

FENOLOGIA REPRODUTIVA E VISITANTES FLORAIS DE *CORDIA SUPERBA* CHAM. (BORAGINACEAE) NA VEGETAÇÃO DA RESTINGA DE GRUMARI, RIO DE JANEIRO**THAIS DO NASCIMENTO LOPES****FÁBIO DE CASTRO VERÇOZA****CAIO CÉSAR CORRÊA MISSAGIA**

Graduados em Ciências Biológicas – Universidade Estácio de Sá, Campus Vargem Pequena. Estrada Boca do Mato, 850, Vargem Pequena, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 22783-320. E-mail: thaislopes_2208@hotmail.com ; fabio.vercoza@yahoo.com.br ; caiomis-sagia@gmail.com

RESUMO: *Cordia superba* Cham. é uma espécie de planta arbustiva endêmica do Brasil, na Mata Atlântica e habita florestas ombrófilas e restingas. Nós determinamos a fenologia reprodutiva e os visitantes florais em indivíduos de *C. superba* na restinga Grumari, Rio de Janeiro, RJ. Iniciamos a pesquisa em fevereiro de 2012 e realizamos 26 amostragens, ao longo de um ano. Em seis indivíduos de *C. superba* foram consideradas diferentes estruturas para caracterizar as fenofases reprodutivas de floração e frutificação. Avaliamos se houve diferença significativa na presença de flores e frutos formados ao longo do ano utilizando o teste de Rayleigh (Z , $p < 0,05$). As fenofases foram correlacionadas com a precipitação e a temperatura mensal média utilizando coeficiente de correlação de Pearson. A espécie apresentou floração contínua, anual e com duração prolongada e um pico da floração em abril de 2012 ($Z = 17,03$; $p < 0,01$; $r = 0,47$) e de frutificação em agosto de 2012 ($Z = 15,05$; $p < 0,01$; $r = 0,6$). Apenas a frequência de botões florais foi correlacionada com a precipitação ($r = 0,69$, $p < 0,05$). As flores receberam visitas de seis insetos (três abelhas e três borboletas) das quais apenas duas abelhas realizaram visitas ilegítimas. Nossos resultados demonstram que *C. superba* apresentou um pico de floração definido na restinga. As visitas legítimas realizadas por abelhas e borboletas caracterizam uma polinização generalista para *C. superba* na área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Entomofilia. pilhagem de néctar. polinização.

REPRODUCTIVE PHENOLOGY AND FLOWER VISITORS OF *CORDIA SUPERBA* CHAM. (BORAGINACEAE) IN THE RESTINGA VEGETATION FROM GRUMARI, RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: *Cordia superba* Cham. is a Brazilian endemic plant species which inhabits rainforests and restingas. We determined the reproductive phenology and floral visitors of *C. superba* at restinga de Grumari, Rio de Janeiro, RJ. We started the research in February 2012 and conducted 26 samples during a year. Six *C. superba* individuals were used different structures to characterize the flowering and fruiting reproductive phenophases. We assessed whether there was a significant difference in the presence of flowers and fruits formed throughout the year using Rayleigh test (Z , $p < 0.05$). The flowering and fruiting phenophases were correlated with the monthly average of precipitation and temperature using Pearson's correlation coefficient. The species showed to be a continuous, annual and long-lasting blooming with a peak of flowering in April 2012 ($Z = 17.03$, $p < 0.01$, $r = 0.47$) and the fruiting in August 2012 ($Z = 15.05$, $p < 0.01$, $r = 0.6$). Only the frequency of flower buds was correlated with precipitation ($r = 0.69$, $p < 0.05$). The flowers visitors were insects (three butterflies and three bees) but only two bees held illegitimate visits. Our results demonstrate that *C. superba* showed a peak flowering defined in the restinga. Legitimate visits by bees and butterflies represent a generalist pollination for *C. superba* in the study area.

KEYWORDS: Entomophily. nectar robbing. pollination.

Estudos sobre a fenologia reprodutiva de espécies de restinga são escassos em relação à floresta ombrófila (Tarola & Morellato, 2000; Marques & Oliveira, 2004; Gomes *et al.*, 2008), tal como para os visitantes florais (Silva & Pinheiro, 2007, 2009; Verçoza *et al.*, 2010; Verçoza & Bion, 2011). A restinga é um ecossistema com origem relativamente recente formado por espécies características de diferentes ecossistemas como, por exemplo, a Mata Atlântica e a Caatinga. As populações de restinga e floresta de uma mesma espécie podem estar sujeitas a variações fenotípicas considerando as características ambientais a que estão expostas, tal como a salinidade e o estresse hídrico (Assumpção & Nascimento, 2000).

As fenofases reprodutivas podem ser influenciadas por fatores abióticos como a temperatura, luminosidade ou pluviosidade (Sherry *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2008) e podem vir a influenciar a dinâmica populacional dos visitantes florais (Irwin & Maloof, 2002; Irwin *et al.*, 2010) e dispersores de sementes (Howe & Smallwood, 1982). Durante a visita floral legítima, o animal consome algum recurso ofertado pela planta enquanto realiza o transporte de grãos de pólen entre as estruturas reprodutivas das flores, permitindo que haja polinização e consequente fecundação do óvulo e formação do fruto e das sementes (Irwin *et al.*, 2010). Portanto, o conhecimento da fenologia reprodutiva das plantas e de sua relação com visitantes florais pode ter importância para a conservação, não somente para a planta em questão, mas também para toda a fauna local associada ao consumo de recursos florais e dos frutos formados (Irwin *et al.*, 2010; Morellato *et al.*, 2013).

Boraginaceae é uma família de plantas constituída aproximadamente por 130 gêneros e 2.500 espécies distribuídas nas regiões tropicais. O gênero *Cordia* L. é o mais numeroso, com aproximadamente 400 espécies (100 ocorrentes no Brasil). *Cordia superba* Cham. (*Boraginaceae*) é uma espécie arbórea, endêmica do Brasil. Sua ocorrência foi registrada para as regiões nordeste, sudeste e sul, em áreas de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Melo *et al.*, 2014). Suas flores podem ser polinizadas por abelhas (melitofilia) (Agostini & Sazima, 2003), enquanto que seus frutos são zoocóricos (Moura *et al.*, 2011). Esta espécie apresenta flores ao longo de todo o ano com possibilidade de haver períodos de picos de floração (Lorenzi, 2002).

Este trabalho tem como objetivo testar a hipótese de que na restinga de Grumari as fenofases reprodutivas de floração e frutificação de *C. superba* ocorrem em períodos definidos ao longo do ano, demarcados pelas estações chuvosa e seca. Objetiva ainda determinar as espécies de visitantes florais potenciais polinizadores de *C. superba* na Área de Proteção Ambiental (APA) de Grumari, Rio de Janeiro, RJ.

O estudo foi desenvolvido na vegetação de restinga da Área de Proteção Ambiental de Grumari, localizada entre as coordenadas 43° 31' e 43° 32'W, 23° 02' e 23° 03'S, na região oeste da cidade do Rio de Janeiro entre os bairros do Recreio dos Bandeirantes e da Barra de Guaratiba. A vegetação é formada por 951 hectares de ecossistema de restinga e abrange comunidades vegetais como pós-praia, halófila, psamófila, arbustiva fechada, arbustiva aberta e mata de restinga (Oliveira & Maia, 2005; Silva & Pinheiro, 2007; Arbo-Gallas & Verçoza, 2012).

Ao longo de uma transeção próxima à borda da mata de restinga, foram monitorados seis indivíduos *C. superba*, durante 26 amostragens realizadas ao longo de um ano (fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013). Cada amostragem foi realizada com intervalo aproximado de 15 dias entre a amostragem seguinte. Foi determinada a fenologia reprodutiva considerando a presença de botões florais, flores abertas e frutos formados. Os padrões de floração e de frutificação das espécies foram descritos quanto à frequência e a duração das fenofases.

Cinco botões florais foram monitorados para determinar o período de duração da flor, de sua abertura até sua senescência. Outras 10 flores tiveram suas medidas florais determinadas. Foram ainda realizadas 26 horas de observações focais para determinar os visitantes florais, sendo considerados a espécie visitante, o período de atividade (manhã ou tarde), o recurso explorado (néctar ou pólen) e a legitimidade das visitas florais (legítimo ou ilegítimo) (Irwin *et al.*, 2010).

O teste de Rayleigh (Z) foi utilizado para a distribuição circular. Foi calculada a data média para frequência de botões florais, flores e frutos formados em seis indivíduos de *C. superba* ao longo de um ano (2012-2013), bem como a concentração de cada evento em torno desta data (r). Histogramas circulares foram gerados com as distribuições das frequências de cada fenofase (Talora & Morellato, 2000). As fenofases foram correlacionadas com a precipitação mensal média (mm) e temperatura mensal média (°C), utilizando coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$). Os dados climatológicos foram obtidos no site do Sistema Integrado de Dados Ambientais – SINDA (<http://sinda.crn2.inpe.br/>).

RESULTADOS

As flores da espécie *C. superba* são campanuladas, pentâmeras e gamopétalas. Possuem coloração branca com o seu interior amarelado, são nectaríferas e exalam odor suave e adocicado. Medem (média ± desvio padrão) $5,7 \pm 0,2$ cm de comprimento, $4,8 \pm 0,6$ cm de diâmetro no ápice e $0,94 \pm 0,1$ cm de diâmetro na região da fauce. No interior das flores foram observados cinco es-

tames brancos, com anteras bitecas. Três estames medem $1,5 \pm 0,1$ cm e os outros dois medem $1,6 \pm 0,2$ cm. O gineceu mede $1,94 \pm 0,1$ cm com estigma bífido e o estilete inclusivo. Os botões florais iniciaram a abertura por volta das 6h00min e as flores permaneceram abertas até à tarde, senescendo e caindo por volta de 18h00min do mesmo dia.

Cordia superba apresentou flores durante praticamente todo o ano, sendo a floração enquadrada como contínua, anual e prolongada, de acordo com o sistema de Newstron *et al.* (1994). O teste de Rayleigh foi significativo para as três fenofases estudadas (Tabela 1), indicando haver sazonalidade na frequência destas nos indivíduos monitorados (Figura 1). Abril foi a data média da presença de botões florais ($z=7,6$; $p<0,01$; $r=0,2$) e flores ($Z= 17,03$; $p<0,01$; $r=0,47$), e agosto a data

média de presença de frutos ($Z=15,05$; $p<0,01$; $r=0,6$). Durante abril os indivíduos apresentaram $8,3 \pm 4,9$ flores abertas por indivíduo por dia de monitoramento ($n=722$ flores). Em agosto os indivíduos apresentaram $21,14 \pm 25,7$ frutos cada, por dia de monitoramento ($n=280$ frutos). No período de frutificação houve uma queda acentuada de botões florais e frutos em formação, de maneira que 8,2% do valor encontrado para os botões florais durante toda a amostragem ($n=1244$ botões florais) foram encontrados para a quantidade de frutos ($n=10974$ frutos formados). Houve correlação entre a média da precipitação mensal e botões florais (Pearson=0,69, $p<0,05$). Não foi encontrada correlação entre precipitação e flores ou frutos formados. Para temperatura mensal média não foi encontrado correlação com as fenofases de *C. superba*.

Tabela 1 – Valores estimados para as distribuições circulares das fenofases estudadas (botões florais, flores e frutos formados) em seis indivíduos de *Cordia superba* (Boraginaceae) monitorados ao longo de um ano, entre 2012 e 2013, na restinga de Grumari, Rio de Janeiro.

	Concentração (r)	Ângulo médio \pm dp	Data média	teste de Rayleigh (Z)	p
Botões	0,287	$93 \pm 90^\circ$	abril	7,652	0,0004
Flores	0,477	$97 \pm 69^\circ$	abril	17,034	0,0000004
Frutos	0,602	$230 \pm 57^\circ$	agosto	15,594	0,0000004

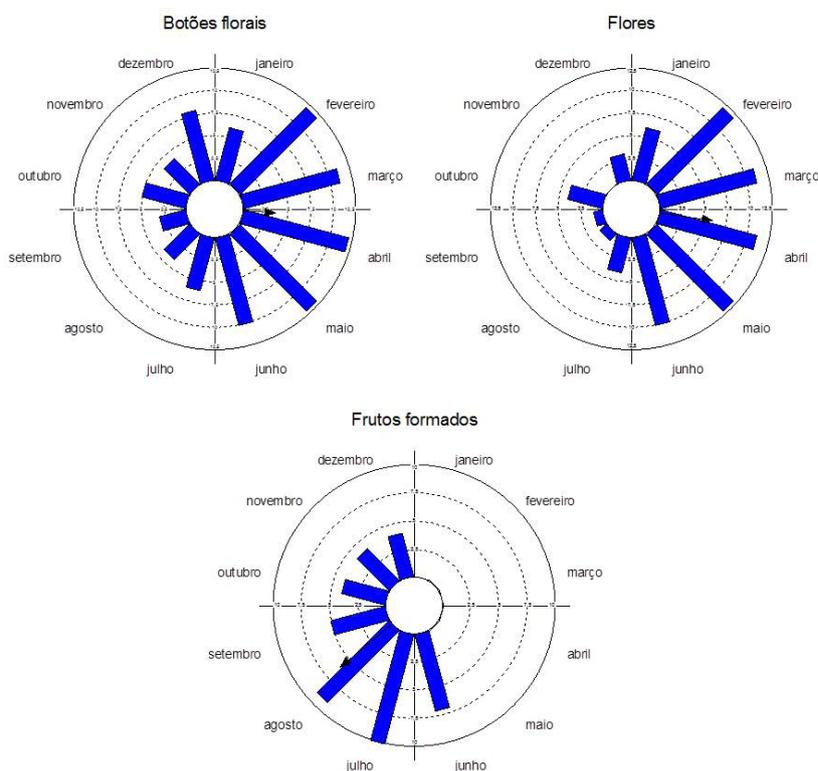


Figura 1 – Histogramas circulares com frequência das fenofases botões florais, flores abertas e frutos formados de seis indivíduos de *Cordia superba* (Boraginaceae) monitorados na Restinga de Grumari, Rio de Janeiro.

Foram registradas visitas florais de seis espécies de insetos de duas ordens (Tabela 2): *Aphrissa statira statira* (Cramer, 1777)(Pieridae), *Phocides polybius* (Fabricius, 1793), *Urbanus dorantes* (Stoll, 1790) (Hesperiidae) (Lepidoptera), *Bombus morio* (Swederus, 1787), *Xylocopa ordinaria* Smith, 1874 e *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789) (Apidae)(Hymenoptera). Destas, apenas

as duas últimas realizaram visitas ilegítimas, o restante contactou as estruturas reprodutivas da flor durante a extração de néctar ou pólen (Tabela 2). Durante as visitas ilegítimas, as *Xylocopa* spp. perfuraram a flor na base da corola para ter acesso ao néctar sem contactar as estruturas reprodutivas das flores.

Tabela 2 – Período de atividade, recurso forrageado e tipo de visita floral de visitantes florais de *Cordia superba* (Boraginaceae) na área de Proteção Ambiental de Grumari, RJ.

Visitantes florais	Período do dia	Recurso	Tipo de visita
<i>Aphrissa statira statira</i>	Manhã e tarde	Néctar	Legítima
<i>Phocides polybius</i>	Manhã e tarde	Néctar	Legítima
<i>Urbanus dorantes</i>	Manhã e tarde	Néctar	Legítima
<i>Bombus morio</i>	Manhã e tarde	Pólen e néctar	Legítima
<i>Xylocopa ordinaria</i>	Manhã e tarde	Néctar	Ilegítima
<i>Xylocopa frontalis</i>	Manhã e tarde	Néctar	Ilegítima

DISCUSSÃO

A espécie apresentou períodos de floração e frutificação distintos, demarcados pelas estações chuvosa e seca do ano, respectivamente. Foi possível observar perda de botões e frutos acentuada durante o inverno. Esses fatores associados à relação positiva entre precipitação e presença de botões florais de *C. superba* podem representar um indício de que as condições ambientais ocasionadas pelo período seco do ano possam influenciar a fenologia e desenvolvimento de flores e frutos em *C. superba*, tal como observado para outras espécies (Sherry *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2008).

A polinização de *C. superba* por abelhas já havia sido documentada previamente (Agostini & Sazima, 2003). Contudo, observamos borboletas em visitas legítimas. Logo, o sistema de polinização aqui considerado para a espécie estudada é o generalista (Waser *et al.*, 1996). As visitas ilegítimas realizadas pelas abelhas *Xylocopa* podem alterar o sucesso reprodutivo da planta (Irwin *et al.*, 2010), já que polinizadores podem reconhecer flores danificadas por pilhadores e evitar realizar visitas nestas (Goulson *et al.*, 2007).

Nosso estudo demonstra que na restinga de Grumari a espécie *C. superba* apresenta períodos de pico de floração e frutificação bem definidos e aparentemente influenciado pela pluviosidade. Sugerimos que esta espécie é potencialmente polinizada por abelhas e borboleta. Estudos futuros poderão quantificar a influencia de cada visitante floral na produção de frutos dessa planta e determinar se a pilhagem de néctar por *Xylocopa* pode influenciar o sucesso reprodutivo de *C. superba*.

REFERÊNCIAS

- Agostini, K. & M. Sazima.** 2003. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, estado de São Paulo, Brasil. *Bragantia* 62: 335-343.
- Arbo-Gallas, D. & F. C. Verçosa.** 2012. A Família Cactaceae na Restinga de Grumari, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Eletrônica de Biologia* 5: 129-143.
- Assumpção, J. & M. T. Nascimento.** 2000. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/IQUIPARI, São João da Barra, R.J, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 14: 301-315.
- Goulson, D., J. L. Cruise, K. R. Sparrow, A. J. Harris, K. J. Park, M. C. Tinsley & A. S. Gilburn.** 2007. Choosing rewarding flowers; perceptual limitations and innate preferences influence and honeybees. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61: 1523-1529.
- Gomes, R., M. C. B. Pinheiro & H. A. Lima.** 2008. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 679-687.

- Howe, H. F. & J. Smallwood.** 1982. Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Irwin, R. E., J. L. Bronstein, J. S. Manson & L. Richardson,** 2010. Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41: 271-292.
- Irwin, R. & J. E. Maloof.** 2002. Variation in nectar robbing over time, space, and species. *Oecologia* 133: 525-533.
- Lorenzi, H.** 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4ª ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa, v.1.
- Marques, M. C. M. & P. E. A. M. Oliveira.** 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga da Ilha do Mel, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 713-723.
- Melo, J. I. M., L. C. Silva, M. N. S. Stapf & N. T. Ranga.** 2014. Boraginaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16530>>. Acesso em: 30 Mai. 2014.
- Morellato, L. P. C., M. G. G. Camargo, & E. Gressler.** 2013. A review of plant phenology in South and Central America, p. 91-113. *In*: M.D. Schwartz (ed.). *Phenology: an integrative environmental science*. Dordrecht, Springer.
- Moura, F. D. B. P., J. M. M. Duarte & R. P. de Lyra Lemos.** 2011. Floristic composition and dispersal syndromes at an urban remnant from the Atlantic forest in Brazilian Northeast-Acta Scientiarum. *Biological Sciences* 33(4): 471-478.
- Newstron, L. E., G. W. Frankie & H. G. Baker.** 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- Oliveira, J. C. & V. C. Maia.** 2005. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na restinga de Grumari (Rio de Janeiro, RJ, Brasil). *Arquivos do Museu Nacional* 63: 669-675.
- Pereira, T. S., M. L. M. N. Costa, L. F. D. Moraes & C. Luchiari.** 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia Serie Botânica* 63: 329-339.
- Sherry, R. A., X. Zhou, S. Gu, J. A. Arnone, D. S. Schimel, P. S. Verburg, L. L. Wallace & Y. Luo.** 2007. Divergence of reproductive phenology under climate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 198-202.
- Silva, A. L. G. & M. C. B. Pinheiro.** 2009. Reproductive success of four species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasilica* 23: 526-534.
- Silva, A. L. G. & M. C. B. Pinheiro.** 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasilica* 21: 235-247.
- Talora, D. C. & P. C. Morellato.** 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- Verçoza, F. C., E. C. Nascimento & I. M. R. Cortes.** 2010. Melitofilia em *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Leguminosae-Papilionoideae). *EntomoBrasilis* 3: 73-76.
- Verçoza, F. C. & R. F. Bion.** 2011. Polinização de *Lantana fucata* Lindley (Verbenaceae) por *Parides ascanius* Cramer (Lepidoptera: Papilionoideae) na Restinga de Grumari, Rio de Janeiro, RJ. *EntomoBrasilis* 4: 07-09.
- Waser, N. M., L. Chittka, M. V. Price, N. M. Wiliams, & J. Ollerton.** 1996. Generalization in pollination systems and why it matters. *Ecology* 77: 1043-1060.

Recebido em 10.VI.2014

Aceito em 23.V.2015