L. (Asclepiadaceae)**. Dissertação de Mestrado em Botânica, UFRJ, Rio de Janeiro, 117p.

BIERZYCHUDEK, P. 1981. *Asclepias*, *Lantana* and *Epidendrum*: a floral mimicry complex? **Biotropica (Suppl.) - Reproductive Botany**. 13(2): 54-58.

BOYDEN, T.C. 1980. Floral mimicry by *Epidendrum ibaguense* (Orchidaceae) in Panama. **Evolution**. 34(1):135-136.

BURKART, R. 1979. **Flora Ilustrada de Entre Rios**. Tomo V. Buenos Aires: Coleccion Cientifica Del I.N.T.A. 549p.

CANALS, G. R. 2003. **Mariposas de Misiones**. L.O.L.A. Buenos Aires, 492 p.

CORRÊA, C.A.; IRGANG, B.E.; MOREIRA, G.R.P. 2001. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul. **Iheringia – Série Zool.** 90: 71-84.

DAFNI, A. 1984. Mimicry and deception in pollination. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 15: 259-78.

DAY, M.; WILEY, C.J.; PLAYFORD, J.; ZALUCKI, M.P. 2003. **Lantana: current management status and future prospects.** ACIAR Monograph. Austrália, Canberra. 102p.

ENDRESS, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** Cambridge University Press. Great Britain. 511p.

FONT QUER, P. 1977. **Diccionario de Botánica.** Barcelona: Labor. 1244p.

GOTTLIEB, O. R.; KAPLAN, M. A. C.; BORIN, M, R. M. B. 1996. **Biodiversidade: Um enfoque químico-biológico.** Ed. UFRJ, Rio de Janeiro. 266p.

HAAG, K.L.; SANTOS, R.A.; ARAÚJO, A. M. *in prep.* Dinâmica de comunidades de Papilionídeos e Ninfalídeos em Osório e Viamão, RS.

HÁGSATER, E.; ARENAS, M.A.S. 2005. *Epidendrum* L. *In: Genera Orchidacearum* 4. PRIDGEON, A.M.; CRIBB, P.J; CHASE, M.W.; RASMUSSEN, F.N. (eds.) OXFORD, OXFORD University Press, 236-251.

HERMANN, M.L.; ROSA, R.O. 1990. Relevô. *In: Geografia do Brasil: Região Sul.* Vol. 2. IBGE. Rio de Janeiro. pp 55-83.

JOHNSON, S. D. 1994. Evidence for Batesian mimicry in a butterfly-pollinated orchid. **Biol. J. Lin. Soc.** 53: 91-104.

JOHNSON, S. D., ALEXANDERSSON, R.; LINDER, H. P. 2003. Experimental and phylogenetic evidence for floral mimicry in a guild of fly-pollinated plants. **Biol. J. Lin. Soc.** 80: 289-304.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. 1990. Vegetação. *In: Geografia do Brasil: Região Sul*. Vol. 2. IBGE. Rio de Janeiro. pp113-150.

LINDEMAN, J.C.; BAPTISTA, L.R.M.; IRGANG, B.E.; PORTO, M.L.; GIRARDI-DEIRO, A M.; BAPTISTA, M.L.L. 1975. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul - Brasil. II. Levantamento florístico da planície costeira do Curtume, da área de Itapeva e da área colonizada. **Iheringia**. 21:15-32.

MATHUR, G.; RAM, M. 1986. Floral biology and pollination of *Lantana camara*. **Phytomorphology**. 36(1,2): 79-100.

MOSER, J.M. 1990. Solo. *In: Geografia do Brasil: Região Sul*. Vol. 2. IBGE. Rio de Janeiro. pp85-187.

PABST, G.F.; DUNGS, J. 1975. **Orchidaceae brasiliensis**. Hildesheim, Brücke, vol. 1. 408p.

PANSARIN, E. R. 2003. Biologia reprodutiva e polinização em *Epidendrum paniculatum* Ruiz & Pavón (Orchidaceae). **Revista Brasil. Bot.** 2(26): 203-21.

PEREIRA, J. F.; VALENTE, M.C.; SILVA, N.M.F.; ICHASO, C.L.F. 2004. Apocináceas – Asclepiadóideas. **Flora Ilustrada Catarinense – I Parte**. Itajaí. 252p.

RAMBO, B. 1958. Asclepiadaceae Riograndenses. **Iheringia**. 1:1-57.

ROCHA, F. S. 2004. **Sinopse taxonômica e distribuição ecológica de Orchidaceae terrestres no litoral norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Botânica, UFRGS, Porto Alegre, 64p.

ROMERO, M.E.M.; MARTINEZ, S.; ATKINS, S.; ROTMAN, A.D. 2002. Morfologia de las inflorescencias en Verbenaceae. Verbenoideae II: Tribu Lantaneae. **Darwiniana**. 40(1-4): 1-15.

ROY, B.A.; WIDMER, A. 1999. Floral mimicry: a fascinating yet poorly understood phenomenon. **Trends in plant science: perspectives**. Vol. 4, 8, p.325-330.

SCHEMSKE, D. W. 1976. Pollinator specificity in *Lantana camara* and *L.trifolia* (Verbenaceae). **Biotropica**. 8 (4): 260-264.

SHEPPARD, P.M. 1965. Mimicry and its ecological aspects. *In: Genetics today: Proceedings of the XI International Congress of Genetics, The Hague, The Netherlands, September 1963*. GEERTS, S.J. Pergamon Press: New York. pp.553-560.

SINGER, R.B. 2004. Orquídeas brasileiras e abelhas. [www.webbee.org.br](http://www.webbee.org.br). Acesso: setembro de 2004.

STARRETT, A. 1993. Adaptive resemblance: a unifying concept for mimicry and crypsis. **Biol. J. Lin. Soc.**. 48: 299-317.

VANE-WRIGHT, R. I. 1976. A unified classification of mimetic resemblances. **Biol. J. Lin. Soc.** 8: 25-56.

VANE-WRIGHT, R. I. 1980. On the definition of mimicry. **Biol. J. Lin. Soc.** 13: 1-6.

VOGEL, S. 1993. **Betrug bei Pflanzen: Die Täuschenblumen**. *In: Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz – Stuttgart: Steiner*.

WAECHTER, J. L. 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comum. Mus. Cient. PUCRS – Série Botânica**. 33: 49-68.

WEISS, M.R. 1991. Floral colour changes as cues for pollinators. **Nature**. Vol. 354. 21, p.227-229.

WICKLER, W. 1968. **El mimetismo en las plantas e en los animales**. Madrid: Ediciones Guadarama. 256p.

WIENS, D. Mimicry in plants. 1978. *In*: **Evolutionary Biology**. HECHT, M.K.; STEERE, W.C.; WALLACE, B. (Eds.). Vol.11. New York: Plenum Press. pp.365-403.

## ANEXO I

**Tabela I.** Total dos 10 indivíduos de *Asclepias curassavica* acompanhados por fenofase de inflorescências (Nº Inflor.), flores (Nº Flores), frutos (Nº Frutos) e botões (Nº Botões) de março/2005 a março/2006, no PEVA.

Mês	Números absolutos				Porcentagem %			
	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões
Março	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Abril	47	53	0	314	38,843	46,491	0,000	39,348
Mai	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Junho	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Julho	11	8	0	64	9,091	7,018	0,000	8,020
Agosto	15	4	0	119	12,397	3,509	0,000	14,912
Setembro	15	0	0	132	12,397	0,000	0,000	16,541
Outubro	20	18	0	98	16,529	15,789	0,000	12,281
Novembro	7	17	5	51	5,785	14,912	83,333	6,391
Dezembro	2	5	0	3	1,653	4,386	0,000	0,376
Janeiro	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Fevereiro	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Março	4	9	1	17	3,306	7,895	16,667	2,130
Total	121	114	6	798	100	100	100	100

**Tabela II.** Total dos 10 indivíduos de *Epidendrum fulgens* acompanhados por fenofase de inflorescências (Nº Inflor.), flores (Nº Flores), frutos (Nº Frutos) e botões (Nº Botões) de março/2005 a março/2006, no PEVA.

Mês	Números absolutos				Porcentagem %			
	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões
Março	80	307	26	490	14,467	16,107	20,968	10,446
Abril	5	13	18	50	0,904	0,682	14,516	1,066
Mai	2	3	2	3	0,362	0,157	1,613	0,064
Junho	0	0	1	0,000	0,000	0,000	0,806	0,000
Julho	0	0	1	12	0,000	0,000	0,806	0,256
Agosto	2	4	1	31	0,362	0,210	0,806	0,661
Setembro	3	2	1	41	0,542	0,105	0,806	0,874
Outubro	17	0	0	207	3,074	0,000	0,000	4,413
Novembro	86	162	0	1172	15,552	8,499	0,000	24,984
Dezembro	99	425	1	1122	17,902	22,298	0,806	23,918
Janeiro	144	596	20	898	26,040	31,270	16,129	19,143
Fevereiro	76	271	27	431	13,743	14,218	21,774	9,188
Março	39	123	26	234	7,052	6,453	20,968	4,988
Total	553	1906	124	4691	100	100	100	100



**Tabela III.** Total dos 10 indivíduos de *Lantana camara* acompanhados por fenofase de inflorescências (Nº Inflor.), flores (Nº Flores), frutos (Nº Frutos) e botões (Nº Botões) de março/2005 a março/2006, no PEVA.

Mês	Números absolutos				Porcentagem %			
	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões	Nº Inflor.	Nº Flores	Nº Frutos	Nº Botões
Março	64	138	181	838	13,142	6,259	7,148	13,936
Abril	76	40	310	666	15,606	1,814	12,243	11,076
Mai	42	180	238	535	8,624	8,163	9,400	8,897
Junho	15	70	282	225	3,080	3,175	11,137	3,742
Julho	5	10	36	88	1,027	0,454	1,422	1,463
Agosto	21	112	141	256	4,312	5,079	5,569	4,257
Setembro	35	29	106	464	7,187	1,315	4,186	7,717
Outubro	62	645	182	607	12,731	29,252	7,188	10,095
Novembro	66	382	357	1135	13,552	17,324	14,100	18,876
Dezembro	29	248	417	128	5,955	11,247	16,469	2,129
Janeiro	21	52	108	412	4,312	2,358	4,265	6,852
Fevereiro	28	135	41	446	5,749	6,122	1,619	7,417
Março	23	164	133	213	4,723	7,438	5,253	3,542
Total	487	2205	2532	6013	100	100	100	100

## ANEXO II

**Tabela I.** Total das visitas efetuadas pelos lepidópteros diurnos polinizadores potenciais durante as observações a partir de um ponto fixo, no período de novembro e dezembro/2004, janeiro, novembro e dezembro/2005 e janeiro/2006.

	AC	EF	LC	AC	EF	LC	AC	EF	LC
Lepidóptero	Números absolutos			Percentual (%)			Transformação angular (arcsen√p)		
<i>A. amatheia</i>	4	0	0	6,666	0,000	0,000	54,760	0,000	0,000
<i>A. vanillae maculosa</i>	14	7	255	23,333	21,212	65,217	28,660	27,420	53,730
<i>D. iulia iulia</i>	13	5	56	21,666	15,152	14,322	27,760	22,870	22,220
<i>D. gilippus gilippus</i>	2	0	3	3,333	0,000	0,767	10,300	0,000	5,130
<i>D. plexippus erippus</i>	13	3	0	21,666	9,091	0,000	27,760	17,560	0,000
<i>E. isabella dianasa</i>	8	0	0	13,333	0,000	0,000	21,300	0,000	0,000
<i>Eurema spp.</i>	0	11	15	0,000	33,333	3,836	0,000	35,240	11,240
<i>H. erato phyllis</i>	0	3	15	0,000	9,091	3,836	0,000	17,560	11,240
<i>H. hectorides</i>	0	1	1	0,000	3,030	0,256	0,000	9,970	3,140
<i>Ortilia ithra</i>	5	0	0	8,333	0,000	0,000	16,740	0,000	0,000
<i>Papilionidae sp. 1</i>	0	1	7	0,000	3,030	1,790	0,000	9,970	7,710
<i>Protesilaus sp.1</i>	0	0	37	0,000	0,000	9,463	0,000	0,000	17,950
<i>T. claudina</i>	0	0	1	0,000	0,000	0,256	0,000	0,000	3,140
<i>U. simplicius</i>	1	0	1	1,667	0,000	0,256	7,490	0,000	3,140
<i>V. braziliensis</i>	0	1	0	0,000	3,030	0,000	0,000	9,970	0,000
Lepidóptero NI	0	1	0	0,000	3,030	0,000	0,000	9,970	0,000
Total	60	33	391	100	100	100			

## ANEXO III

### ESTUDO COMPLEMENTAR: ANATOMIA DO NECTÁRIO DE *E. FULGENS*

Este estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Para verificar a presença de tecido produtor de néctar em *Epidendrum fulgens*, botões florais e flores foram coletados no PEVA e fixados em FAA<sub>50</sub> (formaldeído 37%, ácido acético e etanol 50°GL) por no mínimo 48 horas e posteriormente armazenadas em etanol 70°GL (Johansen 1940).

Para a preparação de lâminas histológicas semipermanentes, cortes transversais das pétalas, sépalas, coluna e ovário foram obtidos com o auxílio de lâmina de barbear, clarificados em solução comercial de hipoclorito de sódio 50%, lavados em água corrente, corados com safranina (C.I. 50240) e azul de astra (C.I. não indicado) (1:9 v/v) (Kraus & Arduin 1997) com concentração modificada para 0,5% e montados entre lâmina e lamínula utilizando-se gelatina glicerínada de Kaiser (Kraus & Arduin 1997).

Para a montagem de lâminas histológicas permanentes o material botânico foi incluído em historesina Leica® ou Paraplast®.

Para a inclusão em historesina, fragmentos de todos os verticilos florais estudados e de botões florais foram desidratados em série etanólica, seccionados nas espessuras de cinco a sete µm em micrótomo rotatório (Jung-Biocut mod. 2035) e corados com azul de toluidina 0,05% em NaHPO<sub>4</sub> 0,1M (pH 6,8) (O'Brien & McCully 1981).

Para a inclusão em Paraplast®, fragmentos do material foram desidratados em série butílica, seccionados nas espessuras de 10 a 12µm em micrótomo rotatório (Jung-Biocut mod. 2035) e corados com safranina (C.I. 50240) e azul de astra (C.I. não indicado) (1:9 v/v) (Kraus & Arduin 1997) com concentração modificada para 0,5%.

Testes histoquímicos foram realizados em material previamente fixado em FAA<sub>50</sub>. Para a detecção de amido foi utilizado reagente de Lugol (Johansen 1940), para a detecção de açúcares redutores, o reagente de Fehling (Sass 1951) e para a detecção de carboidratos insolúveis, o reagente de Schiff (PAS-Periodic Acid Schiff) (Jensen 1962).

Todas as análises foram realizadas em microscópio óptico (Kraus & Arduin 1997).

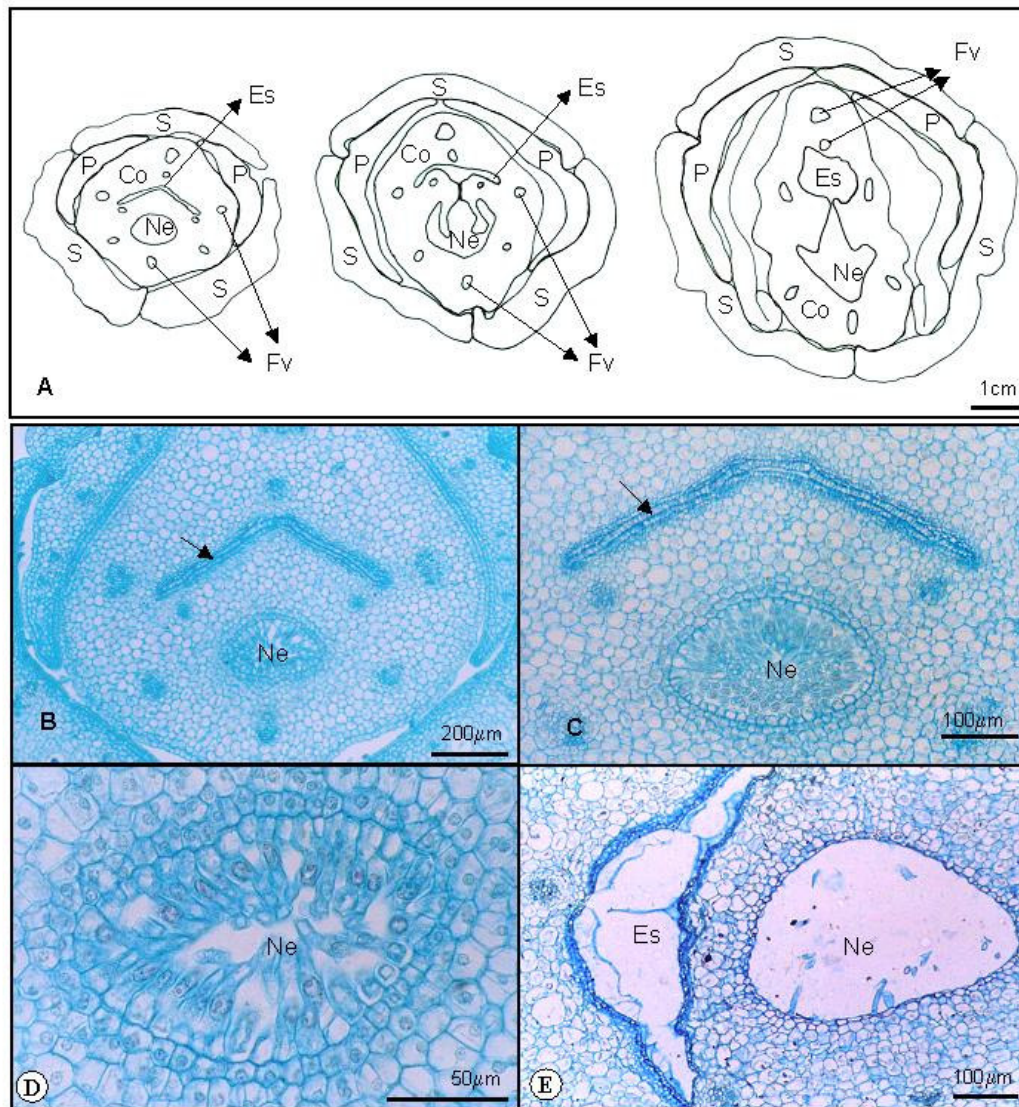
## **RESULTADOS DO ESTUDO COMPLEMENTAR**

Lâminas histológicas do botão floral e verticilos florais de *E. fulgens* foram montadas com o objetivo de se verificar a presença de tecido produtor de néctar pelas flores desta espécie, possibilitando análises quanto ao hábito de seus polinizadores.

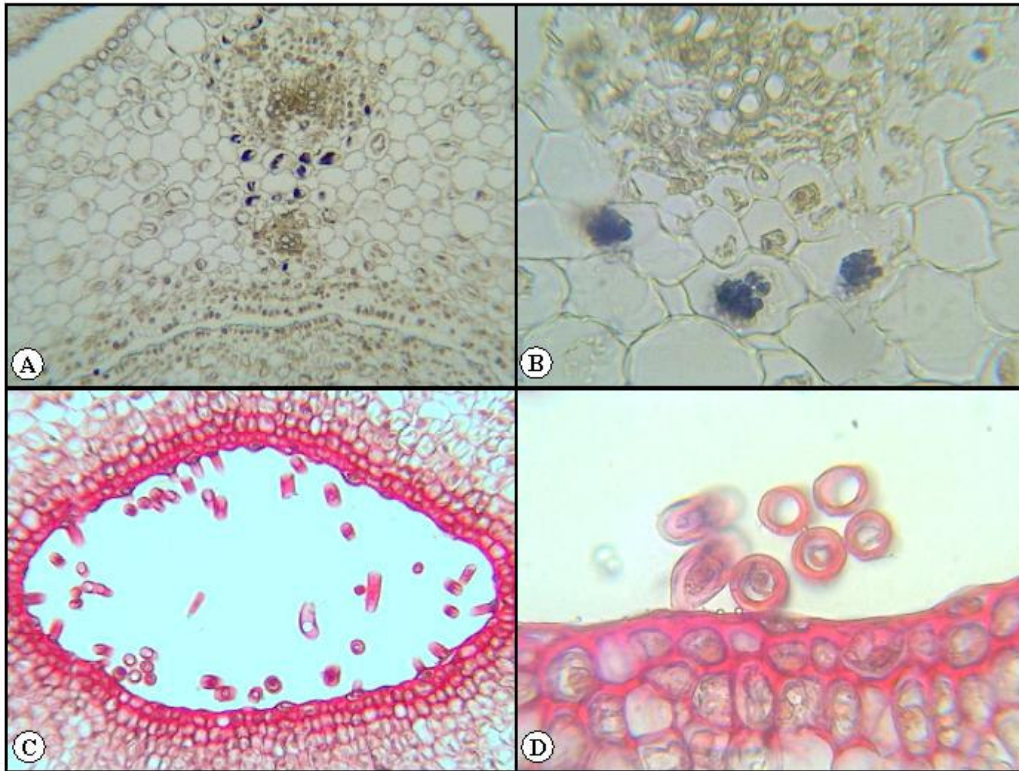
No centro da coluna pode-se observar um longo nectário, que inicia-se em sua base, aproximadamente um cm abaixo da inserção do cálice e da corola, e funde-se ao estilete na altura do estigma (Figura 1 A, B, C). No botão floral, o nectário é revestido internamente por uma epiderme simples e contém grande quantidade de tricomas com núcleo e nucléolo conspícuos e conteúdo citoplasmático denso, o que sugere intensa atividade metabólica e possível produção de secreção (Figura 1 D). Na coluna já madura, estes tricomas aparecem em maior densidade na região basal do nectário. No ápice do nectário, os tricomas se encontram esparsos e com conteúdo celular pouco conspícuo (Figura 1 E).

Os testes histoquímicos realizados não demonstraram a presença de amido ou açúcares solúveis na cavidade do nectário ou em sua proximidade. Entretanto, os testes foram realizados com material fixado, o que comumente dificulta a detecção destas substâncias. Pouco amido foi observado nas proximidades dos feixes vasculares presentes na coluna (Figura 2).

A relação entre as flores de *E. fulgens* e outros animais foi documentada durante o processamento do material e pode ser visualizada na Figura 3. Foi fotografado um inseto preso no interior do nectário de uma flor (Figura 3 A e B). Conforme a Figura 3 C e D, pode-se observar a presença de nódulos na região apical da coluna provavelmente resultado da oviposição de outros insetos.

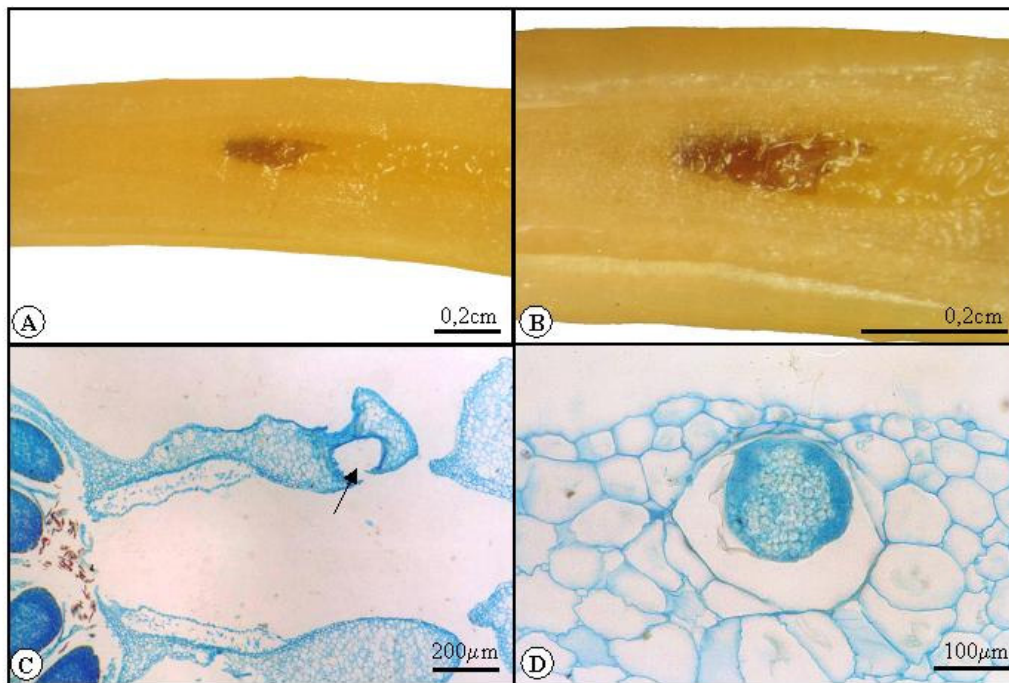


**Figura 1.** A) Esquema geral de corte transversal em três planos distintos (região basal, região mediana e ápice) do botão floral de *Epidendrum fulgens* mostrando a presença de um longo nectário (Ne) que se une ao estilete (Es) no ápice do botão; Fv – feixe vascular; P- pétala; S – sépala; B) Vista geral de corte transversal de botão floral mostrando a disposição dos verticilos florais e da coluna, contendo o estilete (seta) e um nectário (Ne); C) Detalhe da coluna contendo o estilete (seta) e o nectário (Ne); D) Detalhe do nectário (Ne) no botão floral, com muitos tricomas de conteúdo celular conspícuo; E) Vista do estilete (Es) e do nectário (Ne) presentes no ápice de uma coluna madura.



**Figura 2.** Testes histoquímicos em flores de *Epidendrum fulgens*. A e B) Vista geral (A) e detalhe (B) da coluna apresentando grãos de amido nas proximidades dos feixes vasculares; C e D) Vista geral (C) e detalhe (D) do nectário após reação com PAS evidenciando parede celular espessada.





**Figura 3 .** Relação entre as flores de *E. fulgens* e outros animais. A e B) Inseto preso no interior do nectário; C e D) Presença de nódulos na região apical da coluna o que poderia indicar oviposição de algum inseto.

**BIBLIOGRAFIA**

JENSEN, W. A. 1962. **Botanical Histochemistry**, Principles and Practice. W. H. Freeman, San Francisco.

JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. McGraw Hill Book Co, New York.

KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. 1981. **The study of plant. Structure principles and selected methods**. Termarcarphi Pty, Melbourne.

SASS, J. E. 1951. **Botanical Microtechnique**. The Iowa State College Press, Ames.