

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

**Ecologia Reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides*
(Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis,
Santa Catarina.**

CRISTIANE KRIECK

FLORIANÓPOLIS
FEVEREIRO/2008

**Ecologia Reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides*
(Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis,
Santa Catarina.**

CRISTIANE KRIECK

ORIENTADOR: Afonso Inácio Orth

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina.

FLORIANÓPOLIS
FEVEREIRO/2008

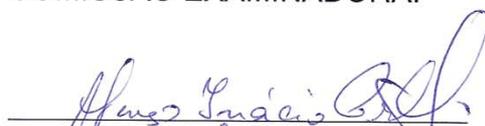
TERMO DE APROVAÇÃO

CRISTIANE KRIECK

ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Dyckia encholirioides* VAR. *encholirioides* (GAUD) MEZ. (Bromeliaceae) EM COSTÕES OCEÂNICOS EM FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA

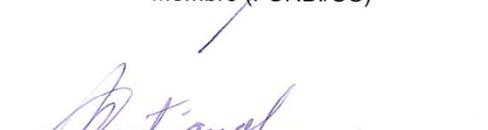
Dissertação julgada e aprovada em 29/02/2008, em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Comissão Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

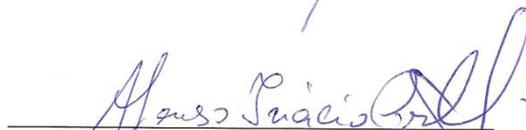
COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Afonso Inácio Orth
Presidente e Orientador (CCA/UFSC)


Prof. Dr. Geraldo Moretto
Membro (FURBI/SC)


Prof. Dr. Miguel Pedro Guerra
(CCA/UFSC)


Prof. Dr. Cesar Assis Butignol
(CCA/UFSC)


Prof. Dr. Afonso Inácio Orth
Coordenador do Programa

Florianópolis, fevereiro de 2008

AGRADECIMENTOS

Ao Prof^o Afonso Inácio Orth, pela orientação e amizade em todas as etapas da minha formação;

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais;

Ao Maurício Lenzi, pela amizade e auxílio durante o mestrado;

Ao Costão do Santinho Resort, pelo apoio financeiro e permissão para realização do estudo na RPPN Morro das Aranhas;

Ao pessoal da Ecologia do Costão do Santinho Resort, em especial ao Ciro, pela disponibilidade e auxílio, facilitando a execução do projeto;

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudos;

À todos os professores que contribuíram para minha formação;

À toda a turma do mestrado, pela amizade nesses dois anos do curso;

Aos colegas do Laboratório de Entomologia;

À Caroline pelos desenhos apresentados neste trabalho;

Ao Prof^o César Butignol pela identificação das espécies de insetos;

Ao Prof^o Benedito Lopes pela identificação das espécies de formigas;

À minha família e ao meu namorado Márcio pelo incentivo e apoio.

Índice

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	8
RESUMO	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL	11
OBJETIVO GERAL	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO 2 - Ecologia reprodutiva de <i>Dyckia encholirioides</i> var. <i>encholirioides</i> (Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina.	18
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	22
Área de estudo	22
Fenologia e biologia floral	23
Recursos florais	24
Visitantes florais	25
Sistema reprodutivo	26
RESULTADOS	27
Fenologia e biologia floral	27
Recursos florais	32
Visitantes florais	33
Sistema reprodutivo	40
DISCUSSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO 3 - Interação entre <i>Acromyrmex aspersus</i> (Hymenoptera: Formicidae) e as estruturas reprodutivas de <i>Dyckia encholirioides</i> var. <i>encholirioides</i> (Bromeliaceae).	61
REFERÊNCIAS	65

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Área de dispersão da espécie *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* em Santa Catarina (Reitz 1983).....14
- Figura 2: A) RPPN Morro das Aranhas em Florianópolis, SC. 2007. B e C) Aspecto geral da vegetação da área de estudos na RPPN Morro das Aranhas em Florianópolis, SC. 2006. Fotos: A) Ciro Couto; B, C) Cristiane Krieck. 23
- Figura 3: Início do crescimento do escapo floral em *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2006. Foto: Cristiane Krieck. 27
- Figura 4: *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez. A) Flor e bráctea floral. B) Secção longitudinal da flor. C) Estames. D) Gineceu. E) Diagrama floral. F) Fruto. G) Semente.....30
- Figura 5: Floração (A), frutos (B) e dispersão de sementes (C) de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: Cristiane Krieck.....31
- Figura 6: Emissão de broto em *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2006. Fotos: Cristiane Krieck..... 32
- Figura 7: Abundância relativa das famílias de visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. API = Apidae; ANT = Anthophoridae; HAL = Halictidae; VESP = Vespidae; CUR = Curculionidae; LEP = Lepidoptera. Florianópolis, SC. 2007.....36
- Figura 8: Visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. A) Fêmea de *Xylocopa brasilianorum*. B) Macho de *Xylocopa brasilianorum*. C) Fêmea de *Thalurania glaucops*. D) *Coereba flaveola*. E) *Apis mellifera*. F) *Trigona spinipes*. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: A e C) Cristiane Krieck; B, D, E e F) Ciro Couto.....37

Figura 9: Visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. A) Lepidoptera. B) Lepidoptera. C) Vespidae. D) Vespidae. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: A, B e C) Ciro Couto; D) Cristiane Krieck.....38

Figura 10: Frequência de *Acromyrmex aspersus* ao longo do dia nas inflorescências de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis,SC.2007.....61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de estruturas (N), média (X) e desvio padrão (SD) da fenologia e biologia floral de <i>Dyckia encholirioides</i> . Florianópolis, SC. 2007.....	29
Tabela 2: Volume e concentração de açúcares totais (média ± desvio padrão), do néctar potencial e instantâneo, coletado nas flores de <i>Dyckia encholirioides</i> . Florianópolis, SC. 2007.....	33
Tabela 3: Período de visita e recurso floral coletado pelos visitantes florais de <i>Dyckia encholirioides</i> . Florianópolis, SC. 2007.....	35
Tabela 4: Taxas de formação de frutos, produção de sementes e de germinação de sementes de <i>Dyckia encholirioides</i> provenientes de teste de polinizações manuais e polinização livre. Valores seguidos por letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si (teste de Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).....	39
Tabela 5: Taxa de frutificação de <i>Dyckia encholirioides</i> com e sem interação com <i>Acromyrmex aspersus</i>	62

RESUMO

Este estudo procurou descrever e caracterizar a ecologia reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. , em Florianópolis, SC. A espécie floresce desde o final do inverno até a primavera. A floração por indivíduo dura em média de 23 dias. A antese das flores ocorreu ao longo de todo o dia e apresentou uma duração de um dia e meio. A espécie apresenta atributos florais associados à melitofilia, secretando pequenos volumes de néctar pelas flores. A frequência de visitação das abelhas: *Xylocopa brasilianorum*, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* confirmam essa observação, porém apesar de baixa frequência, o beija-flor *Thalurania glaucopis* realizou visitas legítimas as flores de *D. encholirioides*. Baseando-se nos resultados dos testes de polinização e na razão pólen/óvulo, pode-se concluir que a espécie apresenta auto-incompatibilidade, formando frutos com sementes férteis apenas nos tratamentos de polinização cruzada e livre. Há uma interação entre a formiga cortadeira *Acromyrmex aspersus* com as inflorescências e infrutescências de *D. encholirioides*. Estas formigas cortam partes das flores e frutos em desenvolvimento e carregam para seu ninho para o cultivo de fungos e assim afetam negativamente a reprodução sexual das bromélias.

Palavras chave: *Dyckia encholirioides*, produção de néctar, visitantes florais, sistema reprodutivo.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe and characterize the reproductive ecology of *Dyckia encholirioides* var. (Gaud) Mez. *encholirioides*, in Florianópolis, SC. The flowering occurs from the end of the winter until spring. The duration of the flowering in a single individual averaged 23 days. The anthesis of the flowers occurred along the day and presented a duration of 1.5 days. The species presents floral attributes linked to melittophily, producing small volume of nectar in the flowers. The frequency of visitation of bees from the species: *Xylocopa brasiliatorum*, *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* confirms this observation; however in spite of the low frequency of flowers visits by the hummingbird *Thalurania glaucopis* he made legitimate visits to the flowers of *D. encholirioides*. Based on the results of the treatments of pollination and the ration P/O, it can be concluded that the species presents self-incompatibility, forming fruit with fertile seeds only in treatments of cross-pollination and open pollination. There is an interaction between the ant *Acromyrmex aspersus* with the inflorescence and infrutescence of *D. encholirioides*. These ants cut to parts of the flowers and fruits in development and carry to their nest for the culture of fungus, and thus affect negatively the sexual reproduction of the bromeliad.

Key words: *Dyckia encholirioides*, nectar production, floral visitors, reproductive system.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta Atlântica é considerada uma das grandes prioridades para a conservação da biodiversidade. É considerada um dos 25 *hotspots* de biodiversidade devido à alta diversidade de espécies e aos altos níveis de endemismo (Fonseca 1985, Myers *et al.* 2000). Em estado crítico, sua cobertura florestal acha-se reduzida a cerca de 7% da área original, que perfazia uma extensão de aproximadamente 1.306.421 km². Distribuído por mais de 17 estados brasileiros, este bioma é composto de uma série de fitofisionomias bastante diversificadas (SOS Mata Atlântica 2006). Este bioma inclui as zonas litorâneas de vegetação pioneira, que ocorrem em restingas.

A costa brasileira é recoberta cerca de 79% por restingas (Araújo & Lacerda 1987), onde se estendem desde estreitas até extensas faixas de areia (Cogliatti-Carvalho *et al.* 2001). Em Santa Catarina, esta vegetação se alonga pela costa, limitando-se ao norte pelo Rio Saí-guaçu, a leste pelas águas do Oceano Atlântico, a oeste pela mata pluvial e ao sul pelo Rio Mampituba, medindo uma distância de 460Km e uma largura variando de poucos metros a 6 ou 7Km (Reitz 1961).

As restingas do Estado de Santa Catarina estão entre as restingas brasileiras de maior superfície e maior riqueza de espécies vasculares (Falkenberg 1999). No entanto, toda esta riqueza natural vem sofrendo processos de fragmentação, como resultado de atividades antrópicas, as quais ameaçam a sobrevivência de centenas de espécies vegetais (Reitz 1961, Falkenberg 1999).

A vegetação de restinga exerce papel fundamental na estabilização dos sedimentos e na manutenção da drenagem natural, bem como, na preservação da fauna residente e migratória associada. Neste ambiente, os animais encontram disponibilidade

de alimento, locais seguros para nidificar e proteger-se dos predadores (Falkenberg 1999).

Bromeliaceae se constitui na maior família botânica que ocorre na Floresta Atlântica, apresentando alto grau de endemismo (Martinelli 1997) e ocorrem em altas densidades na restinga (Reitz 1983). As bromélias são fonte de vários recursos para a fauna, interagindo com inúmeros organismos (Rocha *et al.* 1997). A vegetação é um dos elementos mais importantes do habitat para os animais e, mudanças nesta, produzem efeitos diretos sobre a fauna, alterando fatores básicos como alimento e abrigo (Firkowski 1990).

As bromélias consistem um subsistema ecológico complexo que contribui para a estabilidade dos ecossistemas florestais. Este grupo de plantas integra complexas teias alimentares, interagem de forma bastante intensa com diferentes grupos de animais (Matos 2000). Abrigam em suas cisternas desde algas unicelulares, algas filamentosas, protistas, invertebrados e vertebrados, constituindo um micro habitat apropriado para estes organismos (Matos 2000). Outros animais como aves, crustáceos, formigas e abelhas, utilizam estas plantas como local para nidificação, abrigo e/ou alimentação (Pizo 1994, Dejean *et al.* 1995, Dejean *et al.* 1997, Fischer *et al.* 1997, Souza 2004, Lenzi *et al.* 2006). Esta família possui elevada importância na Floresta Atlântica, pois congrega cerca de 30% dos recursos alimentares usados por beija-flores (Sazima *et al.* 1995, 1996) e por morcegos (Sazima *et al.* 1999).

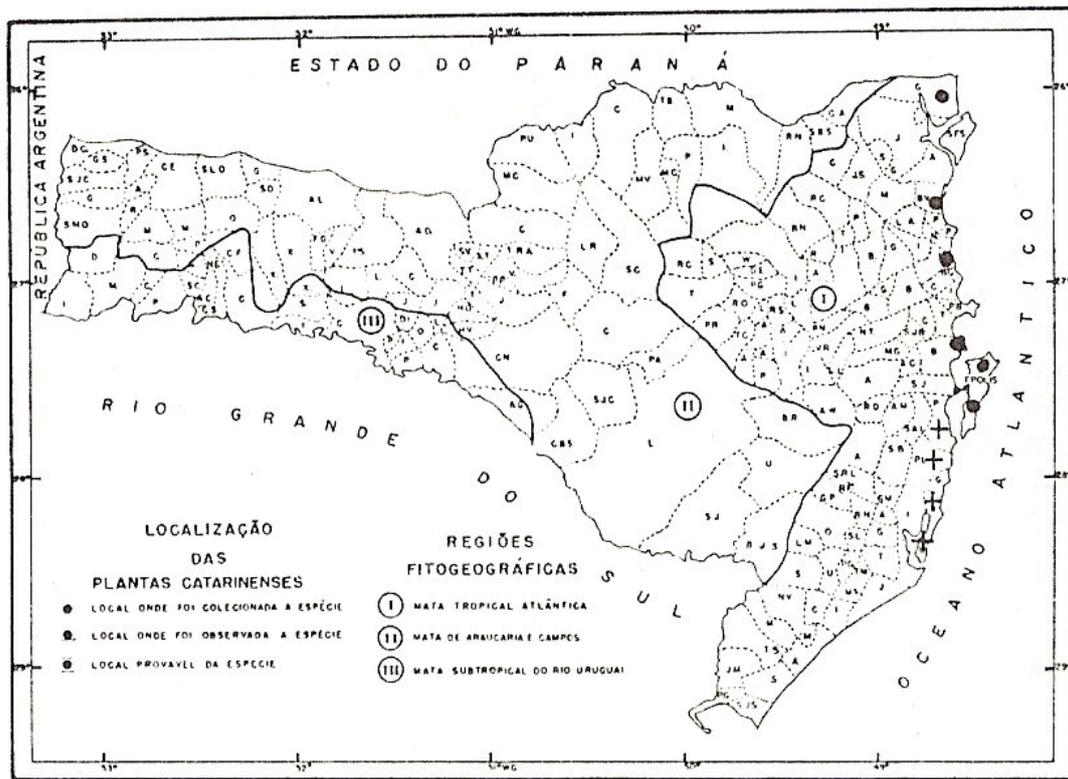
O nome “bromélia” designa genericamente plantas monocotiledôneas da família Bromeliaceae, única integrante da ordem Bromeliales (Nara & Webber 2002). Bromeliaceae é uma família de distribuição exclusivamente neotropical, excetuando-se uma espécie que ocorre no extremo oeste da África (Smith & Downs 1974), apresentando 56 gêneros e cerca de 2.900 espécies (Cronquist 1981). Pelo menos 40%

destas espécies de bromélias pode ser encontrado no Brasil, o que representa um contingente significativo de espécies e faz do país o mais importante centro de diversidade deste grupo (Leme 1997). As bromélias têm sido tradicionalmente divididas em três subfamílias: Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae (Benzing 1980), e parece haver tendências evolutivas na predominância de determinadas síndromes de polinização entre as subfamílias (Dobat & Peikert-Holle 1985, Sazima *et al.* 1995, Kessler & Krömer 2000).

As bromélias são ervas perenes, que apresentam uma variedade de formas, cores e tamanhos. Podem ser terrestres, rupículas, saxícolas ou epífitas, mas nunca parasitas (Reitz 1983).

As folhas são espiraladas com bainhas amplas e flexíveis, que, freqüentemente, formam um recipiente designado cisterna, no qual ocorre o acúmulo de água e detritos orgânicos (Reitz 1983). A presença de tricomas, principalmente, na superfície da folha, é uma característica importante nesta família. Os tricomas são estruturas especializadas e que são diretamente relacionados à absorção de água e nutrientes da atmosfera e/ou da cisterna (Reitz 1983).

Em Santa Catarina, são encontradas 137 espécies de bromélias, estas estão presentes desde a restinga até a Mata Pluvial Subtropical do Rio Uruguai (Reitz 1983). Nas restingas de Santa Catarina, ocorre a bromélia *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. (Reitz 1983), conhecida popularmente como gravatá ou bromélia. É uma planta rupestre ou terrícola que se desenvolve preferencialmente nos costões rochosos, onde forma densos agrupamentos. A bromélia *D. encholirioides* é utilizada como planta ornamental e em Santa Catarina também é usada para formação de bases vivas e assentamento de dunas (Reitz 1983).



Dyckia encholirioides ● var. *encholirioides* + var. *rubra*

Figura 1: Área de dispersão da espécie *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* em Santa Catarina (Reitz 1983).

Devido ao grande interesse por esta família como plantas ornamentais, a conservação das bromélias está em risco. A retirada indiscriminada de plantas do seu habitat natural pode alterar drasticamente os níveis tróficos. Além de causar uma diminuição do número de indivíduos, levando a perda da diversidade genética nas populações (Hall & Bawa 1993). Muitas espécies de bromélias também são referidas como medicinais. A *Bromelia antiacantha* é uma planta nativa da Mata Atlântica, são exploradas populações naturais para serem utilizadas na medicina popular (Duarte *et al.* 2007).

A utilização de técnicas de conservação *ex situ* e *in vitro* demonstraram um grande potencial para a conservação de *Dyckia dystachia*, espécie ameaçada devido a construção da usina hidrelétrica de Ita (PomPELLI & Guerra, 2004).

A criação de Unidades de Conservação (UC) é uma proposta para diminuir os efeitos da destruição dos ecossistemas no Brasil, pois são áreas geográficas destinadas à preservação dos ecossistemas naturais (WWF 2008). As funções das UC são manter a diversidade biológica e os recursos genéticos, protegendo as espécies ameaçadas de extinção, preservando e restaurando a diversidade de ecossistemas naturais e promovendo a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (WWF 2008).

Uma estratégia de conservação das espécies da fauna e flora é a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN). A RPPN Morro das Aranhas, de propriedade de Santinho Empreendimentos Turísticos S.A, foi criada em 11 de maio de 1999. A RPPN possui uma área de 44,16ha e constitui-se por diversos ambientes (Nascimento 2003). A necessidade de conservar essa área é imperiosa, uma vez que se encontra numa região de grande pressão antrópica e ainda conserva atributos naturais não muito alterados, com fauna e flora representativas da Ilha de Santa Catarina (Nascimento 2003). As dunas e a restinga da reserva têm importante função como área de recarga para os lençóis subterrâneos de água, dos quais dependem os habitantes da região.

Considerando principalmente a riqueza de espécies, a família Bromeliaceae carece de informações sobre a biologia floral e sistema reprodutivo (Martinelli 1997). A importância de uma espécie na sustentação da fauna e sua influência na estrutura do ecossistema no qual está inserida pode ser avaliada com o conhecimento da sua fenologia (Mantovani & Morellato 2000). Nas regiões tropicais, uma grande variedade de animais é sustentada pelos recursos florais da comunidade vegetal. E são, também, as regiões tropicais que apresentam as mais complexas interações entre as plantas e seus polinizadores (Jansen 1980).

Este estudo apresenta a fenologia, biologia floral e recursos florais de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez e as interações planta-animal associadas as suas estruturas reprodutivas. Além disso, o sistema reprodutivo da espécie foi caracterizado a fim de discutir a necessidade de polinizadores para a manutenção de sua reprodução sexuada.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Caracterizar a ecologia reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez., em Costões Oceânicos, no município de Florianópolis, Santa Catarina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para determinar a ecologia reprodutiva de *D. encholirioides*, este estudo teve por objetivos específicos:

- a) Caracterizar a fenologia reprodutiva da espécie de agosto de 2006 a janeiro de 2008, incluindo a reprodução sexuada e vegetativa;
- b) Investigar a morfologia e biologia floral da espécie, como um dos requisitos para compreender a reprodução da espécie e as interações entre a flor e os visitantes florais;
- c) Determinar o sistema reprodutivo da espécie aplicando diferentes testes de polinização e avaliando o sucesso reprodutivo destes;
- d) Avaliar o investimento da espécie na oferta dos recursos florais, caracterizando e quantificando a produção de néctar e grãos de pólen;
- e) Identificar os visitantes florais e potenciais polinizadores, e descrever o comportamento dos mesmos durante as visitas às flores, com o intuito de compreender as interações entre a espécie e a fauna associada à sua floração;
- f) Caracterizar a interação das formigas com as inflorescências e infrutescências da espécie.

CAPÍTULO 2 - Ecologia reprodutiva de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Gaud) Mez. (Bromeliaceae) em Costões Oceânicos em Florianópolis, Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

A fenologia e a polinização de Bromeliaceae têm sido relativamente pouco investigadas (Machado & Semir 2006). O padrão fenológico de uma comunidade vegetal é relevante no estudo da interação planta-animal, pois propicia importante base para o entendimento da reprodução das plantas e da organização espaço-temporal dos recursos disponíveis no ambiente aos animais associados (Morellato & Leitão Filho 1992, Talora & Morellato 2000).

As bromeliáceas, em sua maioria, apresentam características de ornitofilia (Smith & Downs 1974), estando entre as poucas famílias de plantas em que a polinização por animais vertebrados predomina sobre os insetos. Sick (1984) sugere que a diversificação das famílias Bromeliaceae e Trochilidae (beija-flores) tenha se processado paralelamente, pois esta última contém os agentes polinizadores mais importantes para as bromélias. Essa idéia tem sido corroborada por diversos estudos que apontam os beija-flores como vetores de pólen de cerca de 85% das bromeliáceas nas diferentes comunidades investigadas, sendo as demais espécies visitadas por morcegos e, em menor quantidade, por abelhas (Snow & Snow 1980, 1986, Snow & Teixeira 1982, Gardner 1986, Fischer & Araújo 1995, Sazima *et al.* 1995, 1996, Canela & Sazima 2003, Araújo *et al.* 2004).

As abelhas são polinizadoras de algumas espécies da subfamília Bromelioideae (Siqueira Filho 1998, Lenzi *et al.* 2006) e provavelmente de algumas espécies da subfamília Pitcairniodeae (Kaehler *et al.* 2005).

O gênero *Dyckia* pertencente à subfamília Pitcairniodeae, compreende cerca de 120 espécies e é restrito ao sudeste da América do Sul (Luther & Sieff 1996). Neste gênero a estrutura reprodutiva e a pigmentação floral sugerem a dependência quase completa aos insetos polinizadores (Benzing 1980, Varadarajan & Brown 1988). Porém, os poucos estudos existentes neste gênero e em toda a família Bromeliaceae, sugerem que ornitofilia é a síndrome predominante (Bernardello *et al.* 1991, Sazima *et al.* 1996, Martinelli 1997, Varassin & Sazima 2000, Lenzi *et al.* 2006, Vosgueritchian & Buzato 2006). Entre as principais características que as bromélias ornitófilas apresentam, pode-se citar brácteas florais com tonalidade vermelha, flores amarelas e tubulares, alta produção de néctar com concentração de açúcares mediana e antese diurna (Sazima *et al.* 1996, Sazima *et al.* 2000).

De todos os atrativos florais, o néctar tem em geral, um grande apelo a todos os grupos de animais (vertebrados e invertebrados). Para os visitantes que coletam pólen, como as abelhas, o néctar fornece energia para a atividade durante a visita. A concentração e a quantidade de néctar são importantes como fontes de energia, de compostos essenciais como aminoácidos e, também uma fonte de água para os animais polinizadores (Faegri & Van Der Pijl 1980). Segundo os mesmos autores, a principal função do néctar é atrair os polinizadores.

Entre as bromélias, muitas espécies recompensam seus visitantes florais com néctar abundante (Benzing 2000). Em várias espécies determinou-se a produção de néctar como recompensa floral, *Aechmea lindenii* (Lenzi *et al.* 2006), *Dyckia ibiramensis* (Hmeljevski *et al.* dados não publicados), *D. brevifolia* (Rogaslki *et al.* dados não publicados), *Vriesea procesa* e *Vriesea rodigasiana* (Araújo 1996), *Vriesea bituminosa* Wawra, *Vriesea* aff. *bituminosa*, *Vriesea gigantea* Gaudichaud, *Vriesea longiscapa* Ule, *Vriesea sazimae* Leme (Sazima *et al.* 1995), *Vriesea incurvata*

Gaudichaud e *Vriesea ensiformis* (Vellozo) Beer (Araújo *et al.* 1994). De acordo com Snow & Snow (1986), as bromélias constituem grande parte das fontes de néctar para os beija-flores da Mata Atlântica.

A morfologia floral e vários experimentos com plantas, *in situ* e em condições de cultivo, confirmam a existência de diversos sistemas de reprodução na família Bromeliaceae (Benzing 2000). Várias características influenciam a proporção de indivíduos produzidos por autopolinização ou por polinização cruzada entre as bromélias. A dicogamia e a hercogamia promovem a alogamia para muitas espécies autocompatíveis (Benzing 2000). Nas bromélias autocompatíveis a alogamia é, também, favorecida com a atração de polinizadores através de atrativos visuais e pela produção abundante de néctar (Benzing 2000).

Em condições naturais de polinização, o conhecimento do sistema reprodutivo é essencial para avaliar a dependência da produção de sementes com a taxa de polinização, e um meio de compreender os mecanismos de fluxo gênico dentro e entre populações (Dafni 1992). Em condições externas adversas, pode ocorrer uma total ruptura com a reprodução sexual e a planta pode se reproduzir vegetativamente. Segundo Benzing (1980), com exceção de algumas espécies, as bromélias emitem ramos laterais após a florada ou maturação dos frutos. De acordo com Scarano (2000) e Sampaio *et al.* (2002), em ambientes de restinga o crescimento clonal nas bromélias apresenta um papel importante, considerando a dificuldade de germinação de sementes neste ambiente inóspito.

A Subfamília Pitcairnioideae possui 13 gêneros e cerca de 678 espécies (Smith & Downs 1974). Apesar de apresentar grande diversidade nos atributos florais e sistemas de polinização (Benzing 2000), poucas espécies desta subfamília foram estudadas quanto à sua biologia floral, interação planta-animal e reprodução

(Varadarajan & Brown 1988, Sazima *et al.* 1989, Bernardello *et al.* 1991, Stiles & Freemann 1993, Forzza *et al.* 2003, Vesprini *et al.* 2003, Ramalho *et al.* 2004). Este fato pode estar relacionado à distribuição das espécies em afloramentos rochosos (Benzing 2000, Forzza *et al.* 2003) que são áreas de difícil acesso.

Em Santa Catarina encontram-se 12 espécies do gênero *Dyckia*, onde há endemismo ao longo de diversos vales de rios (Reitz 1983). A bromélia *Dyckia ibiramensis* é uma espécie endêmica do Rio Itajaí do Norte, que apresenta uma distribuição restrita a 1,1 km às margens das corredeiras do rio (Hmeljevski *et al.* 2007). *Dyckia distachia* é uma bromélia rara e endêmica, caracterizada como reófito, ocorre exclusivamente nas áreas de corredeiras do vale do rio Pelotas. Ambas foram incluídas na categoria Criticamente em perigo no Workshop “Revisão da Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção” em 2005 (Hmeljevski *et al.* 2007).

Dyckia encholirioides é conhecida popularmente como bromélia ou gravatá. Planta rupestre ou terrícola, provida na base de um longo rizoma de 50 a 100cm coberto de fragmentos de bainhas foliares secas. Provida de numerosas folhas rijas, embora dispostas em densa roseta, não formam um receptáculo adequado para armazenar as águas pluviais (Reitz 1983). Esta bromélia é uma espécie heliófita e seletiva xerófito, muito freqüente. Desenvolve-se preferencialmente nos costões rochosos, formando densos agrupamentos onde está freqüentemente associada com *Aechmea nudicaulis* var. *cuspidata* e *Aechmea recurvata* (Reitz 1983) e *A. lindenii* (Lenzi *et al.* 2006), cobrindo os rochedos abruptos. A espécie também pode ser encontrada nos solos arenosos enxutos da restinga.

Considerando a importância desta bromélia para a manutenção do ecossistema nas restingas, e também a carência de informações sobre esta bromélia, este estudo procura descrever e caracterizar a ecologia reprodutiva da *D. encholirioides*.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os estudos foram desenvolvidos na Ilha de Santa Catarina, localizada no município de Florianópolis, Brasil. A ilha possui uma área de 436,5 km² e está localizada entre 27°10' e 27°50' S e 48°25' e 48°35' W. O clima da Ilha enquadra-se no tipo Cfa, com temperatura média anual de 22°C, precipitação pluviométrica média anual de 1400mm e umidade relativa do ar média anual de 82,14% (Cecca 1997).

A área de estudos está localizada na RPPN Morro das Aranhas, na Praia do Santinho, norte da ilha (27°28'05'' S e 48°22'58,3'' W) (Figura 2). Possui uma área de 44,16ha e está inserida na Floresta Atlântica (Nascimento 2003). A vegetação de restinga se estende por toda a planície arenosa que ocorre ao redor do morro, onde se conecta com dunas, lagos e as praias do Santinho e do Moçambique. A vegetação é predominantemente arbustiva, medindo de 1 a 5 metros de altura. Encontram-se na área espécies como: *Guapira opposita* (Maria-mole), *Gomidesia palustris* (Guamirim), *Eugenia catharinae* (Guamirim), *Myrcia multiflora* e *M. selloi* (Cambuí), *Vitex megapotamica* (Tarumã), *Lythraea brasiliensis* (Aroeira-brava), *Campomanesia litoralis* (Gabirola), *Myrcia rostrata* (Guamirim-de-folha-fina), *Eugenia umbelliflora* (Baguaçu-mirim). Compõem ainda a flora, bromélias como *Dyckia encholirioides*, *Aechmea lindenii*, *Ananas* sp., *Vriesea* sp. e orquídeas como *Epidendrum fulgens*, *Cattleia* spp., *Cyrthopodium* spp. (Nascimento 2003).



Figura 2: A) RPPN Morro das Aranhas em Florianópolis, SC. 2007. B e C) Aspecto geral da vegetação da área de estudos na RPPN Morro das Aranhas em Florianópolis, SC. 2006. Fotos: A) Ciro Couto; B, C) Cristiane Krieck.

Fenologia e biologia floral

A fenologia foi acompanhada mensalmente, de agosto de 2006 a janeiro de 2008 em 50 indivíduos de *D. encholirioides*, e durante a floração as plantas foram

monitoradas semanalmente. Foram observados: a) duração de floração/indivíduo; b) número de flores produzidas/indivíduo; c) número de flores abertas/indivíduo/dia, e d) número de brotos emitidos. Dessa forma, pode-se determinar o padrão fenológico da espécie conforme as classificações de Gentry (1974).

Foram determinadas as medidas dos escapos e estruturas florais (n=30), com auxílio de régua e paquímetro. As medidas entre os diferentes indivíduos foram analisadas por meio de análise estatística descritiva, média e desvio padrão. Os estudos relacionados à determinação da síndrome de polinização foram realizados seguindo-se o proposto por Faegri & Van Der Pijl (1980), avaliando-se: morfologia e coloração do escapo floral, flores, brácteas e das inflorescências, como também dos horários de abertura das flores, liberação do pólen, viabilidade do estigma, número de flores por inflorescência e do número dessas abertas ao dia. A receptividade do estigma foi testada quimicamente adaptando-se a técnica proposta por Galen & Plowright (1987), em 20 flores, com peróxido de hidrogênio a 10%.

Recursos florais

O volume de néctar potencial produzido pela flor foi determinado em quarenta flores ensacadas na pré-antese, entre 8:00 e 18:00h utilizando-se microcapilares de 10 μ L (Dafni 1992). A concentração do néctar foi medida com um refratômetro portátil com escala de 0 a 50% ⁰BRIX (Bellingham & Stanley, modelo Eclipse). A disponibilidade instantânea do néctar também foi quantificada em 40 flores em cada período (matutino e vespertino).

A estimativa do número de grãos de pólen produzidos foi feita mediante sua retirada das anteras (n=3) de cinco flores de plantas distintas ensacadas na pré-antese,

diluídas em 500 μ L de ácido láctico a 85%. A contagem do número de grãos de pólen por flor foi realizada em quinze amostras de 1,5 μ L de cada frasco separadas em lâminas reticuladas, e observadas sob microscópio óptico com aumento de 100X (Petri *et al.* 1976). Para se estimar o número de grãos de pólen produzidos por flor, foi efetuada a média de grãos de pólen por antera pelo número de anteras por flor. O número de óvulos foi determinado através do corte da parede do ovário (n = 12), seguindo a contagem dos mesmos sob estereomicroscópio (16X de aumento). A razão pólen/óvulo foi determinada dividindo-se o número de grãos de pólen por flor pelo número de óvulos por flor (Cruden 1977).

O teste de germinação dos grãos de pólen foi realizado com anteras coletadas em estagio balão e colocadas na estufa por 24 horas a 27°C. Os grãos de pólen foram colocados em meio de cultura (20% de sacarose). Após 2 horas na estufa foi feita a contagem.

Para se avaliar os dados obtidos nos diferentes experimentos, foi utilizada a estatística descritiva, média e desvio padrão e o t-Student (Sokal & Rohlf 1995), ao nível de 5% de significância, para avaliar diferenças nos volumes de néctar e concentração de açúcares.

Visitantes florais

As sessões de observações ocorreram em dias alternados ao longo de toda a época de floração da espécie, em período diurno, totalizando 44 horas. Foram acompanhados e anotados diretamente no campo a presença, frequência de visitas e o comportamento dos visitantes florais (Araújo *et al.* 1994, Siqueira Filho 1998). Os beija-flores foram observados com o auxílio de binoculares e fotografados e os insetos foram coletados com auxílio de redes entomológicas, posteriormente foram alfinetados,

identificados e depositados em gavetas entomológicas no acervo do Laboratório de Entomologia Agrícola/CCA/UFSC.

Sistema reprodutivo

Foi caracterizado por meio de testes de polinização manual em 30 flores de cada teste previamente marcadas: 1) para a polinização livre as flores foram marcadas e acompanhadas, sob condições naturais de polinização, sem manipulação; 2) no tratamento de polinização cruzada, as flores foram emasculadas e posteriormente, polinizadas com o pólen de flores de outros indivíduos; 3) o tratamento de autopolinização espontânea as flores foram ensacadas no dia que antecede a antese e não mais manipuladas; 4) para o tratamento de autopolinização manual (geitonogamia) se seguiu a mesma metodologia da polinização cruzada manual (2), porém, com grãos de pólen provenientes de flores da mesma planta; 5) para o tratamento de agamospermia as flores foram emasculadas e ensacadas na pré-antese. Testes de germinação das sementes oriundas dos tratamentos de polinização foram realizados em rolos de papel filtro (n=150), em uma BOD (≥ 28 °C) sob fotoperíodo de 12 horas. Os dados obtidos foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis (Siegel & Castellani Junior 1988).

RESULTADOS

Fenologia e biologia floral

Todos os indivíduos de *D. encholirioides* marcados para acompanhar a fenologia apresentavam hábito rupícola. Destes, 92% dos indivíduos faziam parte de um agrupamento e apenas 8% dos 50 indivíduos estavam isolados. Em 2006 o período de floração iniciou no mês de outubro. Dos 50 indivíduos de *D. encholirioides* marcados, 30% emitiram escapo floral. Em 2007 o período de floração iniciou no mês de agosto estendendo-se até o final de setembro. Enquadrando a espécie no padrão de floração anual (Newstrom & Frankie 1994). O início da emissão do escapo floral ficou evidente quando as folhas na base da roseta permaneceram pequenas apresentando uma coloração verde clara. A partir das folhas iniciais, desenvolve-se o escapo floral que pode crescer até 28cm de comprimento em uma semana (Figura 3).



Figura 3: Início do crescimento do escapo floral em *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2006. Foto: Cristiane Krieck.

Cada indivíduo emitiu lateralmente uma inflorescência, raramente duas ou três. As inflorescências de *D. encholirioides* são do tipo panícula, apresentando entre 5 e 18 ramos laterais e atingiram $1,29 \pm 0,28$ m (n=30) de altura. Na população estudada, as inflorescências, emitiram em média $99,87 \pm 29,77$ (n=30) botões florais, abriram em média 70 flores por inflorescência e $4 \pm 2,18$ (n=30) flores por dia. Em uma mesma inflorescência foram encontrados botões em vários estágios do desenvolvimento. A seqüência de abertura das flores segue o eixo central, de baixo para cima, sendo que o florescimento dos ramos laterais tem início após a abertura de mais 50% das flores do eixo central. A duração da floração por indivíduo foi em média de 23 dias.

As flores de *D. encholirioides* se abrem ao longo de todo o dia, sendo classificada como uma espécie de antese diurna e duram cerca de 1,5 dias. As flores possuem corola tubular, formada por três pétalas amarelas ou alaranjadas. Cada pétala mede, em média, $17,11 \pm 2,24$ mm (n=13) e apresentou a borda curvada para fora, formando uma base para o pouso de polinizadores. O comprimento do tubo da corola foi de $9,95 \pm 2,03$ mm (n=13) e diâmetro de abertura da flor foi de $3,9 \pm 2,11$ mm. O cálice é formado por três sépalas amarelas, que medem $14,69 \pm 1,27$ mm (n=13). O cálice envolve completamente a corola na fase de botão floral. Nos botões pré-antese é possível visualizar a extremidade superior da corola, com as pétalas ainda unidas, resultado do crescimento da corola durante o dia que antecede a abertura floral. Cada flor está envolvida por uma bráctea, com o comprimento de $30,46 \pm 5,78$ mm (n=13) (Figura 4A).

O estigma encontra-se receptivo durante toda a antese (Figura 4D). Na fase de botão as anteras encontram-se acima do estigma. Por ocasião da abertura da flor ocorre a deiscência das anteras, que curvam-se no sentido externo da flor e deixando-as na mesma altura do estigma. O gineceu mede, em média, $11,50 \pm 1,89$ mm (n=13) e é

constituído por ovário súpero e trilocular com $146 \pm 1,55$ óvulos por flor (n= 10) (Figura 4D).

O androceu é composto por 6 estames, com comprimento de $12,82 \pm 1,83$ mm (n=13). Os estames estão unidos à base e inclusos no tubo da corola, o néctar acumula-se na base do tubo formado pelos filetes (Figura 4C). As anteras em pré-antese possuem coloração amarela, escurecendo à medida que os grãos de pólen são liberados. Cada antera possui em média 243×10^3 grãos de pólen, com 1.458.000 grãos de pólen por flor. *D. encholirioides* apresentou uma razão de 9.986,3 grãos de pólen para cada óvulo, enquadrando-se como xenogâmica obrigatória (Cruden 1977) (Tabela 1). O percentual de germinação dos grãos de pólen foi de 90% após seis horas de incubação.

Tabela 1: Número de estruturas (N), média (X) e desvio padrão (SD) da fenologia e biologia floral de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007.

Características	N	X \pm SD
Comprimento da inflorescência (m)	30	1,29 \pm 0,28
Comprimento da bráctea floral (mm)	13	30,46 \pm 5,78
Comprimento do gineceu (mm)	13	11,50 \pm 1,89
Comprimento do androceu (mm)	13	12,82 \pm 1,83
Comprimento da pétala (mm)	13	17,11 \pm 2,24
Comprimento da sépala (mm)	13	14,69 \pm 1,27
Comprimento do tubo da corola (mm)	13	9,95 \pm 2,03
Diâmetro da abertura da flor (mm)	13	3,9 \pm 2,11
Botões florais/inflorescência	30	99,87 \pm 29,77
Flores/inflorescência	30	70 \pm 23,61
Flores abertas ao dia/ inflorescência	30	4 \pm 2,18
Pólen/flor	15	1.458.000
Óvulos/flor	10	146 \pm 1,55
Razão Pólen/óvulo		9.986,3

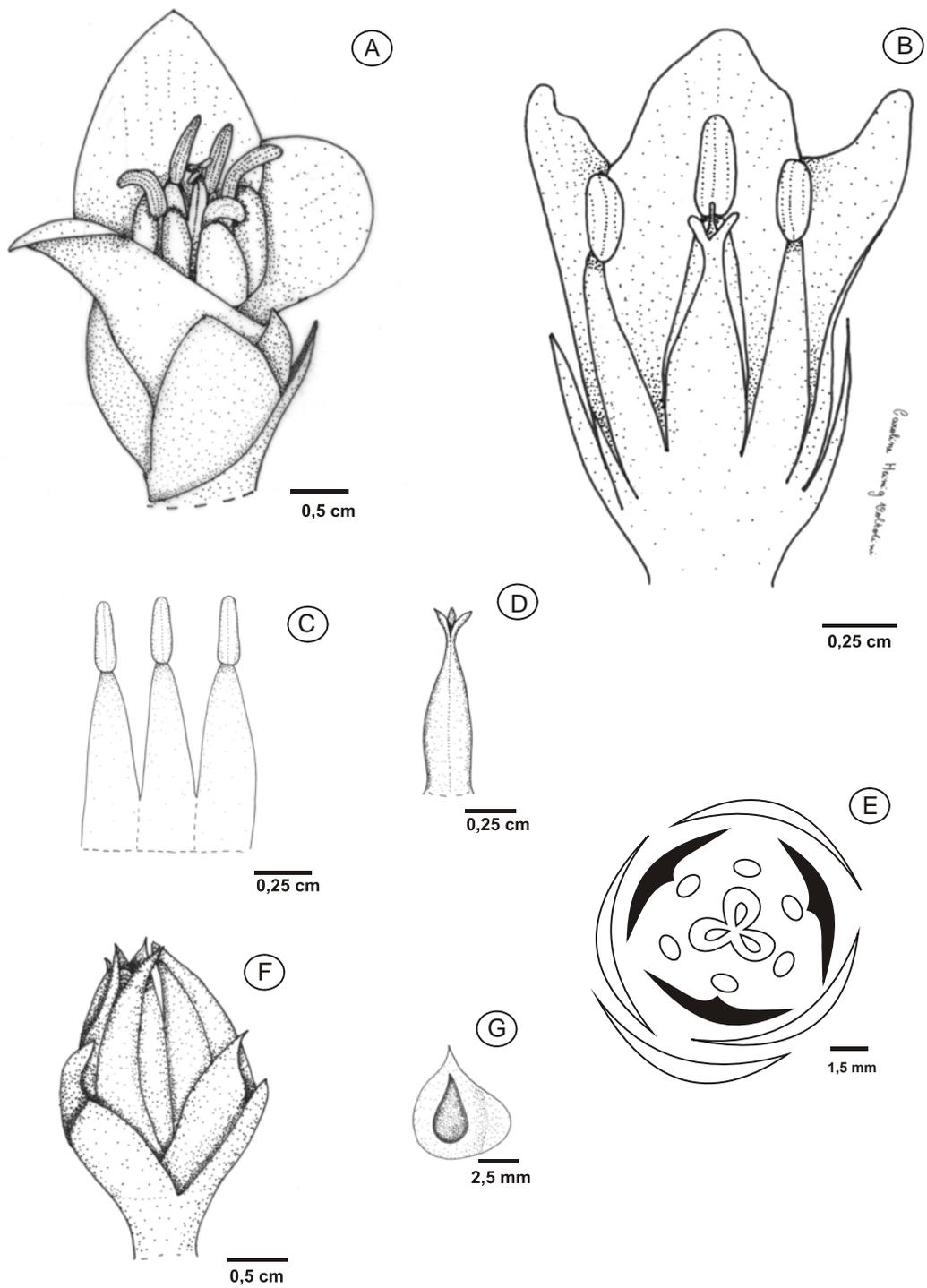


Fig. 4. *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez. A) Flor e bráctea floral. B) Secção longitudinal da flor. C)Estames. D)Gineceu. E)Diagrama floral. F) Fruto. G)Semente

A formação dos frutos iniciou no mês de outubro e se estendeu até novembro de 2007 (Figura 5B). Cada inflorescência produziu, em média, $50 \pm 16,86$ frutos ($n=30$). A dispersão das sementes ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2007. As sementes de *D. encholirioides* são aladas e medem cerca de 5mm. Após a deiscência dos frutos, as sementes são dispersas pelo vento, porém muitas sementes permanecem próximas à planta-mãe (Figura 5C). Cada fruto apresentou $125 \pm 10,1$ sementes ($n=28$) e $41,6 \pm 5,7$ sementes por loco ($n=84$).



Figura 5: Floração (A), frutos (B) e dispersão de sementes (C) de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: Cristiane Krieck.

Em 2006, os indivíduos marcados apresentaram reprodução vegetativa, que ocorreu no mês de dezembro. O início do desenvolvimento dos brotos foi a partir de gemas laterais (Figura 6). Dos 50 indivíduos marcados, 40 indivíduos emitiram brotos. Destes 40 indivíduos, todos com inflorescência senescente ($n=15$) emitiram brotos. Dos indivíduos que emitiram broto, 35 emitiram somente um broto e 5 indivíduos emitiram dois brotos.

Em 2007 a emissão dos brotos teve início no mês de novembro e estendeu-se até o mês janeiro de 2008. Dos 50 indivíduos marcados, 36 indivíduos emitiram brotos. Destes 36 indivíduos, todos com inflorescência senescente (n=31) emitiram brotos. Dos indivíduos que emitiram broto, 33 emitiram somente um broto, 2 indivíduos emitiram dois brotos e 1 indivíduo emitiu três brotos.



Figura 6: Emissão de broto em *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2006. Fotos: Cristiane Krieck.

Recursos florais

Foi observada a presença de nectários extraflorais nas sépalas de *D. encholirioides*, os quais apresentavam secreção em forma de gota. Vespas e formigas foram observadas visitando esses nectários.

O néctar floral acumula-se na base do tubo formado pelos filetes. A maior produção ocorreu no início da antese das flores, após esse período o volume foi decrescendo, chegando a quase zero no segundo dia de abertura floral. O volume de néctar secretado por flor, do primeiro até o segundo dia da secreção foi de $8,35 \pm 2,38$ μl (n=40).

O volume médio de néctar potencial no primeiro dia de abertura da flor, não apresentou diferenças entre os períodos matutino e vespertino ($t=-1,06;P>0,05$), mas apresentou diferenças entre o primeiro e segundo dia de abertura floral ($t=3,03;P<0,05$). A disponibilidade instantânea de néctar (standing crop) não apresentou, no primeiro dia de abertura da flor, diferença no volume de néctar entre os períodos matutino e vespertino ($t=-1,10;P>0,05$). Entre o primeiro e segundo dia, o volume de néctar instantâneo apresentou diferenças significativas ($t=-2,16;P<0,05$).

A concentração de açúcares do néctar potencial apresentou diferenças significativas entre os períodos matutino e vespertino do primeiro dia ($t=-11,80;P<0,05$) e entre o primeiro e segundo dia ($t=-8,59;P<0,05$). Para o néctar instantâneo, a concentração de açúcares também apresentou diferenças significativas tanto entre os dois períodos no primeiro dia ($t=-6,88;P>0,05$) quanto entre o primeiro e segundo dia ($t=-8,19;P>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2: Volume e concentração de açúcares totais (média \pm desvio padrão), do néctar potencial e instantâneo, coletado nas flores de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007.

		Néctar Potencial		Néctar Instantâneo	
	Período	Volume μ l \pm SD	Açúcares % \pm SD	Volume μ l \pm SD	Açúcares % \pm SD
1º dia	Matutino	4,25 \pm 2,38	23,58 \pm 2,4	0,80 \pm 0,58	25,5 \pm 3,23
	Vespertino	4,06 \pm 2,22	30 \pm 2,38	0,95 \pm 0,58	30,15 \pm 2,88
2º dia	Matutino	0,05 \pm 0,03	33,14 \pm 1,39	0,021 \pm 0,012	33,35 \pm 1,27

Visitantes florais

Os visitantes florais mais comuns de *D. encholirioides* foram insetos pertencentes à ordem Hymenoptera (Tabela 3). Os mais abundantes foram abelhas, incluídas em três famílias: Apidae, com *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 e *Trigona (Trigona) spinipes* Fabricius, 1787, representando 72,2% da abundância relativa (figura 7); Anthophoridae, com a espécie *Xylocopa brasiliatorum* Linnaeus, 1767; e Halictidae, com duas espécies do gênero *Augochlora*. Todos os indivíduos das espécies de abelhas levantadas, com exceção de um indivíduo de *Xylocopa*, eram fêmeas. Todos os representantes da ordem Hymenoptera estavam presentes nas flores de *D. encholirioides* ao longo de todo o dia.

A abelha *Apis mellifera* foi o visitante mais freqüente e abundante desde o início até o final da floração. A espécie visitava todas as flores da mesma inflorescência, permanecendo cerca de 10s em cada flor. A espécie coletava néctar e pólen, às vezes tocava o estigma. Esta espécie apresentou comportamento passivo com as espécies de formigas que forrageavam na mesma inflorescência.

A abelha *Trigona spinipes* apresentou um comportamento similar a *Apis mellifera*, porém menos freqüente e abundante. Esta espécie coletava pólen e néctar das flores de *D. encholirioides*, permanecia cerca de 14s na mesma flor. Esta espécie estava presente durante todo o período de floração.

As abelhas da família Halictidae entravam no tubo da corola para coletar o néctar, permaneciam em média 7s nas flores. Coletavam pólen e eventualmente tocavam o estigma, estavam presentes somente durante o pico de floração.

A mamangava *Xylocopa brasiliatorum* realizou visitas legítimas às flores de *D. encholirioides*, sendo o principal polinizador da espécie. Apesar de menos abundante que *Apis mellifera*, estava presente ao longo de todo o dia e durante todo o período de floração. Esta espécie realizava vôos em movimento espiral ao redor do eixo

da inflorescência, visitando todas as flores abertas de uma mesma inflorescência para posterior deslocamento para outra. Permaneceu em cada flor de 4 a 17s.

Apenas um representante da ordem Trochiliformes foi registrado, a espécie de beija-flor *Thalurania glaucopis* Gmelin, 1788 pertencendo à família Trochilidae. Somente as fêmeas de *T. glaucopis* foram observadas nas flores de *D. encholirioides*. Esses beija-flores realizaram visitas legítimas durante a coleta de néctar, apresentaram o mesmo comportamento de voo de *X. brasilianorum*. Apesar de visitar um grande número de flores, os beija-flores apresentaram uma baixa frequência e abundância.

Tabela 3: Período de visita e recurso floral coletado pelos visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007.

Ordem/Família	Espécie	Recurso floral	Período de visita
Coleoptera			
Curculionidae	sp1	Néctar	Manhã/tarde
Diptera			
Muscidae	sp1	Néctar	Manhã/tarde
	sp2	Néctar	Manhã/tarde
Hymenoptera			
Apidae	<i>Apis mellifera scutellata</i> Lepeletier, 1836	Pólen/néctar	Manhã/tarde
	<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1787	Pólen/néctar	Manhã/tarde
Anthophoridae	<i>Xylocopa brasilianorum</i> Linnaeus, 1767	Pólen/néctar	Manhã/tarde
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp1	Pólen/néctar	Manhã/tarde
	<i>Augochlora</i> sp2	Pólen/néctar	Manhã/tarde
Formicidae	<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	Néctar	Manhã/tarde
	<i>Camponotus</i> sp.	Néctar	Manhã/tarde
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.	Néctar	Manhã/tarde
	<i>Acromyrmex asperus</i> F. Smith, 1858	Inflor/Infrut	Manhã/tarde
Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	Néctar	Manhã/tarde
	<i>Polybia</i> sp.	Néctar	Manhã/tarde
Lepidoptera			
Castiniidae	sp1	Néctar	Manhã/tarde
	sp2	Néctar	Manhã/tarde
Lycaenidae	sp1	Néctar	Manhã/tarde
Trochiliformes			
Trochilidae	<i>Thalurania glaucopis</i> Gmelin, 1788	Néctar	Manhã
Passeriformes			
Emberizidae	<i>Coereba flaveola</i> Linnaeus, 1758	Néctar	Manhã

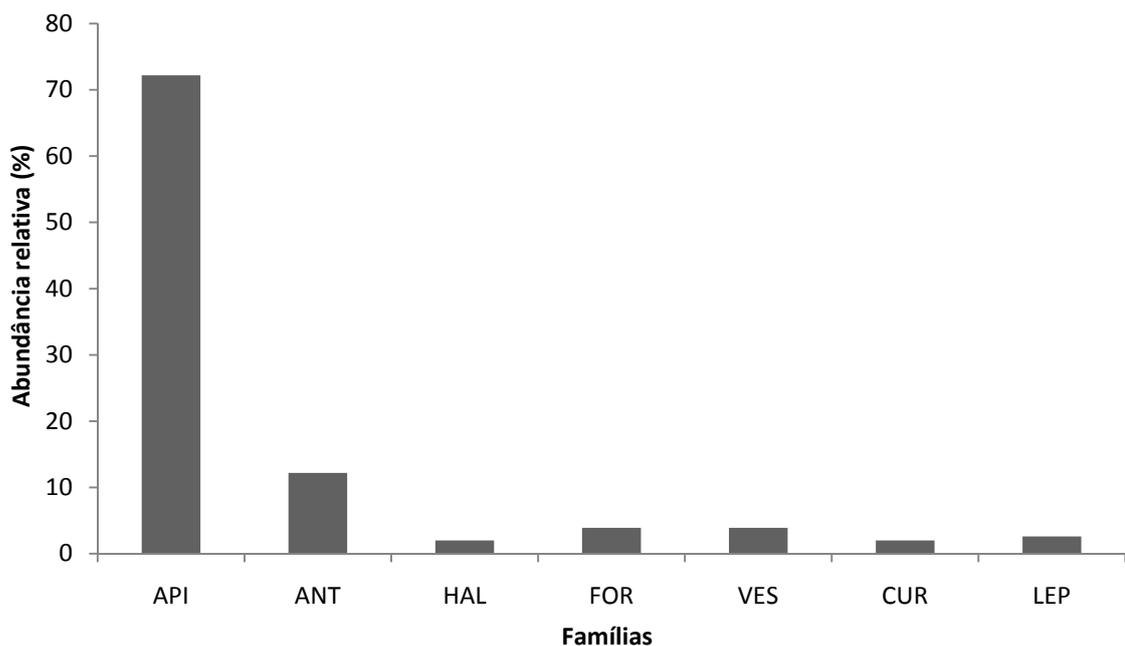


Figura 7: Abundância relativa das famílias de visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. API = Apidae; ANT = Anthophoridae; HAL = Halictidae; VESP = Vespidae; CUR = Curculionidae; LEP = Lepidoptera. Florianópolis, SC. 2007.

Uma espécie de passariforme *Coereba flaveola* Linnaeus, 1758, da família Emberizidae, foi observada coletando néctar das flores de *D. encholirioides*. Esta espécie foi considerada um visitante esporádico e oportunista.

Foram registradas três espécies da ordem Lepidoptera. Destas, uma espécie de mariposa da família Castiniidae e 2 espécies de borboletas. Os representantes desta ordem provavelmente são pilhadores. Pousavam na flor, introduzindo a probóscide na corola para sugar o néctar. Permaneceram em média 6s na flor e aparentemente não tocavam o estigma e as anteras.

Espécies das famílias Curculionidae, Vespidae e Muscidae foram observadas nas inflorescências de *D. encholirioides*. Os representantes destas famílias realizaram caminhadas pela inflorescência à procura de néctar extrafloral, encontrado nas sépalas de *D. encholirioides*.

As formigas *Camponotus rufipes* Fabricius, 1775, *Camponotus sp.* e *Pseudomyrmex sp.*, pertencentes a família Formicidae, apresentaram um comportamento similar ao das famílias Curculionidae, Vespidae e Muscidae. A formiga cortadeira *Acromyrmex asperus* F. Smith, 1858, também encontrada nas inflorescências, cortava as partes florais e frutos em desenvolvimento de *D. encholirioides* para o cultivo de fungos.



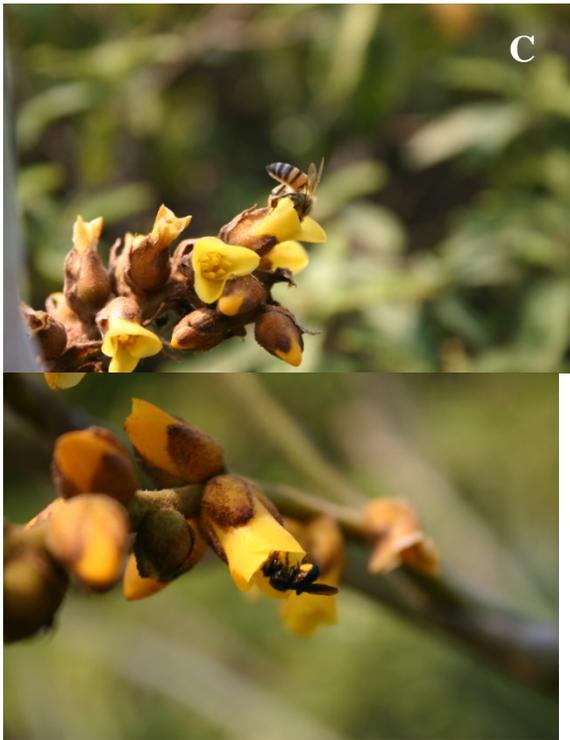


Figura 8: Visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. A) Fêmea de *Xylocopa brasilianorum*. B) Macho de *Xylocopa brasilianorum*. C) *Apis mellifera*. D) *Trigona spinipes*. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: A) Cristiane Krieck; B, C e D) Ciro Couto.



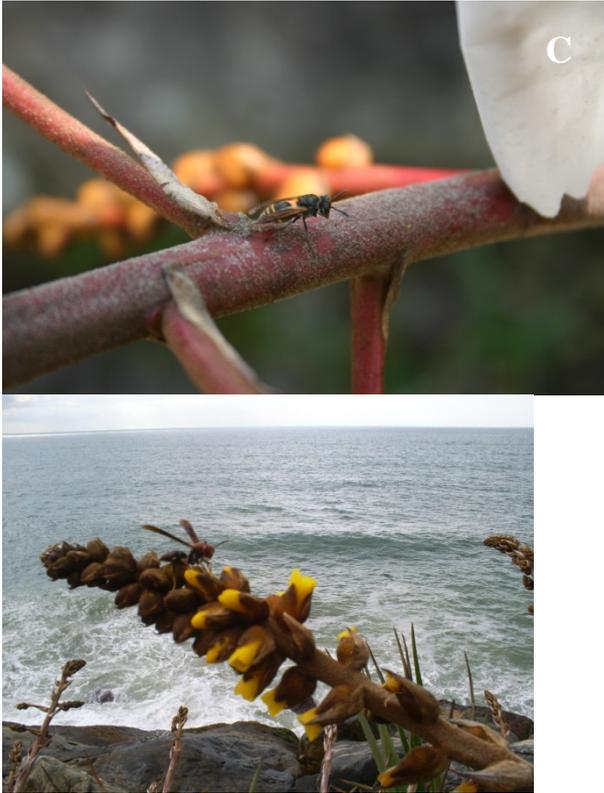


Figura 9: Visitantes florais de *Dyckia encholirioides*. A) Lepidoptera. B) Lepidoptera. C) Vespidae. D) Vespidae. Florianópolis, SC. 2007. Fotos: A, B e C) Ciro Couto; D) Cristiane Kriek.

Sistema reprodutivo

D. encholirioides formou frutos em todos os testes de polinização, apesar de apresentar taxas significativamente menores que a de polinização livre (Tabela 4). A porcentagem de formação de frutos por teste (n=30) variou de 6,6% para agamospermia a 93% para polinização livre, diferindo significativamente ($H = 34,41$; $p = 0,001$). As taxas de germinação das sementes oriundas destes testes foram significativamente diferentes ($H = 31,38$; $p = 0,001$) e indicam que somente as sementes formadas através dos testes de polinização cruzada e livre apresentaram uma significativa viabilidade (Tabela 4), e, portanto, *D. encholirioides* deve ser considerada uma espécie com sistema de auto-incompatibilidade. As sementes iniciaram a germinação após cinco dias do início do experimento.

Os testes de agamospermia e autopolinização espontânea e manual produziram um número menor de sementes por fruto em relação aos testes de polinização livre e cruzada.

Tabela 4: Taxas de formação de frutos, produção de sementes e de germinação de sementes de *Dyckia encholirioides* provenientes de teste de polinizações manuais e polinização livre. Valores seguidos por letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si (teste de Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).

Testes	Frutos/ Flores (n=30)	Taxa de frutificação %	Número de sementes/ fruto ($\bar{X} \pm SD$)	Sementes germinadas (n=150)	Taxa de germinação %
Agamospermia	2	6,6c	$78 \pm 1,41$	0	0b
Autopolinização Manual	8	26,6cb	$86 \pm 1,26$	2	1,4b
Autopolinização Espontânea	11	36,6b	$88 \pm 2,00$	3	2b
Polinização Cruzada	25	83,3a	$118 \pm 4,49$	128	73a
Polinização Livre	28	93a	$125 \pm 4,50$	109	86a

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados na fenologia reprodutiva de *D. encholirioides* corrobora com o descrito por Reitz (1983), é uma espécie que começa a florescer no final do inverno até a primavera, época em que poucas plantas estão florescendo. Esta espécie representa uma fonte de recurso trófico fundamental para a manutenção dos polinizadores neste período.

O padrão de floração em *D. encholirioides* é anual (Newstrom *et al.* 1994) em nível populacional. A abertura de poucas flores por dia e um período de floração longo, enquadra a espécie como uma fonte de recursos importante no ambiente. Segundo Gentry (1974) essa estratégia de floração é caracterizada como disponibilidade regular, favorecendo a polinização cruzada (Siqueira Filho & Machado 2001).

Após a floração ocorre a emissão de brotos em *D. encholirioides*. O mesmo foi constatado em *A. lindenii* (Lenzi *et al.* 2006). A combinação de reprodução sexuada e assexuada é uma estratégia muito difundida em bromeliáceas (Reitz 1983) principalmente sob condições adversas (Cruden 1977). Segundo Souza (2004), para a espécie *Vriesea friburgensis* MEZ var. *Paludosa* (L. B. SMITH), a reprodução vegetativa é uma forma alternativa de estabelecimento e persistência em ambiente adverso como a restinga. De acordo com Scarano (2000) e Sampaio *et al.* (2002), em ambientes de restinga o crescimento clonal nas bromélias apresenta um papel importante, considerando a dificuldade de germinação de sementes neste ambiente de pouca umidade. Segundo Pompelli (2006) as sementes de *D. encholirioides* não possuem barreira germinativa quando germinadas *in vitro*, ao contrário do que acontece na natureza, onde encontram outras barreiras, provavelmente de natureza física que as impossibilite de germinar.

A distribuição agregada de *D. encholirioides*, devido à reprodução assexuada, exerce também um papel importante na polinização cruzada, pois favorece o aumento do atrativo visual, a agregação de flores garante uma maior oferta dos recursos (Coelho & Barbosa 2004). Porém ao mesmo tempo pode diminuir a produção de frutos e sementes, uma vez que as abelhas, ao forragearem as flores do mesmo agrupamento estarão realizando a autopolinização e não a polinização cruzada como esta espécie requer para produzir sementes viáveis.

O padrão de abertura das flores de *D. encholirioides*, na inflorescência, observado neste estudo não corrobora com Reitz (1983). Segundo o autor a floração de *D. encholirioides* começa a abrir pela metade da inflorescência, subindo e descendo em ordem. Outras espécies do gênero *Dyckia* apresentam o mesmo padrão de abertura de *D. encholirioides*, como *D. tuberosa* (Vosgueritchian & Buzato 2006), *D. brevifolia* (Rogalski *et al.* 2007) e *D. ibiramensis* (Hmeljevski *et al.* 2007).

O período de abertura das flores ao longo do dia e duração de um dia e meio, amplia as possibilidades de acesso às flores por polinizadores ativos após o pôr-do-sol (Benzing *et al.* 2000). O mesmo período de antese foi registrado para *D. floribunda* (Bernardello *et al.* 1991). As flores de *D. tuberosa* apresentaram duração de um dia e a abertura da flor ocorreu no início da manhã (Vosgueritchian & Buzato 2006).

D. encholirioides apresenta uma morfologia floral que favorece a polinização por insetos, como pétalas de cores amarelas e a corola com tubo não muito longo (Faegri & Van Der Pijl 1980) o que possibilita a visita e obtenção de néctar e pólen por insetos. A organização das flores em uma inflorescência favorece sua atração visual (Faegri & Van Der Pijl 1980), além disso, apresenta uma inflorescência com mais de um metro de altura, destacando-se entre as demais espécies que ocorrem na área.

Foi constatada a dispersão anemocórica das sementes de *D. encholirioides*, que deve ser favorecida pelos ventos constantes nos costões rochosos onde alguns indivíduos se fixam. A dispersão de sementes através do vento é relatada para quase todas as espécies de bromélia da subfamília Pitcairnioideae (Downs 1974). Apesar de possuírem sementes aladas como as de *D. encholirioides*, sugere-se a hidrocória como dispersão secundária para *D. brevifolia* (Rogalski *et al.* 2007) e *D. ibiramensis* (Hmeljevski *et al.* 2007).

A presença de nectários extraflorais nas sépalas de *D. encholirioides*, atraiu algumas espécies de visitantes florais. Nectários extraflorais são estruturas morfológicas glandulares que produzem secreção açucarada (Elias 1983). Em outras espécies do gênero *Dyckia* há registros de nectários extraflorais e de interação com a fauna (Vesprini *et al.* 2003, Vosgueritchian & Buzato 2006). Em *D. floribunda*, houve redução no sucesso reprodutivo quando as formigas foram excluídas das plantas (Vesprini *et al.* 2003). Porém em *D. brevifolia* foi constatado nas sépalas a presença de nectários, mas não foram registrados visitantes (Rogalski *et al.* 2007). A presença de nectários extraflorais ajuda a distrair potenciais herbívoros e pilhadores de néctar (Benzing 2000) e junto com a ação dos polinizadores, podem determinar o sucesso reprodutivo nestas espécies (Vosgueritchian & Buzato 2006).

Além do pólen, a espécie *D. encholirioides* oferece néctar como recompensa aos visitantes. Em outras espécies da família Bromeliaceae (Lenzi *et al.* 2006, Sazima *et al.* 1996, Siqueira Filho 1998, Almeida *et al.* 2004, Siqueira Filho & Machado 2006), o néctar também constitui a recompensa. De acordo com Faegri & Van Der Pijl (1980), a principal função do néctar é atrair polinizadores.

O volume médio de néctar potencial para *D. encholirioides* é inferior aos valores encontrados em *D. brevifolia* (Rogalski *et al.* 2007) e *D. ibiramensis*

(Hmeljevski *et al.* 2007). Geralmente as bromélias polinizadas por abelhas secretam pequenos volumes de néctar (Siqueira Filho 1998, Almeida *et al.* 2004, Siqueira Filho & Machado 2006), embora também já tenham sido registradas espécies ornitófilas com semelhante característica.

A concentração de açúcares de *D. encholirioides* variou de 23 a 33%. Segundo Baker (1975) abelhas solitárias dão preferência por flores com valores médios de concentração de néctar, semelhantes ao de beija-flores, em torno de 25%. Desta forma, a concentração de açúcares de *D. encholirioides* favorece a visita de distintos visitantes. Porém características de volume e concentração de açúcares no néctar irão influenciar o comportamento dos visitantes. O comportamento territorialista dos beija-flores é observado quando há abundância de néctar e concentrações de açúcares maiores (Stiles 1975). Para abelhas o comportamento forrageiro “*trapline*” está associado a pequenas quantidades de recurso disponibilizados por flor ou agrupamento (Roubik 1989).

D. encholirioides possui dependência de polinização por abelhas, porém apesar de baixa abundancia, beija-flores realizaram visitas legítimas as flores, caracterizando assim um sistema de polinização misto para *D. encholirioides*. Esse mesmo sistema foi constatado em *D. ibiramensis* (Hmeljevski *et al.* 2007). Em *A. lindenii* (Lenzi *et al.* 2006), *Hohenbergia ridleyi* (Siqueira Filho 1998) e *Bromelia antiacantha* Bertoloni (Canela & Sazima 2005), os principais polinizadores foram os beija-flores, porém as abelhas também foram consideradas potenciais polinizadores. Em *D. tuberosa* apenas beija-flores realizavam visitas legítimas às flores, e a presença das abelhas foi esporádica e não tocavam o estigma das flores (Vosgueritchian & Buzato 2006).

As abelhas são os insetos polinizadores mais importantes para angiospermas e formam o grupo com maior diversidade envolvido na polinização de

varias espécies vegetais (Zanette 2005, Heard 2001).

A abelha *Apis mellifera* foi o visitante mais freqüente e abundante em *D. encholirioides*, porém eventualmente tocava o estigma. Em *D. brevifolia* (Rogaslki *et al.* 2007), *A. mellifera* promove a autopolinização e a geitonogamia, pois forrageia várias flores da mesma inflorescência. *Trigona spinipes* apresentou um comportamento similar a *A. mellifera*, porém bem menos freqüente e abundante. O maior impacto do comportamento pilhador destas abelhas deve estar na coleta de pólen, deixando pouco pólen disponível para os polinizadores efetivos, pois são considerados, em geral, eficientes removedores de pólen das anteras.

X. brasilianorum foi o principal polinizador de *D. encholirioides*. Apesar de menos abundante que *A. mellifera*, esteve presente ao longo de todo o dia, realizando visitas legítimas às flores. Esta espécie realizou visitas em várias flores de uma mesma inflorescência antes de se deslocar para outra. O mesmo padrão de forrageio foi descrito para esta mesma espécie em flores de *D. ibiramensis*, onde esta abelha também foi considerada como principal polinizador (Hmeljevski *et al.* 2007). *X. brasilianorum* também visitava populações de *D. encholirioides* próximas a área de estudos, favorecendo o fluxo gênico. Em *D. brevifolia* (Rogaslki *et al.* 2007) *X. brasilianorum* pode ser considerado um polinizador secundário.

A polinização por beija-flores em espécies do gênero *Dyckia* já foi descrita para *D. velascana*, *D. floribunda* e *D. ragonesei* (Bernardello *et al.* 1991) e *D. tuberosa* (Vosgueritchian e Buzato 2006) Apesar de realizarem visitas legítimas as flores de *D. encholirioides* durante a coleta de néctar, as fêmeas do beija-flor *Thalurania glaucopsis* apresentaram uma baixa freqüência. O mesmo foi observado em *D. ibiramensis* (Hmeljevski *et al.* 2007). Este fato pode estar relacionado com a morfologia floral destas espécies, mais adequada para visitas de abelhas e por apresentar quantidades

pequenas de néctar disponíveis. A baixa frequência de *T.glaucopis* nas flores de *D. encholirioides*, pode também estar associada ao seu hábito florestal, ocorrendo pouco em áreas mais abertas.

As espécies da ordem Lepidoptera foram consideradas pilhadoras de néctar, pois coletam néctar sem tocar as estruturas reprodutivas de *D. encholirioides*. Em *Hohenbergia ridleyi* (Siqueira Filho 1998) as borboletas também não foram consideradas polinizadoras, por apresentarem proboscíde comprida em relação ao tubo floral. Porém, em *A. lindenii* espécies do gênero *Heliconius* foram consideradas como potenciais polinizadores (Lenzi *et al.* 2006).

A razão pólen/óvulo de *D. encholirioides* enquadra-se como xenogâmica obrigatória (Cruden 1977), o que corrobora com os resultados encontrados para o sistema reprodutivo da espécie. As espécies *D. tuberosa* e *D. ferox* se enquadram na mesma categoria (Vosgueritchian & Buzato 2006, Bianchi *et al.* 2000).

Apesar de ter ocorrido formação de frutos nos tratamentos de agamospermia e autopolinização espontânea e manual, não houve germinação das sementes oriundas destes, o que enquadra *D. encholirioides* como uma espécie que apresenta auto-incompatibilidade. Sendo assim, o sucesso na produção de frutos e sementes depende da presença de abelhas na área. Poucas espécies de Bromeliaceae têm sido reconhecidas como auto-incompatíveis (Bianchi *et al.* 2000, Vosgueritchian & Buzato 2006, Martinelli 1994, Canela & Sazima 2003). A presença de auto-incompatibilidade em *D. encholirioides* é importante para assegurar a diversidade gênica. A ocorrência de reprodução sexuada em *D. encholirioides* possibilita novas recombinações gênicas, via fluxo de pólen, e deve ser considerada como um mecanismo essencial para promover a diversidade gênica na população. Em espécies que possuem alta expressão de propagação clonal, a presença de vetores que efetuem a

dispersão de pólen entre os indivíduos pode ser considerada elemento chave para manutenção de diversidade gênica (Sarhou *et al.* 2001, Wendt *et al.* 2001, 2002).

Por outro lado, *D. brevifolia* e *D. ibiramensis* apresentaram sistema reprodutivo xenogâmico facultativo (Rogasliki *et al.* 2007; Hmeljevski *et al.* 2007) conforme Cruden (1977). Segundo Benzing (1980), a autocompatibilidade e a auto-incompatibilidade coexistem num mesmo gênero. Porém através de testes de germinação de sementes oriundas de tratamentos de polinização em *D. ibiramensis* constatou-se que esta espécie apresenta mecanismos de auto-incompatibilidade. Isto é indicativo de sistema misto de reprodução, com preferência por fertilização cruzada, mas tendo capacidade de autofertilização, o que implica em autocompatibilidade (Hmeljevski *et al.* 2007). A autocompatibilidade constata em *D. brevifoliae*, corrobora com resultados encontrados para espécies com distribuição restrita (Rogasliki *et al.* 2007).

Os resultados obtidos neste estudo mostram que a espécie *D. encholirioides* possui flores com morfologia floral mais adaptada a polinização por abelhas. A espécie apresenta atração visual como estratégia para atrair os polinizadores e como recompensa as flores produzem néctar para os visitantes florais. A razão pólen/ovulo enquadra a espécie como xenogâmica obrigatória, requer a polinização cruzada para gerar sementes férteis.

D. encholirioides constitui uma fonte importante de recurso trófico para abelhas, beija-flores, formigas, vespas e borboletas, na área estudada. Esta espécie é fundamental para a manutenção e perpetuação da fauna associada à sua floração, que ocorre em um período onde o recurso é limitado. A alta formação de frutos gerados em condições naturais e polinização cruzada associada à alta viabilidade das sementes oriundas destes testes indica que os polinizadores de *D. encholirioides* são eficientes e

garantem o sucesso reprodutivo da espécie. A conservação e proteção dos ecossistemas de restinga, que atualmente, devido à ação antrópica, estão sofrendo processos de fragmentação, são fundamentais para garantir a sobrevivência desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, A.C.; Fischer, E.A. & Sazima, M.1994. Floração seqüencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região da Juréia, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 17 (2): 113-118.

Araújo, D.S.D. & Lacerda, L.D. 1987. A natureza das restingas. **Ciência Hoje** 6 (33): 42-48.

Almeida, E. M.; Storni, A.; Ritter, P. D. e Alves, M. A. S. 2004. Floral visitors of *Tillandsia stricta* Sol. (Bromeliaceae) at Restinga of Jurubatiba, Macaé, Rio de Janeiro, Brazil. **Vidalia** 2(1): 30-35.

Baker, H.G. 1975. Sugar concentrations in nectars from hummingbirds flowers. **Biotropica** 7(1): 37-41.

Benzing, D.L. 1980. **The biology of Bromeliads**. Eureka, Mad River Press.

Benzing, D.L. 2000. **Bromeliaceae: profile of a adaptative radiation**. Cambridge, Cambridge University Press.

Bernardello, L. M.; Galetto, L. e Juliani, H. R. 1991. Floral nectar, nectary structure and pollinators in some Argentinean Bromeliaceae. **Annals of Botany** **67**: 401-411.

Bianchi, M. B.; Gibbs, P. E.; Prado, D. E. e Vesprini, J. L. 2000. Studies on the breeding systems of understorey species of a Chaco woodland in NE Argentina. **Flora** **195**: 339-348.

Canela, M. B. F.; Sazima, M. 2003. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in South-eastern Brazil. **Annals of Botany** **92**:731-737.

Canela, M. B. F. e Sazima, M. 2005. The pollination of *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: ornithophilous versus melittophilous features. **Plant Biology** **7**(4): 411-416.

CECCA – Centro de Estudos Cultura e Cidadania. 1997. **Uma cidade numa ilha**. Editora Insular, Florianópolis.

Coelho, P.C. & Barbosa, A.A.A. 2004. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. **Acta Botanica Brasilica** **18**(3): 481-489.

Cogliati-Carvalho, L.; Freitas, A.F.N.; Rocha, C.F.D.; Van Sluys, M. 2001. Variação na estrutura e na composição de BROMELIACEAE em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica** **24** (1) 1-9.

Cronquist, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants.** Columbia University Press, NY. 1262p.

Cruden, R. W. 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution** **31**: 32-46.

Dafni, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach.** Oxford University Press, Oxford.

Dejean, A.; Olmsted, J. & Snelling, R. R. 1995. Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Ka'an Reserve, Quintana Roo, Mexico. **Biotropica** **27**:57-70.

Dejean, A. & J. Olmsted 1997. Ecological studies on *Aechmea bracteata* (Swartz) (Bromeliaceae). **Journal of Natural History** **31**:1313-1334.

Dobat, K. & Peikert-Holle, T. 1985. **Blüten und Fledermäuse. Bestäubung durch Fledermäuse und Flughunde (Chiropterophilie).** Waldemar Kramer, Frankfurt am Main.

Downs, R. J. 1974. Anatomy and physiology. **In:** Smith, L. B. e Downs, R. J. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph** **14**(1): 2-28. Hafner Press, New York.

Duarte, A.S.; Vieira Da Silva, C.; Puchalski, A.; Mantovani, M.; Silva, J.Z.; Reis, M.S. 2007. Estrutura demográfica e produção de frutos de *Bromelia antiacantha* Bertol. **Rev. Bras. Pl. Med.** 9(3):106-112.

Elias, T.S. 1983. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. *In The biology of nectaries* (B. Bentley & T.S. Elias, eds.). Columbia University Press, New York, p. 174-203.

Falkenberg, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula** 28, 1-30.

Faegri, K. & Van Der Pijl, L. 1980. **The principles of pollination ecology**. 3° ed. Pergamon Press, NY. 291p.

Firkowski, C. 1990. O hábitat para a fauna. In: **Anais do 6° Congresso Florestal Brasileiro**. Campos do Jordão, p. 139-144.

Fisher, E.A. & Araújo, A.C. 1995. Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 11:559-567.

Fonseca, G. A. B. 1985. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation** 34: 17-43.

Forzza, R.C., Christiani, A.V; Wanderley, M.G.L.; Buzato, S. 2003. *Encholirium* (Pitcarnioideae-Bromeliaceae): conhecimento atual e sugestões para conservação. **Vidalia** 1:7-20.

Galen, C. & Plowright, R.C. 1987. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptivity. **Canadian Journal of Botany** **65**: 11-107.

Gardner, J.E. 1986. Invertebrate fauna from Missouri caves and springs. **Natural History** **3**: 72.

Gentry, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica** **6** (1): 64-68.

Hall, P. & Bawa, K. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic Botany** **47**: 234-247.

Heard, T.A. 2001. Stinglees bee and crop pollination. **Bee World** **85** (2): 110-112.

Hmeljevski, K. V. 2007. Ecologia da polinização e seus efeitos no sistema reprodutivo de *Dyckia ibiramensis* Reitz (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina.

Hmeljevski, K. V.; Reis, A.; Reis, M.S.; Rogalski, J.M.; Neto, C.D.; Lenzi, M. 2007. Resultados Preliminares da Biologia Reprodutiva de *Dyckia ibiramensis* Reitz (Bromeliaceae): uma espécie rara e endêmica de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Biociências** **5** (1): 267-269.

Jansen, D. H. 1980. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. **American Naturalist** **140**: 501-528.

Kaehler, M.; Varassin, I. G.; Goldenberg, R. 2005. Pollination of a bromeliad community in the high montane Atlantic rain forest in Paraná state, Brazil. **Rev. bras. Bot.** **28** (2):219-228.

Kessler, M. & Krömer, T. 2000. Patterns and ecological correlates of pollination modes among bromeliad communities of Andean Forests in Bolivia. **Plant Biology** **2**:659-669.

Leme, E.M.C. 1997. **Canistrum: Bromélias da Mata Atlântica**. Edição: Salamandra Consultoria. 107p.

Lenzi, M.; Matos, J.Z. & Orth, A.I. 2006. Variação morfológica e reprodutiva de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Bromeliaceae). **Acta bot. Bras.** **20**(2): 487-500.

Luther, H.E.; Sieff, E. 1996. **An alphabetical list of Bromeliad binomials**. The Bromeliad Society, Oregon.

Machado, C. G. & Semir, J. 2006. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasil. Bot.** **29**: 163-174.

Martinelli, G. 1997. Biologia reprodutiva de Bromeliaceae na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. *In* Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. (H.C. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, p.213-250.

Mantovani, A. & Morelletto, L.P.C. 2000. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia do palmitreiro. In: Reis, M.S. & Reis, A. ***Euterpe edulis Martius – (Palmitreiro) - biologia, conservação e manejo***. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. P. 23-38.

Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil** (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 112-140.

Myers, N., R. A.; Mirrermeier, C. G.; Mittermeier, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature 403**: 853-858.

Nara, A.K. & Webber, A.C. 2002. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixio na Amazônia Central. **Acta Amazônica 32**(4): 571-588.

Nascimento, R. 2003. **Reserva Particular do Patrimônio Natural Morro das Aranhas**. Editora Edeme, Florianópolis. 79p.

Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. e Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns of in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica 26**: 141-159.

Petri, J.L.; Pasqual, M.; Pellegrin, M. 1976. Estudo da quantidade de pólen em diversos cultivares de macieira (*Mallus sp.*). **Anais do III Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Vol. II, Campinas, Brasil, p. 467-471.

Pizo, M.A. 1994. O uso de bromélias por aves na Mata Atlântica da Fazenda Intervalles, sudeste do Brasil. **Bromélias** 1(4):3-7.

Pompelli, M.F.; Guerra, M.P. 2004. Ex situ conservation of *Dyckia distachya*: an endangered bromeliad from South Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 4(3):273-279.

Pompelli, M.F. 2006. Germinação de *Dyckia encholirioides var. encholirioides* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). **Floresta e Ambiente** 13(1): 01 – 09.

Ramalho, M.; Batista, M.A & Silva, M. 2004. *Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): uma associação estreita no semi-árido do Brasil tropical. **Neotropical Entomology** 33:417-425.

Reitz, R. 1961. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia** 13: 17-115.

Reitz, R. 1983. **Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica**. Ed. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí/SC.560p.

Rocha, C.F.D.; Cogliatti-Carvalho, L.; Almeida, D.R.; Freitas, A.F.N. 1997. Bromélias: ampliadoras de biodiversidade. **Bromélia** 4 (4): 7-10.

Rogalski, J. M.; Reis, A.; Reis, M. S. e Hmeljevski, K. V. 2007. Biologia reprodutiva da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae), Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina.

Roubik, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology Series. Cambridge University Press, London.

Sampaio, M.C.; Perisse, L.E. Oliveira, G.A. & Rios, R.I. 1997. The contrasting clonal architecture of two bromeliads from Sandy coastal plains in Brazil. **Flora** 197: 443-451.

Scarano, F.R. 2000. **Marginal plants: functional ecology at the Atlantic forest periphery**. Tópicos atuais em botânica. Sociedade Botânica do Brasil, Embrapa, Brasília. P. 176-182.

Sarthou, C.; Samadi, S. & Boisselier-Dubayle, M.C. 2001. Genetic structure of the saxicole *Pitcairnia geyskesii* (Bromeliaceae) on inselbergs in French Guiana. **American Journal of Botany** 88:861-868.

Sazima, M.; Buzato, S. & Sazima, I. 1995. Polinização de *Vriesea* por morcegos no sudeste brasileiro. **Bromélia** 2:29-37.

Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbird - pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. **Botanica Acta** **109**:149-160.

Sazima, I.; Vogel, S. & Sazima, M. 1999. Bat pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. **Plants Systematics and Evolution** **168**:167-179.

Sazima, M.; Buzato, S. & Sazima, I. 2000. Polinização por beija-flores em *Nidularium* e gêneros relacionados. In Leme E.M.C. *Nidularium: Bromélias da Mata Atlântica*. **Sextante Artes**, Rio de Janeiro, 190-195.

Sick, H. 1984. **Ornitologia Brasileira, uma introdução**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Siegel, S. & Castellani Junior, N.J. 1988. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. Cataloging in publication Data, NY.

Siqueira Filho, J.A. 1998. Biologia floral de *Hohenbergia ridley* (Baker) Mez. **Bromélia** **5** (1-4): 3-13.

Siqueira Filho, J. A. & Machado, I. C. S. 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica** **15**(3): 427-443.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3° ed. New York. W. H. Freeman and Company. 887p.

SOS Mata Atlântica. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. Acessado em 22 de outubro de 2007. On line. Disponível em: <http://www.sosmatlantica.org.br>.

Souza, D.A.S. 2004. **Ecologia reprodutiva de *Vriesea friburgensis* MEZ var. Paludosa (L. B. SMITH) L. B. SMITH (BROMELIACEAE), em área de restinga, no litoral sul de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina.

Smith, L.B. & Downs, R.J. 1974. Bromeliaceae (Pitcairnioideae). **FLORA Neotropica** Monograph. Hafner Press, NY, v.14, p.1-64.

Snow, D.W.; Snow, B. 1980. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra do Mar, southeastern Brasil. **El Hornero 12**: 286-296.

Snow, D.W. & Teixeira, D.L. 1982. Hummingbirds and their flowers in the coastal mountains of southeastern Brazil. **Journal für Ornithology 123** (4): 446-450.

Stiles, F. G. 1975. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. **Ecology 56**: 285-301.

Stiles, F.G.; Freeman, C.E. 1993. Patterns in floral néctar characteristics of some bird visited plant species from Costa Rica. **Biotropica 25**: 191-205.

Talora, D. C. & Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista brasil. Bot** 23:13-26.

Varadarajan, G. S. & Brown, K. 1988. Morphological variation of some floral features of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and their significance in pollination biology. **Botanical Gazette** 149(1): 82-91.

Varassin, I.G. & Sazima, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, nova série 11/12:57-70.

Vesprini, J. L.; Galetto, L.; Bernardello, G. 2003. The beneficial effect of ants on the reproductive success of *Dyckia floribunda* (Bromeliaceae), an extrafloral nectary plant. **Canadian Journal of Botany** 81: 24-27.

Vogel, S. 1969. Chiropterophile in der neotropischen Flora. Neue Mitteil. III. **Flora** 158: 289-323.

Vosgueritchian, S. B. & Buzato, S. 2006. Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. **Revista Brasileira de Botânica** 29(3): 433-442.

Wendt, T.; Canela, M.B.F.; Faria, A.P.G. & Rios, R.I. 2001. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bomeliaceae). **American Journal of Botany** 88:1760-1767.

Wendt, T.; Canela, M.B.F; Klein, D.E. & Rios, R.I. 2002. Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). **Plant Systematics and Evolution** 232:201-212.

WWF. Acessado em 21 de janeiro de 2008. On line. Disponível em: <http://www.wwf.org.br>.

Zanette, L.R.S.; Martins, R.P.; Ribeiro, S.P. 2005. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. **Landscape an Urban Planning** 71: 105-121.

NOTA CIENTÍFICA

CAPÍTULO 3 - Interação entre *Acromyrmex aspersus* (Hymenoptera: Formicidae) e as estruturas reprodutivas de *Dyckia encholirioides* var. *encholirioides* (Bromeliaceae).

Dentre as várias interações planta-animal em Bromeliaceae, são comuns estudos que exploram a relação entre as flores e seus visitantes. Informações detalhadas sobre atributos morfológicos florais e constituição química do néctar são encontradas (Varadarajan & Brown 1988, Bernardello *et al.* 1991), bem como sobre a utilização das inflorescências por animais que não polinizam, mas que afetam a interação planta-polinizador e o sucesso reprodutivo dos indivíduos (Vesprini *et al.* 2003). Diversas interações planta-animal se estabelecem em Bromeliaceae por estas fornecerem recursos e/ou condições favoráveis para diversas espécies animais (Benzing 2000).

As formigas do gênero *Acromyrmex* cortam partes dos vegetais e transportam os pedaços para os formigueiros, onde em câmaras especiais, o material é usado como meio de cultura de fungos que servirá principalmente à alimentação das larvas (Mariconi 1970). De acordo com Lopes (2005) a escolha de recursos pelas operárias dessas formigas cortadeiras também passa pelas características químicas e físicas das plantas à serem forrageadas, entre outros fatores que intrigam os pesquisadores e são a razão de muitos estudos.

Este estudo foi conduzido na RPPN Morro das Aranhas, na Praia do Santinho, localizada no município de Florianópolis, SC, com o objetivo de caracterizar a interação entre *Acromyrmex aspersus* e as estruturas reprodutivas de *Dyckia encholirioides*. Para observar a interação entre as formigas e as flores foi demarcada uma área com uma população de 250 indivíduos de *D. encholirioides*. As observações foram

realizadas no campo das 08:00 às 18:00h durante 4 dias. Foram analisados o comportamento e a frequência das formigas ao longo do dia. Para avaliar a influência de *Acromyrmex asperus* F. Smith, 1858, na taxa de frutificação de *D. encholirioides* foram marcadas dez inflorescências onde as formigas estavam forrageando e dez inflorescências sem a presença de formigas, sendo acompanhadas até a frutificação e dispersão.

Foram identificadas 4 espécies de formigas nas inflorescências de *D. encholirioides*: *Pseudomyrmex* sp., *Camponotus rufipes* Fabricius, 1775, *Camponotus* sp. e *Acromyrmex asperus* F. Smith, 1858.

As espécies *Pseudomyrmex* sp., *Camponotus rufipes* e *Camponotus* sp. foram observadas coletando apenas o néctar dos nectários extraflorais.

A espécie *Acromyrmex asperus* esteve presente nas inflorescências de *D. encholirioides* ao longo do dia com maior abundância de indivíduos entre as 09:00 e 14:00h (Figura 10). Observou-se que no pôr do sol as formigas ainda estavam ativas, porém não foram coletados dados no período noturno.

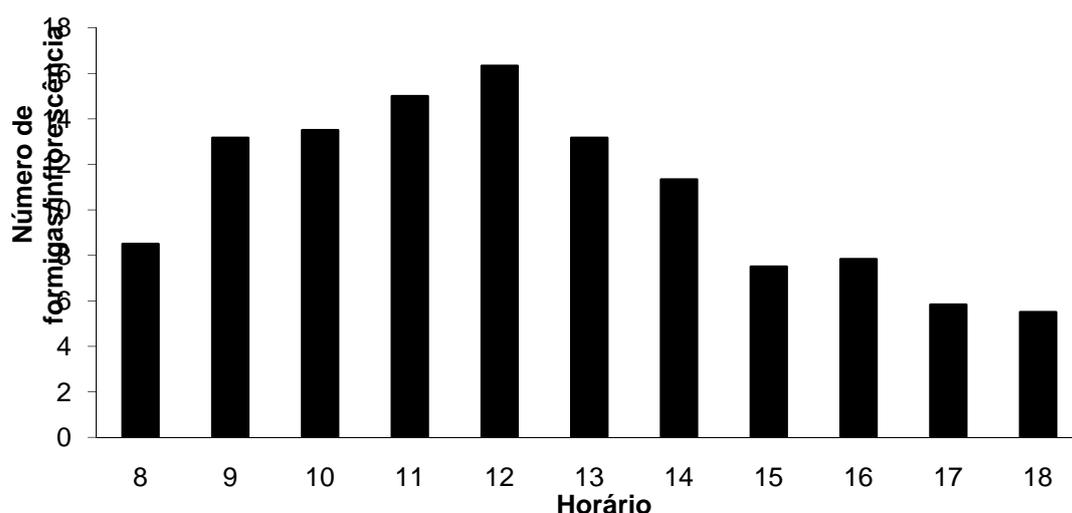


Figura 10: Frequência de *Acromyrmex asperus* ao longo do dia nas inflorescências de *Dyckia encholirioides*. Florianópolis, SC. 2007.

Durante o período analisado, a atividade de *A. aspersus* estava concentrada nas estruturas florais e em cada flor foram observados de um à cinco indivíduos, chegando a mais de 20 indivíduos por inflorescência. Dos 250 indivíduos de *D. encholirioides* amostrados, 22 tiveram suas inflorescências forrageadas por *A. aspersus*.

Durante o forrageamento sobre as flores de *D. encholirioides*, *A. aspersus* coletava o perianto, androceu, gineceu e frutos em desenvolvimento. Foram observadas formigas cortando e carregando as partes florais e descendo pelo escapo até a base da planta, de onde seguiam para sua trilha. Até 10 inflorescências foram forrageadas simultaneamente, porém, não foi possível localizar o ninho, nem saber quantos ninhos havia na área, devido à grande densidade de bromélias que dificultavam a visualização da trilha das formigas.

Na inflorescência há botões florais em vários estágios de desenvolvimento, mas o forrageamento de *A. aspersus* era independente do estágio floral, sendo observada a coleta tanto em botões florais abertos como nos botões ainda fechados.

Dos indivíduos marcados para avaliar a influência de *A. aspersus* na taxa de frutificação observou-se diferença significativa entre as inflorescências forrageadas e as não forrageadas ($F(4,41) = 93,92$; Tabela 5), sendo que em 50% das inflorescências forrageadas não houve formação de qualquer fruto.

Tabela 5: Taxa de frutificação de *Dyckia encholirioides* com e sem interação com *Acromyrmex aspersus*.

Grupo	N° de inflorescências	Taxa de frutificação %
Sem <i>Acromyrmex aspersus</i>	10	74,28
Com <i>Acromyrmex aspersus</i>	10	10,14

Em espécies vegetais é comum ocorrer a combinação entre dois modos de reprodução: via produção de sementes, normalmente envolvendo a fusão de gametas, e via propagação clonal (Richards 1997). Quando o recrutamento de indivíduos via produção de sementes é pequeno ou ausente, a propagação clonal pode ser suficiente para manter o crescimento populacional (Eriksson 1993, Silvertown *et al.* 1993). Segundo Benzing (2000), o ciclo de vida de espécies de Bromeliaceae geralmente é lento, sendo necessários vários anos para que um indivíduo se reproduza sexuadamente.

Uma vez que 9% dos 250 indivíduos amostrados tiveram sua taxa de frutificação alterada devido ao forrageamento de *A. aspersus* e em 50% das inflorescências acompanhadas não houve frutificação, há indícios para considerarmos essa interação como negativa para *D. encholirioides*. Em plantios de eucaliptos, o consumo foliar por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* em plantas adultas, não representou riscos de perdas consideráveis em volume de madeira (Antunes & Della Lucia 1999).

Dentre os insetos nocivos às florestas implantadas, as formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (quenquéns) são consideradas pragas-chave nesses agroecossistemas (Della Lucia 2003) e estão disseminadas em todo o território nacional (Loeck & Grutzmacher 2001). As formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* são responsáveis por grandes prejuízos à agricultura. Esses insetos se distinguem dos demais por atacarem ampla diversidade de vegetais, incluindo plantas ornamentais e cultivadas, reflorestamentos e pastagens (Augustin *et al.* 1999).

Mas ao considerarmos que pouco se sabe sobre o papel dessas formigas nesses ambientes naturais, seja como recicladoras de solo ou como modificadoras das características das comunidades vegetais (Lopes 2005), devemos ser cautelosos e aprofundar os estudos nessas áreas, já que no caso de *D. encholirioides* as partes florais

são recursos sazonais e não foi observado o forrageamento de *A. aspersus* em órgãos vegetativos.

REFERÊNCIAS

Augustin, E.; Loeck, A.; Storch, G.; Grützmacher, D.; Afonso, A. P. S.; Gusmão, L. G. 1999. Identificação de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera:Formicidae) através de isoenzimas. **Rev. Bras. de Agrociência** 5: 217-220.

Antunes, E. C.; Della Lucia, T. M. C. 1999. Consumo foliar em *Eucalyptus urophylla* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera-Formicidae). **Ciênc. e Agrotec.** 23: 208-211.

Benzing, D.H. 2000. **Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation**. Cambridge University Press, Cambridge.

Bernadello, L.M.; Galetto, L. & Juliani, H.R. 1991. Floral nectar, nectary structure and pollinators in some Argentinean Bromeliaceae. **Annals of Botany** 67:401-411.

Della Lucia, T.M.C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: Fernández, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p.342-349.

Eriksson, O. 1993. Dynamics of genets in clonal plants. **Trends in Ecology and Evolution** 8:313-316.

Loeck, A. E.; Grutzmacher, D. D. 2001. **Ocorrência de formigas cortadeiras nas principais regiões agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPel, 147p.

Lopes, B. C. (2005). Recursos vegetais usados por *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22 (2): 372–382.

Mariconi, F. A. M. 1970. **As Saúvas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 167 p.

Reitz, R. 1983. **Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica**. Ed. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí/SC.560p.

Richards, A. J. 1997. **Plant breeding systems**. London Unwin Hyman, London.

Silvertown, J.W.; Fraco, M.; Pisanty, I. & Mendoza, A. 1993. Comparative plant demography-relative importance of the life cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. **Journal of Ecology** 81:465-476.

Varadarajan, G.S. & Brown, G.K. 1988. Morphological variation of some floral features of the subfamily Pitcairnioideae (Bromeliaceae) and their significance in pollination biology. **Botanical Gazette** 149:82-91.

Vesprini, J. L.; Galetto, L. & Bernadello, G. 2003. The beneficial effect of ants on the reproductive success of *Dyckia floribunda* (Bromeliaceae), an extrafloral nectary plant.

Canadian Journal of Botany 81:24-27.