Fenologia reprodutiva, polinização e frutificação de *Heliconia spathocircinata* Aristeg. (Heliconiaceae) em fragmento de Floresta Atlântica do município do Rio de Janeiro

Caio César Corrêa Missagia*

Fábio de Castro Verçoza

PPG em Ciências Ambientais – Fundação Técnico Educacional Souza Marques
Avenida Ernani Cardoso, 335, CEP 21310-310, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

*Autor para correspondência
caiomissagia@gmail.com

Submetido em 30/11/2010

Aceito para publicação em 02/07/2011

Resumo

Apresentam-se aspectos da fenologia e da biologia reprodutiva de *Heliconia spathocircinata* Aristeg. em áreas de borda e interior de um fragmento de Floresta Atlântica no município do Rio de Janeiro, Brasil. Quatro parcelas de 10x10m foram delimitadas, duas na borda e duas no interior da mata, e indivíduos de *H. spathocircinata* foram monitorados de junho de 2009 a junho de 2010. As observações foram realizadas das 6h00min às 18h00min, semanalmente em dezembro e janeiro, e quinzenalmente no restante da floração. *Heliconia spathocircinata* floresceu entre novembro e março e seus frutos encontravam-se maduros dois meses após a polinização, não havendo diferença significativa entre borda e interior com relação ao período de floração e frutificação. A proporção flores-frutos foi em média 66,6% no interior e 27% na borda da mata, uma diferença considerável. Machos do beija-flor *Thalurania glaucopis* Gmelin, e em menor grau, fêmeas dessa espécie, corresponderam aos polinizadores mais frequentes na área avaliada, tanto borda quanto interior. Outras espécies identificadas como polinizadores foram: *Phaethornis ruber* L., *Ramphodon naevius* Dumont, *Eupetomena macroura* Gmelin e *Amazilia fimbriata* Gmelin. Destas, apenas *P. ruber* foi encontrado nos dois ambientes.

Palavras-chave: Beija-flores, Ecologia vegetal, Vetores de polinização

Abstract

Reproductive phenology, pollination, and fructification of *Heliconia spathocircinata* Aristeg. (Heliconiaceae) in an Atlantic Rain Forest fragment in Rio de Janeiro City. Aspects of phenology and reproductive biology of *Heliconia spathocircinata* Aristeg. in border and interior areas of an Atlantic Rain Forest fragment in Rio de Janeiro City, Brazil, are presented. Four plots of 10x10m were delineated, two on the edge and two inside the forest, and individuals of *H. spathocircinata* were monitored from June 2009 to June 2010. The observations were carried out from 6 a.m. to 6 p.m. once a week on December and January, and fortnightly the rest of flowering. *Heliconia spathocircinata* bloomed between November and March and the fruits were ripe two months after pollination, and there was no significant difference between edge and interior with regard to the period of flowering and fruiting. The fruit-flower ratio averaged 66.6% in the interior and 27% within the forest edge, a considerable difference. The male hummingbirds *Thalurania glaucopis* Gmelin, and to a lesser extent, female birds of this species, were the most frequent pollinators in the area evaluated, both edge and interior. Other species were identified as pollinators: *Phaethornis ruber* L., *Ramphodon naevius* Dumont, *Eupetomena macroura* Gmelin, and *Amazilia fimbriata* Gmelin. Of these, only *P. ruber* was found in both environments.

Key words: Hummingbirds, Plant ecology, Pollination vectors

Introdução

A Floresta Atlântica é um dos biomas brasileiros que sofre maior degradação, sendo considerado o mais ameaçado por sua relevante diversidade e elevado grau de endemismos. A fragmentação de ambientes é um dos seus maiores problemas (VIANA; PINHEIRO, 1998; FORTUNATO; QUIRINO, 2009). Um dos efeitos causados pela fragmentação de áreas naturais é a formação de bordas (SEOANE et al., 2000). Próximo das bordas, os fragmentos florestais apresentam características peculiares, como maiores temperaturas, menor umidade no solo, maior luminosidade e maior incidência de vento, ausência de polinizadores, entre outras (CARA, 2006; FORTUNATO; QUIRINO, 2009), assim espécies tolerantes à sombra deixam de existir em bordas e atuam nesta área apenas espécies pioneiras, ocorrendo um obstáculo na regeneração do ambiente, um fenômeno denominado efeito de borda. A dinâmica de comunidades florestais é fortemente influenciada pelo efeito de borda, sendo de extrema importância o entendimento sobre seus impactos na biologia reprodutiva das comunidades vegetais (LAURANCE; YENSEN, 1991). Informações sobre o mutualismo flor-polinizador oferecem subsídios essenciais para o manejo ecológico de espécies, recuperação de áreas degradadas de florestas e restabelecimento de conectividade nos corredores ecológicos (FRANKE et al., 2005).

Heliconiaceae Nakai é uma das famílias de representantes herbáceos especialmente representativa do sub-bosque da Floresta Atlântica. O único gênero que engloba, *Heliconia* (L.) L. inclui plantas herbáceas, perenes, apresentam pseudocaule, e possuem inflorescências tirsiformes, sendo que cada inflorescência parcial correspondendo a um cíncino (ANDERSSON, 1998). Seus principais polinizadores são morcegos nos paleotrópicos e beija-flores nos neotrópicos (BERRY; KRESS, 1991).

Nesta perspectiva, visando contribuir para o melhor entendimento do efeito da fragmentação sobre os processos biológicos, apresentam-se resultados da análise comparativa entre a floração, aspectos relacionados à polinização (frequência de visitas e comportamento dos polinizadores, partilha interespecífica de polinizadores e

visitantes florais pilhadores) e a frutificação de *Heliconia spathocircinata* Aristig. entre áreas de borda e interior de mata de um fragmento de Floresta Atlântica.

Material e Métodos

Área de estudo

A área escolhida para o estudo foi um fragmento vegetacional localizado cerca de 150m acima do nível do mar, no Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB). Esta unidade de conservação distribui-se por 12.500ha, compreendendo todas as encostas localizadas acima da cota de 100m de altitude, entre as coordenadas: 22°50' e 23°15'S, 43°20' e 43°40'O (COSTA; SILVA, 2004). A vegetação no PEPB corresponde a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992), sendo o local estudado constituído por Floresta Ombrófila Densa Submontana. O clima da região, segundo a divisão de Köppen, é do tipo Af. A altura média pluviométrica da região é de 1.187mm, com deficiência hídrica episódica nos meses de julho a outubro. A média anual das temperaturas médias máximas mensais é 26,1°C, e das médias mínimas mensais, 20°C (OLIVEIRA, 2005).

Procedimentos

Para determinar o período de floração e os polinizadores foram delimitadas na área de estudo quatro parcelas de 10x10m, em cada parcela oito indivíduos (cada indivíduo corresponde a uma inflorescência) de *H. spathocircinata* foram selecionados aleatoriamente, marcados com fita plástica na base do pecíolo e monitorados (MISSAGIA; VERÇOZA, 2009) no período entre junho de 2009 e junho de 2010. Em função da disponibilidade do pesquisador as observações ocorreram mensalmente no período vegetativo e quinzenalmente no período de floração, em cada uma das quatro parcelas, e no período compreendido entre dezembro e janeiro cada parcela foi monitorada semanalmente. A distância entre as parcelas aproxima-se de 1km cada.

Para analisar a atividade dos visitantes florais, durante a época de floração as observações foram realizadas no horário compreendido entre 06h00min

e 18h00min, com intervalos nos 10min finais de cada hora de observação, totalizando 36 dias, ou 432h de observação. Por ser um ambiente sobre processo de regeneração (SANTOS, 2006), optou-se por estabelecer duas parcelas na borda e duas no interior da mata, verificando se a diferença entre os dois ambientes influencia na floração, nas espécies de polinizadores e/ou na taxa de visitação dos polinizadores, conforme metodologia proposta por Missagia e Verçosa (2009). Foram consideradas áreas de borda locais com menor cobertura de dossel, maior presença de spp. invasoras e maior atividade antrópica, em relação a áreas de interior. Foi registrado o número de brácteas por inflorescência, quantidade de flores (evidenciados pelos pedicelos que perduram mesmo em caso de não fecundação), o período de receptividade do estigma com o auxílio de peróxido de hidrogênio e lente de aumento (ZEISLER, 1938) e quantidade de frutos maduros. Para identificar se há autopolinização espontânea, as inflorescências de mais 10 indivíduos (cinco na borda e cinco no interior) foram ensacadas ainda em formação, impedindo o contato do polinizador com a flor (DAFNI, 1992). Espécies ornitófilas ocorrentes no interior das parcelas monitoradas foram identificadas e sua fenologia reprodutiva investigada através de observações mensais.

Os polinizadores foram observados em relação ao posicionamento ao explorar as flores da inflorescência, o período, frequência e taxa (número de visitas/horas de observação) das visitas (ARIZMENDI; ORNELAS, 1990; BUZATO, 1995). Os polinizadores foram classificados como visitantes legítimos, quando ao visitar a flor contatavam o estigma e as anteras; e ilegítimos, quando não havia esse contato. Também foi verificado o modo de forrageio adotado: territorial, linhas de captura ou parasita de território (LINHART, 1973; STILES, 1975). Também foi observada a ocorrência de visitantes florais pilhadores de pólen, néctar e tecidos florais. Foram elaborados gráficos com a frequência média das visitas dos polinizadores à *H. spathocircinata* nas quatro parcelas.

Para que a presença do pesquisador não interferisse na taxa de visitação dos animais, foi utilizada roupa camuflada própria para “birdwatch”, mantendo

distância mínima de 5m dos indivíduos de *H. spathocircinata* para o ponto fixo de focal, utilizando binóculos 8x40mm ou à vista desarmada, e quando possível registro por câmera fotográfica. Os beija-flores foram identificados através de fotografias comparadas com literatura (GRANTS AU, 1989; SICK, 1997), em espécies com dimorfismo sexual aparente, machos e fêmeas foram considerados separadamente. Cada visita a inflorescência foi considerada como somente uma visita, independente do número de flores visitadas.

A quantidade de flores e frutos maduros dos indivíduos monitorados nas áreas de borda e de interior foi correlacionada utilizando o Coeficiente de Correlação de Pearson.

Resultados

Biologia floral e fenologia reprodutiva

A floração dos 32 indivíduos monitorados teve início de forma bastante sincronizada.

Dos 16 indivíduos monitorados na borda, 14 floresceram em dezembro e janeiro e dois indivíduos permaneceram em flor até fevereiro.

Já os 16 indivíduos monitorados no interior, 13 floresceram em dezembro e janeiro e três indivíduos permaneceram em flor até fevereiro.

Foram encontradas duas colorações de inflorescências de *H. spathocircinata* no local, sendo uma com inflorescência amarelo-avermelhada (Figura 1a) e a outra com a inflorescência vermelha (Figura 1b). As flores possuem cinco estames, um estaminódio, um estigma, coloração amarelada e não apresentam odor.

Na borda e interior, o período de receptividade do estigma (diurno) foi de um dia (07h00min às 18h00min), sendo que apenas uma flor por indivíduo foi encontrada aberta. No final do dia a flor que esteve em antese adquire coloração terrosa, podendo se soltar da inflorescência ou permanecer no interior da bráctea. A cada dia, ou em um intervalo de dois ou três dias, uma nova flor substitui a flor anterior (em cada bráctea da inflorescência).

FIGURA 1: Indivíduos de *Heliconia spathocircinata* em flor no Parque Estadual da Pedra Branca, bairro Vargem Grande, Rio de Janeiro, Brasil. a) Coloração de inflorescência amarelo-avermelhada; b) coloração de inflorescência vermelha.

Indivíduos não monitorados ocorrentes nas proximidades dos dois ambientes foram presenciados florescendo no período compreendido entre o final de novembro e o início de abril. Foi considerado neste trabalho como período de floração (Tabela 1), a partir do momento que a inflorescência apresentou sua primeira flor em antese, até a última flor em antese. Os frutos levam aproximadamente dois meses para se formarem (Tabela 1). Quando maduros apresentam coloração azulada ou roxa, podendo se desprender ou não da infrutescência. Contando com o período de frutificação suas inflorescências-infrutescências podem chegar a durar mais de cinco meses. Evidenciou-se como bastante comum a presença de flores e frutos no mesmo cíncino.

Não foi observada autopolinização em flores das 10 inflorescências submetidas ao experimento.

Polinizadores

Borda

Foram observadas quatro espécies de beija-flor visitando legitimamente as inflorescências de *Heliconia spathocircinata* na borda, os Trochilinae: *Thalurania glaucopis* Gmelin (machos e fêmeas), *Amazilia fimbriata* Gmelin e *Eupetomena macroura* Gmelin; e o Phaethornithinae: *Phaethornis ruber* L. O pico das visitas ocorreu às 09h00min, 10h00min e 11h00min (Figura 2). Também realizaram frequentes visitas no final da tarde, entre 15h00min e 16h00min.

Thalurania glaucopis machos (Figura 4a) correspondem ao polinizador com maior taxa de visitação (Tabela 2) nas parcelas de borda ($T = 2,19$ e $T = 2,58$), seguido por fêmeas da mesma espécie ($T = 1,4$ e $T = 1,62$). O Terceiro polinizador com maior taxa de visitação foi *P. ruber* ($T = 0,5$ e $T = 1,07$). *Eupetomena macroura* foi o quarto polinizador, tratando-se da taxa de visitação ($T = 1,16$ e $T = 1,15$). O beija-flor com a menor taxa de visitação foi *Amazilia fimbriata* ($T = 0,08$ e $T = 0,07$).

TABELA 1: Floração e frutificação de *Heliconia spathocircinata* entre junho de 2009 e junho de 2010, em áreas de borda e interior de mata, no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. X = indivíduos monitorados, O = indivíduos avistados nas proximidades.

Atributos	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Flor	X	X	O	O							O	X
Fruto verde	X	X	X	O	O							O
Fruto maduro	O	X	X	X	O	O

FIGURA 2: Frequência média de visitas por hora dos polinizadores às flores dos indivíduos de *Heliconia spathocircinata* monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 em áreas de borda de mata no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro.

TABELA 2: Taxa da visitação (T = visitas/horas) e comportamento dos polinizadores de indivíduos de *Heliconia spathocircinata* monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. Te = territorial, LC = linhas de captura, PT = parasita de território.

Espécie	Borda 1	Borda 2	Interior 1	Interior 2	Comportamento
<i>T. glaucopis</i> (macho)	T = 2,19	T = 2,58	T = 3,6	T = 2,81	Te
<i>T. glaucopis</i> (fêmea)	T = 1,4	T = 1,62	T = 1,49	T = 1,67	LC, PT
<i>P. ruber</i>	T = 0,5	T = 1,07	T = 1,15	T = 1	LC, Te
<i>R. naevius</i>			T = 0,27	T = 0,25	LC
<i>E. macroura</i>	T = 0,16	T = 0,15			PT
<i>A. fimbriata</i>	T = 0,08	T = 0,07			LC

Interior

Foram observadas três espécies de beija-flor realizando visitas legítimas no interior: *T. glaucopsis* (machos e fêmeas), *P. ruber* e o Phaethornithinae *Ramphodon naevius* Dumont. O pico das visitas ocorreu às 10h00min (Figura 3). Os beija-flores também realizaram frequentes visitas no final da tarde, entre 15h00min e 16h00min.

Thalurania glaucopsis machos (Figura 4a) correspondem ao polinizador com maior taxa de visitação ($T = 3,6$ e $T = 2,81$), seguidos por fêmeas da mesma espécie ($T = 1,49$ e $T = 1,67$). *Phaethornis ruber* foi o terceiro polinizador com maior taxa de visitação ($T = 1,15$ e $T = 1$). O polinizador com menor taxa de visitação foi *R. naevius* ($T = 0,27$ e $T = 0,25$).

Comportamento

Thalurania glaucopsis machos, assim como as fêmeas, apresentaram comportamento semelhante na borda e interior. Realizaram visitas durante o vôo, pairando de frente ou acima da flor, bem como quase paralelamente a bráctea de maneira que seu corpo forma um ângulo de 45° com o eixo da bráctea da flor visitada (se visto de cima para baixo), inclinando o crânio para o lado, compensando sua posição. De maneira menos frequente, machos e fêmeas também realizaram visitas pousados nas brácteas das inflorescências. *Thalurania glaucopsis* machos constantemente se mantiveram nas proximidades dos indivíduos monitorados na borda e interior, empoeirados em arbustos nos intervalos entre seus forrageios, geralmente nos mesmos galhos

FIGURA 3: Frequência média de visitas por hora dos polinizadores às flores dos indivíduos de *Heliconia spathocircinata* monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 em áreas de interior de mata no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro.

e exercendo função territorial intraespecífica contra machos, através de vocalização e investidas agonísticas que repelem o invasor das flores em seu território. Estas investidas são seguidas de rondas de baixo ganho (com poucas visitas). Não foi observado comportamento territorial de *T. glaucopsis* machos contra fêmeas de sua espécie, bem como em relação à Phaethornithinae. Já contra os Trochilinae *Eupetomena macroura* e *Amazilia fimbriata* foram realizadas investidas agonísticas. Geralmente *T. glaucopsis* leva vantagem sobre *A. fimbriata*, enquanto que leva desvantagem nas disputas com *E. macroura*.

Fêmeas de *T. glaucopsis* não apresentaram comportamento territorial contra outras fêmeas e machos de sua espécie, ou contra nenhuma espécie, tanto na borda quanto no interior, e seu comportamento pode ser caracterizado como linhas de captura e/ou parasita de

território (Tabela 2), pois demonstraram utilizar recursos do território dos machos de sua espécie.

Phaethornis ruber (Figura 4c) visitou poucas flores por inflorescência (uma ou duas) na borda e interior, mas sempre visitando diversos indivíduos e pairando de frente a flor, nunca pousado nas brácteas. *Phaethornis ruber* foi constantemente observado exercendo função territorial intraespecífica ignorando as demais espécies de beija-flor encontradas no local, porém se ausentando por períodos longos, exibido então comportamento territorial, bem como linhas de captura.

Ramphodon naevius (Figura 4d) visitou de uma a três vezes por dia as flores dos espécimes monitorados no interior, porém forrageando todas as flores da inflorescência por visita, diferentemente das outras espécies monitoradas. Seu posicionamento durante as visitas foi semelhante à *T. glaucopsis* diferindo somente

FIGURA 4: Polinizadores dos indivíduos de *Heliconia spathocircinata* monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. a) *Thalurania glaucopsis* macho; b) *Thalurania glaucopsis* fêmea; c) *Phaethornis ruber*; d) *Ramphodon naevius*; e) *Eupetomena macroura*; f) *Amazilia fimbriata*.

por não realizar visitas pousado nas brácteas. Não foi observado comportamento territorial nesta espécie, sendo incluído em linhas de captura.

Eupetomena macroura (Figura 4e) foi observado em poucas visitas (uma ou duas por dia) e somente na borda da mata. Durante suas visitas, percorreu duas ou três inflorescências, posicionando-se semelhantemente à *T. glaucopis*. *Eupetomena macroura* realizou investidas contra *T. glaucopis* somente durante suas visitas, não tendo permanecido próximo ao local e não tendo realizado diversas visitas por dia, não caracterizando um comportamento territorial, possivelmente agindo como parasita de território.

Amazilia fimbriata (Figura 4f) realizou poucas visitas na borda, posicionou-se durante as visitas de forma semelhante à *P. ruber*, não exibiu comportamento territorial e pode ser incluído em linhas de captura.

Visitantes florais pilhadores

A cada dia de observação foi possível visualizar representantes de diversas ordens de Insecta visitando ilegitimamente flores de *H. spathocircinata*. Diferentes espécies de Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Lepidoptera.

Borda

Hemípteros, coleópteros (Figura 5a) e himenópteros (Formicidae) realizaram herbivoria em tecidos das

flores e inflorescências. Abelhas pequenas (Figura 5b) constantemente pilharam pólen durante toda a manhã nas quatro parcelas, abelhas maiores foram observadas pilhando néctar e pólen ao longo de todo dia. Lepidópteros realizaram poucas visitas e pela manhã. Uma espécie de díptero (Figura 5c) foi observada constantemente nas flores e brácteas dos indivíduos monitorados.

Interior

O interior apresentou a mesma diversidade de insetos que a borda, principalmente dípteros. Aparentemente não houve diferença entre os visitantes pilhadores da borda e interior.

Partilha interespecífica por polinizadores

Borda

Heliconia bihai (L.) L. possui espécimes em flor o ano todo, com dois picos na floração durante o ano: março-abril e setembro-novembro. Esta espécie atraiu os mesmos beija-flores que *H. spathocircinata* e foi encontrada nas duas parcelas de borda.

Interior

Dahlstedtia pinnata (Benth.) Malme. (Fabaceae) apresenta floração sobreposta à de *H. spathocircinata*, ocorrendo de novembro até o final de janeiro. Esta planta somente não atraiu machos de *T. glaucopis*. Com

FIGURA 5: Visitantes florais pilhadores de indivíduos de *Heliconia spathocircinata*, monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. a) Coleóptero; b) Abelha pequena; c) Díptero encontrado com frequência nas flores dos indivíduos monitorados.

exceção de machos de *T. glaucopsis*, esta espécie atraiu os mesmos beija-flores que *H. spathocircinata* e somente foi encontrada em uma parcela de interior (interior 2).

Frutificação

Borda

Os indivíduos de borda apresentaram inflorescências menores (Tabela 3a), com número menor de brácteas (média 5,12 e 5,62; desvio padrão 0,99 e 0,74), flores (média 63,75 e 77; desvio padrão 10,63 e 8,66) e frutos maduros (média 19,5 e 18,5; desvio padrão 4,1 e 3,89). A correlação entre o número de flores e de frutos maduros

nas parcelas de borda foi positiva e forte para ambas ($p = 0,77$ e $p = 0,70$). Entre as duas parcelas de borda foi negativa fraca ($p = -0,22$) para flores e positiva moderada para frutos maduros ($p = 0,65$). A proporção entre a média do número de flores e frutos maduros foi menor na borda em relação ao interior, com média de 27% das flores chegando a formar frutos maduros (Figura 6a).

Interior

Os indivíduos de interior (Tabela 3b) apresentaram inflorescências maiores, com número maior de brácteas (média 7,62 e 8,12; desvio padrão 1,4 e 1,24), flores (média 97,62 e 105,37; desvio padrão 17,44 e 16,74)

TABELA 3: Total, média, desvio padrão e variância de brácteas, flores e frutos maduros dos indivíduos de *Heliconia spathocircinata*, monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. a) Borda 1 e Borda 2; b) Interior 1 e Interior 2.

a)						
Borda 1				Borda 2		
Indivíduos monitorados	Brácteas	Flores	Frutos maduros	Brácteas	Flores	Frutos maduros
Indivíduo 1	6	72	24	6	79	22
Indivíduo 2	5	65	17	5	71	15
Indivíduo 3	5	69	18	5	69	12
Indivíduo 4	4	48	12	5	77	16
Indivíduo 5	7	82	25	6	73	21
Indivíduo 6	4	56	19	5	68	18
Indivíduo 7	5	57	21	6	87	21
Indivíduo 8	5	61	20	7	92	23
Média	5,12	63,75	19,5	5,62	77	18,5
Variância	0,98	113,07	16,85	0,55	75,14	15,14
Desvio Padrão	0,99	10,63	4,1	0,74	8,66	3,89

b)						
Inter. 1				Inter. 2		
Indivíduos monitorados	Brácteas	Flores	Frutos maduros	Brácteas	Flores	Frutos maduros
Indivíduo 1	8	93	62	9	119	72
Indivíduo 2	8	97	66	8	105	68
Indivíduo 3	9	125	73	9	121	73
Indivíduo 4	8	91	69	10	132	75
Indivíduo 5	6	85	59	8	96	69
Indivíduo 6	5	73	52	8	91	71
Indivíduo 7	8	96	68	6	86	67
Indivíduo 8	9	121	78	7	93	68
Média	7,62	97,62	65,87	8,12	105,37	70,37
Variância	1,98	304,26	66,69	1,55	280,26	7,98
Desvio Padrão	1,4	17,44	8,16	1,24	16,74	2,82

e frutos maduros (média 65,87 e 70,37; desvio padrão 8,16 e 2,82). A correlação entre o número de flores e de frutos maduros foi positiva fraca para flores ($p = 0,19$) e negativa fraca para frutos maduros ($p = -0,05$). A proporção entre a média do número de flores e frutos maduros foi maior no interior em relação à borda, com média de 66,6% das flores chegando a formar frutos maduros (Figura 6b).

FIGURA 6: Proporção média entre o total de flores e frutos maduros dos indivíduos de *Heliconia spathocircinata* monitorados entre junho de 2009 e junho de 2010 no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro. a) Borda (27%); b) Interior (66,6%).

Discussão

Como a floração dos indivíduos monitorados teve início de forma bastante sincronizada, a diferença de ambientes não influenciou o início da floração destes espécimes. A borda parece limitar o crescimento das inflorescências, tendo em vista que o número de brácteas e flores foi maior neste ambiente (média de 5,37 na borda e 7,87 no interior para as brácteas e média de 70,37 na borda e 101,5 no interior para as flores).

Outra questão que pode estar relacionada à diferença entre os ambientes é a polinização e o sucesso

reprodutivo. Os diferentes polinizadores, encontrados nos ambientes, podem ser responsáveis por uma diferença na frutificação de *H. spathocircinata* entre os dois ambientes (média de 27% na borda e 66,6% no interior). *Ramphodon naevius* somente foi encontrado no interior, e por este motivo pode ter influenciado o maior sucesso reprodutivo neste ambiente. *Heliconia bihai* pode também ser responsável, já que esta espécie somente foi encontrada na borda e a taxa de visitação neste ambiente foi menor em relação ao interior (média de $T = 0,97$ na borda e $T = 1,52$ no interior), corroborando com a ideia de que entre espécies vegetais taxonomicamente relacionadas à partilha de polinizadores pode resultar em consequente redução do sucesso reprodutivo (CAMPBELL; MOTTEN, 1985). Assim as áreas de borda por não receberem visitas de *R. naevius*, e/ou pela presença de *H. bihai*, podem ter influenciado negativamente o sucesso reprodutivo de *H. spathocircinata*, uma característica de efeito de borda. *Dahlstedtia pinnata* não parece interferir no sucesso reprodutivo de *H. spathocircinata* já que a quantidade de frutos maduros foi semelhante nas duas parcelas de interior (médias 65,87 e 70,37), sendo que somente uma possuía um indivíduo de *D. pinnata* em flor.

Heliconia spathocircinata em seu período de floração apresenta-se como um importante recurso para a fauna antófila local, principalmente para os beija-flores, bem como para diversas ordens de insetos pilhadores de néctar, pólen e tecidos florais.

Referências

- ANDERSSON, L. Heliconiaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **The families of the monocotyledons**. Berlin: Springer-Verlag, 1998, p. 226-230.
- ARIZMENDI, M. C.; ORNELAS, J. F. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry Forest in Mexico. **Biotropica**, Zurich, v. 22, n. 2, p. 172-180, 1990.
- BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia**: an identification guide. Washington: Smithsonian Institution Press, 1991. 334 p.
- BUZATO, S. **Estudo comparativo de flores polinizadas por beija-flores em três comunidades da Mata Atlântica no sudeste do Brasil**. 1995. 85 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1995.
- CAMPBELL, D. R.; MOTTEN, A. F. The mechanism of competition for pollination between two forest herbs. **Ecology**, New York, v. 66, p. 554-563, 1985.

- CARA, P. A. A. **Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. 2006. 209 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2006.
- CASTRO, C. E. F. **Cultivo de helicônias para exportação**: aspectos técnicos para produção. Brasília: EMBRAPA/FRUPEX, 1995. 43 p.
- COSTA, N. M.; SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado a planos de manejo: o caso do Parque Estadual da Pedra Branca, RJ. In: SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (Ed.). **Geoprocessamento e análise ambiental**: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 67-114.
- CRUZ, D. D. **Fenologia e ecologia da polinização de duas espécies de *Heliconia* em área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro**. 2003. 68 f. Dissertação (Mestrado em Biologia – Ecologia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2003.
- DAFNI, A. **Pollination ecology**: a practical approach. Oxford: Oxford University Press, 1992. 250 p.
- FEINSINGER, P. Coevolution and pollination. In: FUTUYAMA, D.; SLATKIN, M. (Ed.). **Coevolution**. Sunderland: Sinauer Associates Publishers, 1983. p. 283-310.
- FORTUNATO, M. E. M.; QUIRINO, Z. G. M. “Efeito de borda” e comparação de fenologia reprodutiva entre borda e interior de Mata Atlântica paraibana, Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9, 2009, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SBE, 2009. Versão eletrônica.
- FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B.; KLEIN, W.; GOMES, S. L. **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005. 476 p.
- GRANTSAU, R. **Os beija-flores do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Expressão e Cultura, 1988. 233 p.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. Brasília: IBAMA, 1992. 92 p.
- LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Boston, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.
- LINHART, Y. Ecological and behavioral determinants of pollen dispersal in hummingbird pollinated *Heliconia*. **American Naturalist**, Chicago, v. 107, p. 51-523, 1973.
- MISSAGIA, C. C. C.; VERÇOZA, F. C. Efeito de borda na floração e polinização de *Heliconia bihai* (L.) L. (Heliconiaceae) por beija-flores em área de Mata Atlântica no Rio de Janeiro. In: JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 18, 2009, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: SBB, 2009. Versão eletrônica.
- OLIVEIRA, R. R. **As marcas do homem na floresta**: história ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2005. 230 p.
- SANTOS, E. Revisão das espécies do gênero *Heliconia* L. (Musaceae s.l.) espontâneas na região fluminense. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 30, p. 99-221, 1978.
- SANTOS, V. S. Composição do estrato arbóreo de um paleoterritório de carvoeiros no Maciço da Pedra Branca, RJ. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, v. 57, p. 181-192, 2006.
- SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Efeitos da fragmentação florestal na estrutura genética de populações de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Guarantã). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 57, p. 123-139, 2000.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Ed. Rev. Ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912 p.
- STILES, F. G. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. **Ecology**, New York, v. 56, p. 285-301, 1975.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 32, p. 25-42, 1998.
- ZEISLER, M. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. **Beihefte zum Botanische Zentralblatt**, Cassel, v. 58, p. 308-319, 1938.