

**ASPECTOS DA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Drimys brasiliensis* Miers (WINTERACEAE)  
EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, SUL DO BRASIL**

**ASPECTS OF REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Drimys brasiliensis* Miers (WINTERACEAE) IN  
“FLORESTA OMBRÓFILA MISTA”, SOUTH OF BRAZIL**

Alexandre Mariot<sup>1</sup> Adelar Mantovani<sup>2</sup> Ricardo Bittencourt<sup>3</sup> Maurício Sedrez dos Reis<sup>4</sup>

**RESUMO**

*Drimys brasiliensis* Miers, conhecida como cataia ou casca-de-anta, é uma árvore nativa da Floresta Ombrófila Mista. Sua casca tem sido utilizada medicinalmente a partir da exploração de árvores em populações naturais. O objetivo deste trabalho foi a realização de estudos de biologia reprodutiva de *Drimys brasiliensis* visando fundamentar estratégias de exploração sustentável e conservação, possibilitando a geração de renda a partir da exploração deste recurso florestal não madeireiro. Foram realizados estudos de fenologia reprodutiva (296 árvores acompanhadas por 30 meses), ecologia de polinização e dispersão de sementes, e biologia floral. O período de florescimento ocorre durante o verão, com pico em janeiro. Frutos verdes estão presentes o ano inteiro, amadurecendo com o aumento das temperaturas. Ocorre uma sobreposição das fenofases fruto verde e fruto maduro oriundas de florescimentos de anos diferentes. Com isso, frutos maduros estão disponíveis o ano inteiro para a fauna. Os himenópteros são os visitantes florais com maior potencial de fluxo gênico via pólen, porém, a sua frequência é baixa, assim como a dos demais visitantes, apesar da alta produção de flores e da alta viabilidade dos grãos de pólen. Com isso, a alta produção de frutos observada é possivelmente decorrente da autofecundação. Os dispersores primários de frutos são raros, tendo sido observados pássaros. Entretanto, a dispersão secundária das sementes que chegam ao solo por barocoria é alta.

**Palavras-chave:** fenologia; polinização; dispersão de sementes; biologia floral.

**ABSTRACT**

*Drimys brasiliensis* Miers, locally known as “cataia” or “casca-de-anta”, is a native tree of “Floresta Ombrófila Mista”, in Brazil. Its bark has been used for medicine, through the exploitation of plants of natural populations. The present work aimed to study aspects of reproductive biology of *Drimys brasiliensis* in order to establish strategies for sustainable management and conservation, in order to generate alternative income from the exploitation of this non-timber forest product. Studies about reproductive phenology (296 plants during 2 years and a half), pollination and dispersal ecology, and floral biology were realized. The flowering season occurred the summer, with its peak in January. There are unripe fruits throughout the year, becoming ripe fruits as the temperature increases. There is a superposition of unripe and ripe fruit phenology from different flowering seasons. Ripe fruits are then, available for animals throughout the year. Hymenopteras are flower visitors with major potential for gene flow via pollen, but their frequency is low, like others flowers visitors, despite the high flowers production and pollen viability. Therefore, the highest fruit production which was seen comes from self-fecundation. The primary fruit dispersers are rare, birds

- 1 Engenheiro Agrônomo, Dr., Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis (SC), Brasil. alexandre\_mariot@yahoo.com.br
- 2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages (SC), Brasil. mantovani@cav.udesc.br
- 3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis (SC), Brasil. bittencourtr@gmail.com
- 4 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis (SC), Brasil. msreis@cca.ufsc.br

Recebido para publicação em 15/08/2011 e aceito em 13/05/2013

being observed. However, the secondary dispersal of seeds that reach the ground by barocory is high.

**Keywords:** phenology; polinization; seed dispersal, floral biology.

## INTRODUÇÃO

Os animais desempenham um grande papel na polinização e na dispersão das plantas tropicais (GRESSLER et al., 2006), tanto pelo consumo de pólen, néctar, frutos e sementes diretamente, quanto pelo consumo de folhagens e aderência em seus corpos (RIDLEY, 1930). O conhecimento da disponibilidade desses recursos para a fauna polinizadora e dispersora, assim como a identificação desses animais e de que forma o seu comportamento influencia os padrões de distribuição das espécies nos ambientes florestais, é de grande importância para o estabelecimento de estratégias de conservação e manejo das espécies vegetais em populações naturais nas florestas tropicais (FANTINI et al., 2002; REIS, 1996).

Uma estratégia para a obtenção de informações sobre a disponibilidade de recursos é através dos estudos fenológicos. Fenologia é o estudo das fases ou atividades do ciclo de vida das plantas ou animais e sua ocorrência temporal ao longo do ano, contribuindo para o entendimento dos padrões reprodutivos e vegetativos das plantas e dos animais que delas dependem (MORELLATO, 1995). A fenologia é um aspecto importante da biologia de populações, pois tem influência em muitos fatores de cada espécie e na dinâmica das interações interespecíficas, como a competição, herbivoria, polinização e dispersão (NEWSTROM et al., 1994).

Os padrões fenológicos podem variar dentro de uma espécie e entre os ecossistemas (NEWSTROM et al., 1994; MARIOT et al., 2003). Tal aspecto apresenta grande relevância no entendimento da estrutura genética de populações naturais de espécies tropicais, pois nestes ecossistemas os animais são os grandes responsáveis pelo fluxo gênico via pólen ou semente (BAWA, 1974; BAWA et al., 1985; WONG e VENTOCILLA, 1987; MORELLATO, 1995; IBARRA-MANRÍQUEZ e OYAMA, 1992; GRESSLER et al., 2006). A compreensão dos fatores que interferem na polinização de uma planta, como análise da viabilidade e longevidade do pólen, é condição essencial para poder avaliar o sucesso reprodutivo (KEARNS e YNOUE, 1993). A quantidade de pólen produzido por uma planta pode ser associada ao mecanismo de transferência

de pólen entre as plantas, pois plantas com eficiente mecanismo de transferência do pólen não necessitam produzir grandes quantidades de pólen (CRUDEN, 1977). Além disso, a quantidade e a composição genética dos grãos de pólen que são transportados influenciam a reprodução e o *fitness* das plantas (MATSUKI et al., 2008).

O declínio da fauna polinizadora responsável por este fluxo gênico, muitas vezes causado pela fragmentação florestal e perda de *habitats*, compromete o processo de polinização, representando grande perda de biodiversidade e de recursos econômicos pelo desaparecimento de muitos produtos florestais e cultivados (NABHAN e BUCHMANN, 1997; KEARNS et al., 1998). A conservação de ecossistemas naturais que garantam *habitats* para polinizadores é de fundamental importância para a preservação dos recursos genéticos de espécies que dependem destes agentes para a sua sobrevivência. Portanto, a conservação dos recursos genéticos, *in situ* ou *ex situ*, depende dos conhecimentos da fenologia e dos vetores de polinização e dispersão para a definição das estratégias de ação mais eficientes.

*Drimys brasiliensis*, conhecida como cataia ou casca-de-anta, é uma árvore nativa da Mata Atlântica, e suas cascas têm sido utilizadas medicinalmente, a partir da exploração de árvores em populações naturais. Porém, não existem estratégias de manejo de populações naturais sustentáveis desta espécie. Gottsberger et al. (1980) verificaram que *Drimys brasiliensis* floresce de junho a novembro, com o pico entre julho e setembro, e alguns indivíduos florescem em março. O desenvolvimento do fruto e seu amadurecimento ocorrem de agosto até janeiro ou fevereiro. Apenas em um curto período do ano a população não produz flores ou frutos. Porém, individualmente, do início do florescimento ao final da frutificação, o período é entre 5 e 6 meses. Esses mesmos autores verificaram que coleópteros foram os visitantes florais regulares, e que os pássaros foram dispersores das sementes.

Neste contexto, o presente trabalho procurou caracterizar a fenologia reprodutiva, a ecologia da polinização e da dispersão de sementes, e aspectos da biologia floral de *Drimys brasiliensis* Miers em populações naturais na Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária) do Estado de Santa

Catarina, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODO

### Áreas de estudo e espécie estudada

Os estudos foram conduzidos em quatro áreas localizadas no Município de Caçador - SC: Reserva Genética Florestal de Caçador (RGFC), Floresta Nacional de Caçador (FLONA), Fragmento Florestal-1 (FRAG-1) e Fragmento Florestal-2 (FRAG-2). Na Tabela 1 são apresentadas informações de cada área estudada.

*Drimys brasiliensis* é um arbusto, arvoreta ou árvore com até 20 m de altura, com folhas pecioladas, lâminas obovadas, oblongas ou elíticas, com até 14,3 cm de comprimento e 5,8 cm de largura, de ápice obtuso, arredondado ou emarginado, de margem plana ou revoluta, concolares ou não, pecíolos alados ou não, geralmente de 5 a 25 mm de comprimento. Suas inflorescências são terminais, raro axilares, longo pedunculadas, em geral, com 3 a 5 flores, algumas vezes até 6, pedúnculos alados ou não, de 18 a 60 mm de comprimento. Suas flores são brancas, pediceladas, com 2 sépalas, pétalas elíticas ou oblongas, e gineceu com 5 a 8 carpelos, raro 4 - 12. Floresce de julho a abril e frutifica a partir de outubro em Santa Catarina (TRINTA e SANTOS, 1997). *Drimys brasiliensis* apresenta autocompatibilidade, sendo polinizada por insetos e dispersa por pássaros (GOTTSBERGER et al., 1980). Os frutos de *Drimys brasiliensis* são múltiplos, livres, constituídos por frutíolos do tipo бага, indeiscentes, camáceos, polispérmicos,

as sementes são reniformes e têm dormência por imaturidade embrionária (ABREU et al., 2005).

### Fenologia Reprodutiva

De março de 2004 a agosto de 2006 foram monitoradas mensalmente 296 árvores reprodutivas de *Drimys brasiliensis* nos sítios florestais na FLONA e na RGFC (Tabela 1), empregando-se a metodologia descrita em Fournier e Charpentier (1975).

As fenofases foram divididas em botões florais, antese, frutos verdes e frutos maduros. Cada fenofase em cada árvore recebeu uma nota de 0 a 4, referente à porcentagem da copa da planta com a presença da fenofase (0 - ausência; 1 - 1-25%; 2 - 26-50%; 3 - 51-75%; 4 - 76-100%), segundo Fournier (1974). As avaliações foram realizadas com auxílio de binóculo.

A partir das avaliações foram construídos dendrofenogramas para a representação cronológica das características fenológicas, conforme descrito em Fournier (1976), e estimados os Coeficientes de Correlação de Spearman (rs) (ZAR, 1986) das frequências das fenofases com a média mensal das temperaturas (°C).

### Aspectos da biologia floral

Visando avaliar variações na taxa de frutificação foram marcados 552 botões florais na FLONA (207), na RGFC (150) e no FRAG-1 (195). Foram avaliadas as taxas de frutificação, isto é,

TABELA 1: Informações das áreas onde foram realizados estudos de *Drimys brasiliensis*: Reserva Genética Florestal de Caçador (RGFC), Floresta Nacional de Caçador (FLONA), Fragmento Florestal-1 (FRAG-1) e Fragmento Florestal- 2 (FRAG-2).

TABLE 1: Information about the áreas where the studies of *Drimys brasiliensis* were carried out: Reserva Genética Florestal de Caçador (RGFC), Floresta Nacional de Caçador (FLONA), Forest Fragment-1 (FRAG-1) and Forest Fragment-2 (FRAG-2).

| LOCAL  | COORDENADAS                    | ÁREA TOTAL (ha) | ÁREA ESTUDADA (ha) | ÁRVORES MONITORADAS | HISTÓRICO DE USO                                               |
|--------|--------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| RGFC   | 26°51'0,81"S<br>50°57'58,12"O  | 772             | 2                  | 70                  | Floresta primária                                              |
| FLONA  | 26°45'50,24"S<br>51°11'59,30"O | 270             | 1                  | 226                 | Regeneração natural sob reforestamento de araucária de 50 anos |
| FRAG-1 | 26°45'1,76"S<br>51°08'1,00"O   | 2               | 1                  | 16                  | Exploração silvipastoril                                       |
| FRAG-2 | 26°45'20,44"S<br>51°05'46,77"O | 5               | 1                  | 30                  | Exploração silvipastoril                                       |

número de frutos múltiplos formados em relação ao número de botões florais marcados, número de frutíolos total, média de frutíolos por fruto múltiplo, e número de sementes por frutíolo. Os resultados foram submetidos ao Teste Dunn (GOMES, 1990; ZAR, 1986) para verificar diferenças significativas entre as áreas de estudo.

Para verificar o período receptivo dos estigmas foi utilizado o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) sobre o estigma a cada 2 horas, durante o período diurno e noturno, em diversos estágios florais, desde flor em botão até o início da senescência das flores, em 10 flores.

Para verificar a viabilidade dos grãos de pólen foram coletadas 100 flores de 10 árvores (10 flores por árvore) e realizados testes de coloração utilizando carmim acético (5 campos de visão em 5 lâminas) e testes de germinação de grãos de pólen em solução aquosa com 1% de ágar em concentrações diferentes de açúcar (0, 10, 20, 30, 40 e 50%) (4 repetições para cada tratamento).

### Visitantes florais e dispersores

Foram realizadas 100 horas de observações durante o período de janeiro de 2005, e janeiro e fevereiro de 2006, coincidindo com o pico de florescimento, e 100 horas durante o período de frutificação da espécie ao longo dos anos de 2005 e 2006, visando identificar os visitantes florais e os consumidores primários de frutos. Os visitantes florais foram coletados para identificação (Laboratório de Entomologia – UFSC) com auxílio de rede entomológica e câmaras mortíferas, sendo conservados em álcool 70%, e os consumidores dos frutos observados, ambos com auxílio de binóculo. Foram instalados andaimes ao lado das árvores monitoradas. As observações foram realizadas na RGFC (61h – período diurno e noturno), na FLONA (13h – período diurno), no FRAG-1 (13h – período diurno) e no FRAG-2 (13h – período diurno), tanto para visitantes florais quanto para consumidores de frutos, distribuídos ao longo de vários dias.

Visando verificar a dispersão secundária dos frutos foram instalados três coletores de um metro quadrado (1 m x 1 m) sob três árvores reprodutivas (total nove amostras de 1 m<sup>2</sup>) na RGFC para verificar a chuva de frutos/sementes. Para verificar se esses frutos coletados eram dispersos secundariamente, foram selecionadas 10 árvores em reprodução nessa mesma área e, a partir do centro da projeção da copa, foram marcados quatro pontos equidistantes dois

metros do centro. Em cada ponto foram colocados 10 frutos, o que totalizou 400 frutos (10 plantas x 4 pontos/árvore x 10 frutos/ponto). Os dados foram analisados a partir de estatísticas descritivas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fenologia Reprodutiva

Os padrões fenológicos são muito semelhantes entre as áreas estudadas (Figura 1), apresentando poucas variações. A fenofase botão floral apresentou frequência anual, iniciando no mês de dezembro de cada ano, prolongando-se até janeiro (2005) e fevereiro (2006) na RGFC ou março (2004, 2005 e 2006) na FLONA.

O período de florescimento também apresentou frequência anual, iniciando em dezembro (2006) e janeiro (2005) na FLONA e em janeiro na RGFC (2005 e 2006), prolongando-se até janeiro (2005) e fevereiro (2004 e 2006) na FLONA e março (2005) e abril (2006) na RGFC. Estes resultados foram diferentes do período de florescimento verificado por Gottsberger et al. (1980) no Estado de São Paulo, que foi de junho a novembro, porém, semelhantes aos encontrados por Smith-Ramirez e Armesto (1994), que encontraram o pico de florescimento para a espécie em janeiro, no Chile.

A fenofase fruto verde apresentou frequência contínua nas duas áreas, ocorrendo sobreposição dessa fenofase entre os anos, ou seja, iniciou a produção de frutos verdes oriundos da floração do presente ano enquanto ainda existiam frutos verdes oriundos da floração do ano anterior (Figura 1). O mesmo ocorreu com a fenofase fruto maduro, que também apresentou frequência contínua, ocorrendo sobreposição das mesmas oriundas de frutos verdes produzidos em anos diferentes. É nesse período de desenvolvimento do fruto verde que o meristema vegetativo apical inicia novamente seu crescimento com intensa brotação, que tinha cessado no inverno. Portanto, *Drimys brasiliensis* oferece frutos maduros para a fauna dispersora ao longo de todo o ano, com pico em janeiro. Porém, ocorrem outros picos menores de amadurecimento dos frutos, como nos meses de agosto e setembro (Figura 1). Smith-Ramirez e Armesto (1994) verificaram o pico de frutificação para a espécie em fevereiro, no Chile.

Do início do florescimento ao final da frutificação, o período foi superior a 12 meses, superior aos seis meses encontrados por Gottsberger

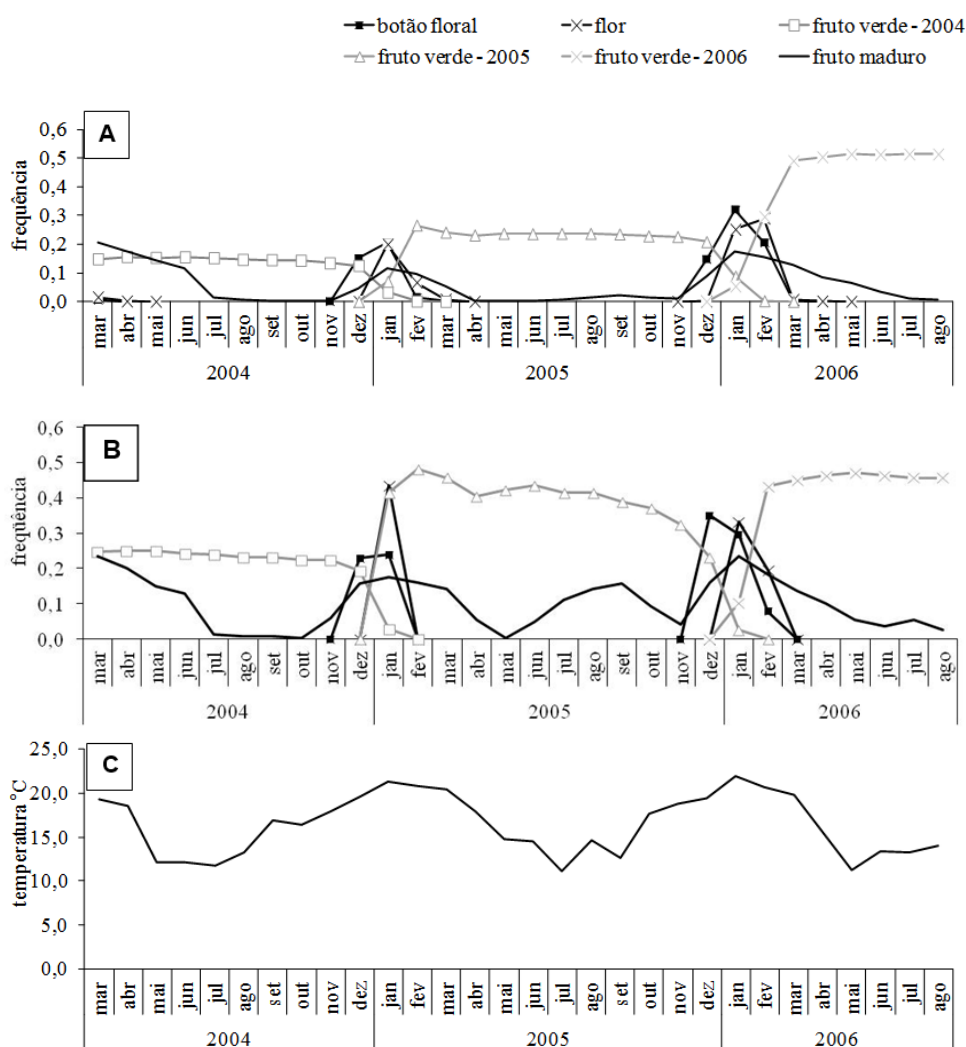


FIGURA 1: Fenologia reprodutiva de *Drimys brasiliensis* na Floresta Nacional de Caçador (A) e na Reserva Genética Florestal de Caçador (B), e temperaturas médias mensais (°C) (Fonte: Estação Experimental da Epagri – Caçador).

FIGURE 1: Reproductive Phenology of *Drimys brasiliensis* in ‘Floresta Nacional de Caçador’ (A) and in ‘Reserva Genética Florestal de Caçador’ (B), average monthly temperature (°C) (Source: Estação Experimental da Epagri – Caçador).

et al. (1980). Isso se deve, possivelmente, ao período diferenciado de florescimento verificado nesse trabalho e o desenvolvido em São Paulo. Na região de Caçador, o florescimento foi no verão, permanecendo a fenofase fruto verde durante todo o período de inverno, possivelmente devido às baixas temperaturas, para que após esta estação os frutos se desenvolvam e amadureçam, enquanto em São Paulo, devido às temperaturas mais altas, o florescimento ocorreu no inverno, sendo contínuo o desenvolvimento dos frutos, completando com o amadurecimento dos mesmos.

Apresentaram Correlação de Spearman

positiva significativa com a temperatura média mensal na FLONA e na RGFC, respectivamente, as frequências de árvores nas fenofases botão floral (0,80\*\* e 0,57\*\*), flor em antese (0,76\*\* e 0,51\*\*) e fruto maduro (0,38\* e 0,53\*\*), sendo que a fenofase fruto verde não apresentou correlação significativa com a temperatura média mensal (Tabela 2). Estes resultados corroboram as afirmações do parágrafo anterior.

A correlação positiva com a temperatura para a fenofase fruto maduro pode ser visualizada graficamente na análise conjunta da Figura 1. Durante o mês de agosto de 2005, as temperaturas

TABELA 2: Coeficientes de Correlação de Spearman para temperatura (°C) para as fenofases de *Drimys brasiliensis*. \* e \*\*: significativo estatisticamente ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

TABLE 2: Spearman's correlation coefficients for temperature for *Drimys brasiliensis* phenologies.

| ÁREA  | FENOFASE         | N  | SPEARMAN   |
|-------|------------------|----|------------|
| FLONA | botão floral     | 30 | 0,796933** |
|       | flor             | 30 | 0,762702** |
|       | fruto verde 2004 | 30 | -0,082919  |
|       | fruto verde 2005 | 30 | 0,232144   |
|       | fruto verde 2006 | 30 | -0,089402  |
|       | fruto maduro     | 30 | 0,379092*  |
| RGFC  | botão floral     | 30 | 0,569305** |
|       | flor             | 30 | 0,508113** |
|       | fruto verde 2004 | 30 | -0,126664  |
|       | fruto verde 2005 | 30 | 0,232586   |
|       | fruto verde 2006 | 30 | -0,085508  |
|       | fruto maduro     | 30 | 0,533697** |

foram atípicas para o inverno, ocorrendo aumento de temperatura, refletindo no amadurecimento de frutos em agosto e setembro, o que normalmente só ocorreria em dezembro. O mesmo aconteceu no ano de 2006, onde as temperaturas no inverno estão acima do normal, refletindo no início do amadurecimento dos frutos oriundos da última floração. Esse evento não ocorreu no ano de 2004, quando as temperaturas mantiveram o padrão normal. O evento pode ser mais claramente observado na RGFC, com altitude média de 950 m, com temperaturas médias superiores a FLONA, com altitude média em torno de 1.050 m.

### Biologia Floral

Em todos os estágios das flores em antese

e em todas as horas observadas, inclusive as noturnas, os estigmas estavam receptivos. O teste de coloração utilizando carmim acético indicou 100% dos grãos de pólen com viabilidade, superior ao valor encontrado por Gottsberger et al. (1980) para a espécie, que foi de 82%. No teste de germinação o melhor resultado foi alcançado no tratamento com concentração de 10% de sacarose, que alcançou 100% de germinação.

Os resultados para as taxas de frutificação não detectaram diferenças significativas entre as áreas para todos os parâmetros estimados (Tabela 3). A Frutificação média foi de 31,6%, variando de 25,1 a 35,3, o número médio de frutíolos por fruto múltiplo formado foi de 5,5, variando de 5,0 a 6,5, e o número médio de sementes por frutíolo foi de 3,0, variando de 2,7 a 3,6.

TABELA 3: Frutificação de *Drimys brasiliensis* nas áreas de estudo.

TABLE 3: *Drimys brasiliensis* fructification in study areas.

| Área   | nº botões | nº frutos formados | taxa de frutificação (%) | nº frutíolos | Média frutíolos / fruto | nº sementes / frutíolo |
|--------|-----------|--------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| RGFC   | 150       | 53                 | 35,3                     | 268          | 5,1                     | 2,8                    |
| FLONA  | 207       | 52                 | 25,1                     | 258          | 5,0                     | 3,6                    |
| FRAG 1 | 195       | 67                 | 34,4                     | 434          | 6,5                     | 2,7                    |
| Total  | 552       | 172                |                          | 960          |                         |                        |
| Média  |           |                    | 31,6                     |              | 5,5                     | 3,0                    |

### Visitantes florais e dispersores

A visitação em flores de *Drimys brasiliensis* é de baixa frequência considerando a quantidade de flores disponíveis, apesar da grande diversidade de espécies de visitantes observada (Tabela 4). Esses dados corroboram com Newstrom et al. (1994), que indicam que a estratégia de florescimento concentrado e em alta intensidade, como verificado para *Drimys brasiliensis*, atrai um grande número de polinizadores de diferentes grupos taxonômicos, fato esse também discutido por Weberling (2007) para as Winteráceas, assim como para outras angiospermas primitivas.

Os visitantes florais foram insetos (Tabela 4), que consumiram exsudatos estigmáticos e estaminais e pólen quando eram liberados das anteras, possivelmente atraídos pelos odores exalados pelas pétalas e pelos grãos de pólen (GOTTSBERGER et al., 1980). Foram verificadas, em vários momentos na FLONA, aranhas nas flores de cataia predando pequenas moscas, coleópteros e larvas, fato observado também por Gottsberger et al. (1980) para *Drimys brasiliensis*. Nenhum dano às flores de *Drimys brasiliensis* foi constatado devido aos visitantes florais.

As Ordens de insetos mais frequentes foram variáveis entre as áreas estudadas, ocorrendo também diferentes números de Ordens de insetos visitantes nas diferentes áreas estudadas: RGFC (6), FLONA (5), FRAG-1 (4) e FRAG-2 (5). Nas quatro áreas de estudos foram verificados insetos da ordem Thysanoptera em forma jovem visitando flores de *Drimys brasiliensis*, possivelmente em busca de pólen, como sugerem Proctor et al. (1996), com maior frequência na RGFC, onde todas as flores examinadas apresentavam pelo menos um indivíduo pertencente a esta Ordem. Insetos da ordem Hymenoptera foram mais frequentes na RGFC (44 visitas), seguidos por insetos das ordens Diptera (36 visitas) e Coleoptera (14 visitas), sendo Lepidoptera (6 visitas) e Hemiptera (2 visitas) as ordens menos frequentes. Na FLONA, a Ordem mais frequente foi Coleoptera (28 visitas), seguido por Diptera (15 visitas), sendo Hymenoptera e Lepidoptera menos frequentes (1 visita cada).

No FRAG-1, a Ordem mais frequente foi Diptera (20 visitas), seguido de Coleoptera (9 visitas) e Hymenoptera (3 visitas). No FRAG-2 a Ordem mais frequente foi Coleoptera (9 visitas), seguido por Diptera (8 visitas), Hymenoptera (6 visitas) e Hemiptera (2 visitas).

Amédia de visitantes por hora de observação foi variável entre os locais estudados, ocorrendo desde 1,7 visitantes/hora na RGFC até 3,5 visitantes/hora na FLONA. Porém, esses dados quantitativos não expressam o potencial de polinização desses visitantes.

Os insetos da ordem Coleoptera visualizados nas áreas geralmente permaneciam grandes períodos numa mesma flor, até mesmo dias, além de serem representados por indivíduos de pequeno porte, aparentemente não contribuindo significativamente para o fluxo de pólen. Insetos desta Ordem foram mais frequentes na FLONA, que por sua vez apresentou o maior valor para número de visitantes/hora de observação.

Matsuki et al (2008) verificaram para *Magnolia obovata*, através de análises genéticas, que pequenos coleópteros possuíam aderidos aos seus corpos, na sua maioria, grãos de pólen oriundos da planta que estavam visitando, contribuindo muito pouco para o fluxo de pólen, afetando negativamente a reprodução da espécie, e que a grande contribuição era dada por grandes coleópteros. Porém, esses insetos são citados como importantes polinizadores de plantas primitivas nos trópicos (PROCTOR et al. 1996), como *Drimys brasiliensis*. O mesmo ocorre com os trips jovens, atraídos pela cor branca das flores, mas que pelo seu pequeno tamanho e mobilidade, não são polinizadores significativos (PROCTOR et al. 1996).

Insetos das ordens Lepidoptera e Hemiptera, pelo comportamento e baixa visitação, não desempenham papel importante na polinização de *Drimys brasiliensis*. Insetos da ordem Diptera foram bastante frequentes nas áreas estudadas, buscando principalmente o consumo dos exsudatos estigmáticos, e, pelo seu comportamento e mobilidade, provavelmente desempenham papel importante na polinização de *Drimys brasiliensis*. Examinando-se flores de *Drimys brasiliensis* em lupa foram verificadas várias escamas de asas de Dípteras grudadas nos exsudatos dos estigmas, juntamente com grãos de pólen, mesmo em flores com anteras sem liberação de pólen, demonstrando o fluxo de pólen desempenhado por esse grupo de visitantes florais.

Porém, pelo seu comportamento e maior visitação na RGFC, área melhor conservada das quatro avaliadas, insetos da ordem Hymenoptera aparentemente desempenham o papel mais importante na polinização de *Drimys brasiliensis*. Os indivíduos pertencentes a esta Ordem, independente

TABELA 4: Número de visitantes florais de *Drimys brasiliensis* na Reserva Genética Florestal de Caçador (RGFC), Floresta Nacional de Caçador (FLONA), Fragmento 1 (FRAG-1) e Fragmento 2 (FRAG-2).

TABLE 4: Number of flower visitors of *Drimys brasiliensis* in ‘Reserva Genética Florestal de Caçador’ (RGFC), ‘Floresta Nacional de Caçador’ (FLONA), Fragment 1 (FRAG-1) and Fragment 2 (FRAG-2).

| Visitantes              | Áreas           |               |                |                |
|-------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
|                         | RGFC<br>61 h    | FLONA<br>13 h | FRAG-1<br>13 h | FRAG-2<br>13 h |
| Diptera                 | 36 (0,59/h)     | 15 (1,15/h)   | 20 (1,54/h)    | 8 (0,62/h)     |
| Syrphidae               | 16              | 2             | 10             | 1              |
| Bibionidae              | 13              | 9             | 6              | 2              |
| Drosophilidae           | 5               | 4             | 4              | 2              |
| Culicidae               | 1               |               |                |                |
| Tachinidae              | 1               |               |                |                |
| Simuloidea              |                 |               |                | 3              |
| Coleoptera              | 14 (0,23/h)     | 28 (2,15/h)   |                |                |
| Curculionidae           | 10              | 20            | 9 (0,69/h)     | 9 (0,69/h)     |
| Cantharidae             | 2               |               | 5              | 6              |
| Elateridae              | 2               | 7             | 1              |                |
| Califoridae             |                 | 1             | 3              | 3              |
| Hymenoptera             | 61 (1,00/h)     | 1 (0,08/h)    | 3 (0,23/h)     | 10 (0,77/h)    |
| Apidae                  | 23              |               |                | 1              |
| <i>Trigona spinipes</i> | 13              |               |                | 1              |
| <i>Plebeia sp.</i>      | 3               |               |                |                |
| <i>Apis mellifera</i>   | 7               |               |                |                |
| Halictidae              | 4               |               |                | 3              |
| <i>Augochlora sp.</i>   | 2               |               |                |                |
| <i>Dialictus sp.</i>    | 2               |               |                |                |
| <i>Sphenodes sp.</i>    |                 |               |                | 3              |
| Vespidae                | 5               | 1             | 2              |                |
| Formicidae              | 2               |               | 1              | 2              |
| Microhymenoptera        | 2 (0,03/h)      | 0 (0/h)       | 0 (0/h)        | 0 (0/h)        |
| Lepidoptera             | 6 (0,10/h)      | 1 (0,08/h)    | 0 (0/h)        | 0 (0/h)        |
| Hemiptera               | 2 (0,03/h)      | 0 (0/h)       | 0 (0/h)        | 2 (0,15/h)     |
| Thysanoptera            | ++ <sup>1</sup> | +             | +              | +              |
| TOTAL                   | 102             | 45            | 32             | 25             |
| MÉDIA                   | 1,7 / h         | 3,5 / h       | 2,5 / h        | 1,9 / h        |

<sup>1</sup>presença nas flores

da espécie, pousavam na flor e coletavam pólen objetivamente, com grande velocidade e mobilidade, passando por todas as partes da flor, repetindo esse movimento em várias flores de uma mesma árvore e entre árvores. Os insetos da ordem Hymenoptera visualizados chegavam às árvores observadas com as corbículas com grande quantidade de pólen.

O Hymenoptera com maior frequência foi *Trigona spinipes*, seguido por *Apis mellifera* e outros gêneros. Interessante verificar que apenas na RGFC uma grande diversidade de espécies de abelhas foi visualizada (pelo menos cinco espécies), enquanto no FRAG-2 apenas 2 espécies, e nenhuma espécie desta Ordem foi verificada nas demais áreas.

Gottsberger et al. (1980) verificaram que insetos da Ordem Hymenoptera eram visitantes acidentais em *Drimys brasiliensis* em São Paulo (Brasil).

Outro ponto interessante é a ocorrência de visitação de *Apis mellifera* em *Drimys brasiliensis* apenas na RGFC, apesar de todas as demais três áreas possuírem criação dessas abelhas bem próximas às árvores estudadas. Possivelmente, os recursos florais oferecidos por *Drimys brasiliensis* não são compensadores para este polinizador altamente especializado em produzir mel, principalmente pela não produção de néctar, apenas exsudatos estigmáticos, e pólen. Outro ponto a ser ponderado é que a *Apis mellifera* exclui as abelhas nativas

das áreas e é favorecida pela alteração de *habitats* (AIZEN, 2006), o que pode estar refletindo na baixa ou até mesmo ausência de visitação de *Drimys brasiliensis* por outros Hymenoptera. Além disso, a FLONA e os dois fragmentos estudados são áreas que apresentam o seu entorno altamente perturbado, com diminuição da cobertura natural pela conversão em ecossistemas agropecuários, como lavouras e plantio de espécies florestais exóticas, como *Pinus* sp. Pela diminuição dos recursos florais nessas áreas ocorre uma diminuição das populações das espécies de abelhas nativas, ainda mais com o aumento da densidade de *Apis mellifera* nas áreas para fins comerciais. Alguns gêneros, como Halictidae, são mais persistentes em ambientes alterados (PINHEIRO-MACHADO et al., 2006), como foi observado no FRAG-2 com a visitação de uma espécie do gênero *Sphecodes*, representando 50% das visitas dos Hymenoptera nesta área.

Apesar da baixa visitação de suas flores, *Drimys brasiliensis* apresenta alta taxa de frutificação, o que pode ser explicado pela sua autocompatibilidade e a ocorrência de flores no estágio feminino-masculino (GOTTSBERGER et al., 1980), favorecendo a autofecundação. Gottsberger et al. (1980) também cita o vento como possível agente polinizador de *Drimys brasiliensis*.

Aparentemente, *Drimys brasiliensis* não possui um polinizador especializado, pois suas flores abrem individualmente em diferentes horas do dia desde o amanhecer ao anoitecer, os órgãos sexuais são expostos e desprotegidos, e a flor permanece aberta por vários dias, sendo todos os insetos observados casuais visitantes de suas flores, atraídos pela sua coloração branca e odor de vanila, um odor considerado generalista.

Gottsberger et al. (1980) também citaram uma grande diversidade de visitantes florais em *Drimys brasiliensis* e que essa mesma diversidade deve ocorrer entre diferentes áreas geográficas, como foi observado no presente estudo. Os mesmos autores mencionam que as características morfológicas e fenológicas da espécie indicam uma forma de cantarofilia não especializada.

Apesar das Ordens encontradas neste trabalho serem praticamente as mesmas das encontradas por Gottsberger et al. (1980), quando são comparadas as famílias dentro das Ordens Diptera, Coleoptera e Hymenoptera há diferenças expressivas. Estes resultados reforçam a ideia de não especialização e favorecimento de grande diversidade de visitantes, além da diversidade até

mesmo entre as áreas estudadas, em função, entre outros aspectos, dos diferentes tamanhos das áreas e estágios sucessionais. A grande quantidade de flores por inflorescências presente em *Drimys brasiliensis* busca aumentar a atratividade dos polinizadores, pois evolutivamente, a redução da quantidade de flores por inflorescência chegando até mesmo a flores solitárias está relacionada com especialização árvore-polinizador. Essa baixa frequência de polinizadores e baixa especificidade pode estar associada evolutivamente na grande duração das flores para essa espécie, chegando a 11 dias (GOTTSBERGER et al., 1980).

*Drimys* é considerado um gênero originário da região Antártica, que vem migrando ao longo do tempo em direção ao Equador em busca de novos ambientes (BADER 1960). Segundo Gottsberger (1988), a frequente necessidade desta espécie de invadir novos ambientes pode ter impedido a evolução de polinizadores mais específicos, uma vez que nestes locais recentemente ocupados existe uma fauna de insetos própria. Desta forma, em alguns locais, os visitantes florais serão mais moscas, algumas vezes mais besouros, mais mariposas ou mais trips. Esta diversidade de visitantes florais variável entre as áreas acarreta em diferentes eficiências no fluxo gênico.

A FLONA apresentou os maiores valores para o número de sementes formadas por fruto múltiplo comparando com as demais áreas estudadas (3,6). Porém, os visitantes mais frequentes foram pequenos coleópteros, identificados por Matsuki et al. (2008) com pequeno potencial de fluxo gênico.

Os visitantes observados consumindo frutos maduros de *Drimys brasiliensis* foram pássaros. Nas 100 horas de observação apenas em três momentos foram visualizados esses consumidores, apesar da grande quantidade de frutos produzidos. Apenas uma das espécies de aves observada foi identificada: tuque (*Elaenia mesoleuca* – Família Tyrannidae, Ordem Passeriformes), mesma família de duas das quatro espécies de aves identificadas por Gottsberger et al. (1980) consumindo frutos de *Drimys brasiliensis* em São Paulo, entre eles o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*). As outras duas espécies observadas por Gottsberger et al. (1980) eram Traupíneos, entre elas o sanhaçu-frade (*Stephanophorus diadematus*), espécie também observada por Manhães (2003) consumindo frutos de *Drimys brasiliensis*. Os frutos maduros de *Drimys brasiliensis* não apresentam grande atratividade, possuindo polpa farinhenta e não apresentando

odor, o que resulta nesse baixo consumo de frutos diretamente na árvore (consumidores primários), apesar da grande disponibilidade.

Porém, os resultados dos experimentos de dispersão secundária demonstraram que a dispersão de frutos e sementes de *Drimys brasiliensis* ocorre em outros níveis. Após uma semana de avaliação nos coletores foi verificado que uma grande quantidade de frutíolos e sementes eram dispersas da árvore-mãe e chegava ao solo por barocoria, alcançando 122 frutos em um metro quadrado.

Nos pontos de deposição de frutíolos, após uma semana, dos 400 transpostos, 20 foram visualizados com sinais de predação, apresentando-se parcialmente consumidos, e 85 foram consumidos ou transportados do ponto de transposição. Em duas árvores não houve predação em nenhum ponto, enquanto que em outras duas árvores todos os pontos apresentaram ao menos um fruto parcial ou totalmente consumido.

Esses resultados indicam que a dispersão secundária pode ter papel importante na dispersão de *D. brasiliensis*. Esses dados corroboram com Gottsberger et al. (1980), que citam que apesar de serem visualizados pássaros consumindo frutos de *Drimys brasiliensis*, originalmente outros grupos de animais de solo, como alguns répteis provavelmente já extintos, eram os principais responsáveis pela dispersão de suas sementes, já que a ornitocoria é considerada uma estratégia moderna de dispersão, e *Drimys brasiliensis* é considerada uma espécie primitiva. Armesto et al. (2001) verificaram que poucos frutos disponíveis eram dispersos em *Drimys brasiliensis*, porém, esses frutos eram dispersos em vários ambientes florestais, sejam em clareiras, interiores ou bordas de floresta.

## CONCLUSÕES

Os estudos realizados neste trabalho possibilitaram o entendimento de diversos aspectos sobre a autoecologia de *Drimys brasiliensis*.

O florescimento ocorre durante o verão, com pico em janeiro. Frutos verdes estão presentes o ano inteiro, amadurecendo com o aumento das temperaturas. Ocorre uma sobreposição das fenofases fruto verde e fruto maduro, oriundas de florescimentos de anos diferentes. Com isso, frutos maduros estão disponíveis o ano inteiro para a fauna.

Os Hymenopteras são os visitantes florais com maior potencial de fluxo gênico via pólen,

porém, a sua frequência é baixa em *Drimys brasiliensis*, assim como das demais Ordens visitantes, apesar da alta produção de flores e da alta viabilidade dos grãos de pólen. Com isso, a elevada produção de frutos observada pode ser oriunda da autofecundação. Assim como os visitantes florais, os consumidores primários de frutos são raros, sendo observados pássaros, porém, a dispersão secundária das sementes, que chegam ao solo por barocoria, é alta.

Aparentemente, a fragmentação não afetou a capacidade reprodutiva da espécie. Porém, estudos adicionais caracterizando a taxa de cruzamento da espécie a partir do emprego de marcadores tornam-se necessários.

Os resultados obtidos neste trabalho, juntamente com outros relacionados a aspectos demográficos, genéticos e de exploração, possibilitarão o estabelecimento de estratégias de manejo sustentado para populações naturais de *Drimys brasiliensis*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A. et al. Caracterização morfológica de frutos e sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* MIERS. - WINTERACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 67-74, 2005.
- AIZEN, M. Habitat fragmentation, pollinator decline, and plant pollination. In: **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature** (P.G. Kevan. & V.L. Imperatriz-Fonseca). Brasília, MMA, 2006. p.317.
- ARMESTO, J. J. et al. Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforests of Chiloé Island, Chile. **Austral Ecology**, v. 26, p. 311-320. 2001.
- BADER, F. W. Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. **Nova Acta Leop**, v. 23, n. 148, p. 1-544. 1960.
- BAWA, K. S. Breeding systems of trees species of lowland tropical community. **Evolution**, v. 28, p. 85-92. 1974.
- BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H.; Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. 1. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 331-345. 1985.
- CRUDEN, E. W. Pollen-ovulo ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, p. 32-46. 1977.

- FANTINI, A. C. et al. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on the autecology of species. **Sellowia**, v. 42/44, p. 25-33. 1992.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 1, p. 422-423. 1974.
- FOURNIER, L. A., CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45-48. 1975.
- FOURNIER, L. A. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 96-97. 1976.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba, Nobel. 1990.
- GOTTSBERGER, G. The reproductive biology of primitive angiosperms. **Taxon**, v. 37, p. 630-643. 1988.
- GOTTSBERGER, G., SILBERBAER-GOTTSBERGER, I., EHRENDORFER, F. Reproductive Biology in the Primitive Relic Angiosperm *Drimys brasiliensis* (Winteraceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 135, p. 11-39. 1980.
- GRESSLER, E., PIZO, M. A., MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530. 2006.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G., OYAMA, K. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. **American Journal of Botany**, v. 79, n. 4, p. 383-394. 1992.
- KEARNS, C. A., INOUE, W. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University Press of Colorado, 1993.
- KEARNS, C. A., INOUE, D. W., WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, v. 29, p. 83-112. 1998.
- MANHÃES, M. A. Dieta de Traupíneos (Passeriformes, Emberizidae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 93, n. 1, p. 59-73. 2003.
- MARIOT, A., MANTOVANI, A., REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 5, n. 2, p. 1-10. 2003.
- MATSUKI, Y. et al. Pollination efficiencies of flowers-visiting insects as determined by direct genetic analysis of pollen origin. **American Journal of Botany**, v. 95, n. 8, p. 925-930. 2008.
- MORELLATO, P. C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO, P. C., eds. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: reserva de Santa Genebra**. Campinas: Ed. UNICAMP. 1995.
- NABHAN, G. P., BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: DAILY, G. C., ed. **Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems**. p. 133-150. 1997.
- NASON, J. D., HAMRICK, J. L. Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of neotropical canopy trees. **Journal of Heredity**, v. 88, p. 264-276. 1997.
- NEWTROM, L. E. et al. Diversity of long-term flowering patterns. Chapter 11. In: (McDADE, L. A.; BAWA, H. A.; HESPENHEIDE; HASTSHORN, G. S., eds. **La selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest**. University Chicago Press. Chicago, ILL. 1994. p. 142-160.
- PINHEIRO-MACHADO, C. et al. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: KEVAN, P. G., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: MMA, p. 317. 2006.
- PROCTOR, M., YEO, P., LACK, A. **The Natural History of Pollination**. Portland: Timber Press, 1996.
- REIS, M. S. Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais. In: DI STASI, L. C. **Plantas Medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo, UNESP. 1996. p. 199-215.
- RIDLEY, H. N. **The dispersal of plants throughout the world**. Ashford: L. Reeve & Co. 1930.
- SCHEMSKE, D. W. Breeding system and habitat effects on fitness components in three neotropical *Costus* (Zingiberaceae). **Evolution**, v. 37, n. 3, p. 523-539. 1983.
- SMITH-RAMÍREZ, C., ARMESTO, J. J. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile – ecologies and climatic constraints. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 353-365. 1994.
- TRINTA, E. F., SANTOS, E. **Flora Ilustrada Catarinense: Winteráceas**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 1997.
- WEBERLING, F. The problem of generalized flowers: morphological aspects. **Taxon**, v. 56, n. 3, p. 707-716. 2007.

WONG, M., VENTOCILLA, J. **Un día en la isla de Barro Colorado, Panama:** guía para el sendero natural interpretativo de la isla. Smithsonian

Tropical Research Institute, 1987. 135 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** New Jersey: Prentice-Hall, 1986.