

## BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Neomarica northiana* (SCHNEEV) SPRAGUE (IRIDACEAE): “MERANTHIA” - UM CASO ESPECIAL DE POLINIZAÇÃO

André Luiz Gomes da Silva<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Avenida João Jasbick, s/nº, Santo Antônio de Pádua CEP 28470 000, Rio de Janeiro, Brazil.

Corresponding author: [algsilva@id.uff.br](mailto:algsilva@id.uff.br)

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a biologia reprodutiva de *Neomarica northiana* (Schneev) Sprague (Iridaceae), erva perene que ocorre nas restingas do estado do Rio de Janeiro. A flor desta espécie apresenta três unidades funcionais de polinização denominada “*meranthia*”. O recurso floral oferecido aos polinizadores é a substância lipídica exsudada na base das tépalas. Análise de cromatografia gasosa das tépalas indicou a presença de limoneno. As flores de *N. northiana* são polinizadas exclusivamente por abelhas poliléticas de grande porte, *Xylocopa* sp.. *Neomarica northiana* é autocompatível. A produção de frutos por polinização natural foi maior do que a produção por polinização manual cruzada. A taxa de fecundidade é de 0,47. *Neomarica northiana* apresenta crescimento clonal que pode ocorrer de duas formas distintas, por meio do caule rizomatoso e por meio de bulbilhos formados na axila das brácteas.

Palavras-chave: – Biologia floral, sistema de reprodução, *meranthia*, abelhas

### ABSTRACT

#### Reproductive biology of *Neomarica northiana* (Schneev) Sprague (Iridaceae)

The objective of this research was to evaluate the reproductive biology of *Neomarica northiana* (Iridaceae), a perennial herb that occurs in the Atlantic Coast restingas (humid subtropical broadleaf forest) of the state of Rio de Janeiro. Each flower of this species has three functional pollinating units called “*meranthia*”. The main floral resource provided to bees by *Neomarica northiana* is a lipid substance exuded at the base of the tepals. Gas-chromatographic analysis of tepal samples revealed the presence of limonene. Flowers of *N. northiana* are pollinated exclusively by large bodied species of bees (*Xylocopa* sp.). Fruit production from natural pollination is higher than from manual pollination. The fecundity rate is 0.47. *Neomarica northiana* has clonal growth, which may occur by means of the rhizomatous stem, which produces offshoots close to one another; or by means of axillary bulbils.

Keywords: Floral biology, breeding system, *meranthia*, bees

### INTRODUÇÃO

Iridaceae é uma das grandes famílias de monocotiledôneas petalóides, com cerca de 2030 espécies distribuídas em 65-75 gêneros com ampla distribuição mundial, porém com concentração principalmente na África subsaariana (Goldblatt & Manning, 2006, Goldblatt *et al.*, 2008). No Brasil são encontrados 19 gêneros e cerca de 120 espécies, ocorrentes principalmente em áreas sombreadas, compondo o estrato herbáceo de muitas florestas (Souza & Lorenzi, 2008). Dentre estes, o gênero *Neomarica*, pertencente a subfamília Iridoideae e a tribo Trimezieae, apresenta 20 espécies de

distribuição exclusivamente americana. No Brasil as espécies deste gênero ocorrem principalmente na Mata Atlântica, podendo ocorrer também em campos rupestres e nas restingas. *Neomarica northiana* ocorre no litoral de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, no entanto, por seu elevado potencial paisagístico é cultivada em todo o país e no exterior (Capellari Júnior, 2000; 2003; 2005).

Pouco se sabe sobre a biologia reprodutiva das espécies brasileiras de Iridaceae (Vitali *et al.*, 1995; Freitas & Sazima 2003a, b; Santos *et al.*, 2016), no entanto, destacam-se vários trabalhos realizados com este enfoque no continente africano (Goldblatt *et al.*, 1995; Goldblatt *et al.*, 1998; Steiner, 1998; Goldblatt

*et al.*, 1999; Goldblatt & Bernhardt, 1999; Goldblatt & Manning, 2000; Wesseling & Arnold, 2000; Goldblatt *et al.*, 2001; Goldblatt & Manning, 2002; Goldblatt *et al.*, 2005; Goldblatt & Manning, 2006).

A grande maioria das espécies de Iridaceae oferecem néctar e pólen como principais recursos florais aos visitantes, enquanto alguns oferecem óleos não voláteis produzidos por elaióforos tricômicos. Por sua complexidade floral, Iridaceae apresenta uma grande variedade de mecanismos de polinização entre suas espécies, podendo ocorrer polinização por abelhas, vespas, moscas, besouros, borboletas, mariposas e pássaros (Goldblatt & Manning, 2006; Santos *et al.*, 2016).

Dentre as muitas especializações florais em Iridaceae, várias espécies apresentam flores com unidades funcionais independentes denominadas “meranthia”, que são representações morfológicas de parte da flor que são visitadas independentemente das outras (Goldblatt & Bernhardt, 1999). Além de ocorrer em *Neomarica*, esta característica é comum a outros gêneros de Iridaceae, como *Moraea* e *Iris* (Goldblatt & Bernhardt, 1999) assim como em espécies de famílias não correlatas como Hyacinthaceae, Ranunculaceae e Passifloraceae (Westerkamp & Claßen-Backoff, 2007).

Este trabalho tem como objetivo estudar a biologia reprodutiva de *Neomarica northiana*, destacando sua biologia floral, seu sistema reprodutivo e seu mecanismo de polinização.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

Esta pesquisa foi realizada em populações naturais na Restinga da Área de Proteção Ambiental de Maricá, litoral norte do estado do Rio de Janeiro e em populações cultivadas no Horto Botânico do Museu Nacional, UFRJ, localizado no bairro de São Cristóvão, região metropolitana do município do Rio de Janeiro. As observações de campo foram feitas entre os anos de 2001 e 2003 durante o período de floração da espécie.

### Biologia Floral

Flores de populações naturais e cultivadas foram coletadas para descrição morfológica e verificação dos recursos florais. Para descrição da morfologia floral foi utilizado como referência básica Capellari Júnior (2000). Para se avaliar a quantidade média de óvulos por ovário foram dissecadas 16 flores e para se avaliar a quantidade média de sementes por frutos foram dissecados 15 frutos.

A substância exsudada encontrada nas tépalas foi submetida a teste com solução aquosa de Sudan IV para verificação da presença de corpos lipídicos

(Johansen, 1940). Aproximadamente 50 gramas de tépalas foram recolhidas e empacotadas em um extrator soxhlet. A extração foi realizada com etanol anidro por seis horas. O extrato obtido foi concentrado utilizando-se um evaporador rotatório sob pressão de 5 mmHg e temperatura máxima de 45°C, resultando em 10 ml de extrato final. Este extrato foi fracionado em resina VPOC1955 para adsorver a fração ácida e em resina SP112 para adsorver a fração alcalina. Em ambos os casos foi utilizado etanol anidro como solvente. A fração neutra obtida foi rotaevaporada de acordo com as condições anteriores e analisadas conforme dados e cromatograma acima (Sherrington & Hodge, 1988). O odor foi identificado pela análise direta de flores postas em recipientes hermeticamente fechados por cerca de dois minutos e posteriormente abertos e cheirados.

Para análise em microscopia de varredura, flores recém abertas foram fixadas em solução de gluteraldeído e posteriormente desidratadas. A parte apical do estilete e fragmentos das tépalas foram fixados em um suporte de chumbo (“stub”) e metalizados com ouro. As observações foram realizadas em microscópio Philips XL Series XL 20, S/W ver. 5.21 no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Polinização

O comportamento dos visitantes florais foi verificado através de observações diretas num total de 50 horas durante o período de antese em populações naturais e cultivadas. Os visitantes foram definidos através de análises comparativas do tamanho do corpo e sua adequação para contatar as estruturas reprodutivas das flores, bem como seu comportamento durante as visitas. Visitantes que não contataram as estruturas reprodutivas durante as visitas foram considerados pilhadores. Os visitantes florais foram coletados e identificados por comparação de espécimes já identificados em coleções do Laboratório de Biologia Reprodutiva de Angiospermas, Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Sistema reprodutivo

O sistema de reprodução foi avaliado através de cruzamentos manuais realizados em indivíduos cultivados através dos seguintes tratamentos: autopolinização espontânea, onde flores ensacadas em botão permanecem assim durante a antese; autopolinização manual, onde flores previamente ensacadas em botão foram polinizadas com o próprio pólen; polinização cruzada, onde flores previamente ensacadas foram polinizadas com pólen de flores de outro indivíduo. Além disso, foi verificado o sucesso reprodutivo em condições naturais (controle) em flores marcadas e acompanhadas até a produção

de frutos. Para estimar a taxa de fecundidade foi seguido o procedimento proposto por Cruden (1972), que consiste no produto das razões semente/óvulo e fruto/flor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Biologia Floral

*Neomarica northiana* é uma erva perene, rizomatosa, com folhas ensiformes lanceoladas que apresenta duas formas distintas de crescimento clonal, uma por meio do caule rizomatoso que produz rametes muito próximos uns aos outros e a outra por meio de brotações formadas na axila das brácteas da inflorescência. (Figura 1a e 1f). Neste último caso, durante a maturação dos frutos, o escapo cai no solo e a brotação produzida enraíza. Esta forma de reprodução pode ser denominada de crescimento vegetativo aéreo e pode ser considerada vantajosa, pois assim evita um desgaste ocasionado pelo substrato aos órgãos de propagação (Bodley & Benson, 1980; Gavin & Peart, 1999). Estes mecanismos de reprodução clonal proporcionam uma população geneticamente homogênea, podendo promover uma elevada taxa de homozigose em função do comportamento dos seus polinizadores (Charlesworth, 1989; Eckert, 1999; Guilherme & Ressel, 2001).

As flores são trímeras, com seis tépalas, três internas e três externas (Figura 1o, 2a), todas possuindo tricomas em sua região basal (Figura 2d). As três tépalas internas são de cor predominantemente creme, com traços de cor marrom e violeta em sua base e posicionam-se horizontalmente ao receptáculo floral (Figura 1o, 2a). As três tépalas externas apresentam manchas de cor marrom, creme, violeta e alguns traços de amarelo, são curvadas para cima formando uma “plataforma” e posicionam-se, cada uma, em direção oposta a uma das faces do estilete, onde também se localiza uma antera adnata e uma das três papilas estigmáticas (Figura 1h, 1o, 2a). Por estas características, as flores de *Neomarica northiana* são enquadradas no tipo “*Iris*” (Goldblatt *et al.*, 2005; Goldblatt & Manning, 2006) e estão diretamente relacionadas ao mecanismo de polinização realizado por abelhas de grande porte, o que parece ser um padrão comum entre as espécies da subfamília Iridoideae (Steiner, 1998; Goldblatt & Bernhardt, 1999; Goldblatt *et al.*, 2005; Goldblatt & Manning, 2006).

A posição de cada tépala externa em direção a uma face do estilete forma uma unidade de polinização (Figura 2b), assim cada flor apresenta três unidades de polinização. Estas unidades, denominadas “meranthia” podem aumentar as taxas de polinização cruzada, pois uma mesma flor pode receber grãos de pólen de visitantes distintos

(Goldblatt & Bernhardt, 1999).

As flores de *N. northiana* são perfeitas, o androceu é formado por três estames, onde cada um é adnato a uma face do estilete. Os filetes são curtos e delgados e as anteras são longas e de deiscência rimosa e extrorsa (Figura 1m). O gineceu possui estilete triangular com lacínios trifidos que lembram cristas proeminentes. Na porção superior de cada extremidade do estilete, acima de cada antera e abaixo das cristas, há um estigma úmido, papiloso, labiado e transversal (Figura 1j, 1m, 1n, 2c). O ovário é ínfero, trilobular e com 80,31 óvulos, em média ( $\pm 10,10$ ) com placentação axial (Figura 1l). Este padrão de morfologia floral é típico das espécies da subfamília Iridoideae (Goldblatt, 1990) e mais especificamente da tribo Trimezieae (Goldblatt & Bernhardt, 1999; Goldblatt & Manning, 2006; Goldblatt *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2016).

A inflorescência possui ripídio com escapo floral laminar (Figura 1f, 1o). Sua floração ocorre entre os meses de setembro a novembro e a frutificação entre os meses de outubro e dezembro. Cada indivíduo emite, em média, de uma a duas flores por dia e um total de oito flores por estação. Os frutos são cápsulas loculicidas com três lojas e apresentam em média 60 sementes ( $\pm 8,5$ ) (Figura 1b, 1c, 1e). Desenvolvem-se sobre o solo e levam cerca de 60 dias para atingir a deiscência. Suas sementes são oblongas, com testa reticulada e de coloração preta (Figura 1d).

O exsudato coletado na base das tépalas reagiu positivamente ao teste com Sudan IV, indicando que possui propriedades lipídicas. O óleo é um recurso floral comum em muitas espécies de Iridaceae (Vogel, 1974; Faegri & van der Pijl, 1979; Goldblatt, 1990; Rudall *et al.*, 2003) ocorrentes principalmente em regiões neotropicais (Goldblatt & Manning, 2006).

Através de análises de cromatografia gasosa (Sherrington & Hodge, 1988), o extrato obtido das tépalas de *N. northiana* apresentou limoneno, substância comum encontrada em óleos essenciais típicos de plantas cítricas e de espécies de famílias não correlatas (Simões & Spitzer, 2000). De fato, a flor exala um odor cítrico e suave nas primeiras horas da manhã, que é um dos principais atrativos para os polinizadores, característica comum a outras espécies de Iridaceae com recurso floral óleo (Goldblatt & Bernhardt, 1999; Goldblatt & Manning, 2006; Santos *et al.*, 2016).

A antese inicia logo ao amanhecer, por volta das 6:00 h. As flores permanecem receptivas apenas no período da manhã e, por volta das 17:00 h, a flor entra em processo de senescência com as tépalas retraindo-se. Por estas características as flores são consideradas efêmeras, o que é comum a muitos outros gêneros de Iridaceae, sendo esta considerada uma condição ancestral na família (Goldblatt *et al.*, 2002; Goldblatt & Manning, 2006).

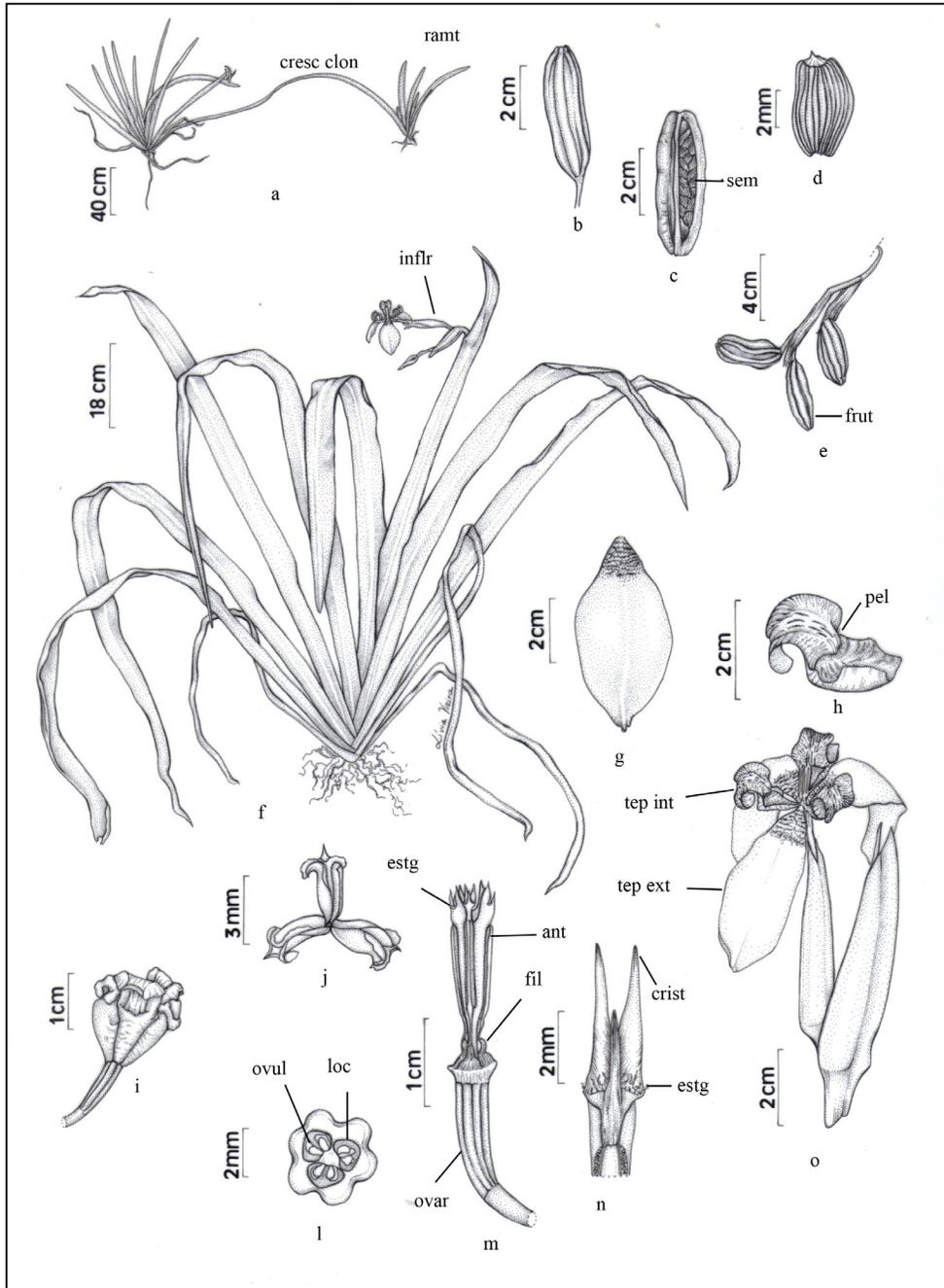


Figura 1. *Neomarica northiana*: a- Habitus evidenciando crescimento clonal através da folha vegetativa que emite a inflorescência; b- fruto; c- corte longitudinal do fruto; d- semente; e- infrutescência; f- Habitus evidenciando a emissão de uma inflorescência; g- tépala externa; h- tépala interna; i- flor em pós-antese; j- vista superior do tubo estilar; l- ovário em corte transversal; m- estruturas reprodutoras; n- detalhe do estigma e das cristas do estilo; o- flor. Legendas: cresc clon: crescimento clonal; ramt: ramete; sem: semente; inflr: inflorescência; frut: fruto; ovul: óvulo; loc: lóculo; ovar: ovário; estg: estigma; ant: antera; fil: filete; cris: cristas; tep int: tépalas internas; tep ext: tépalas externas.

## Polinização

As flores de *Neomarica northiana* foram visitadas por abelhas fêmeas de grande porte, *Xylocopa* sp. (Figura 2b). Durante o vôo forrageiro uma abelha visita várias flores de uma mesma população e uma mesma flor pode ser visitada diversas vezes pelo mesmo indivíduo, bem como por indivíduos diferentes. As visitas iniciaram logo ao amanhecer, no início da antese, e perduraram por toda a manhã. Flores coletadas às oito horas da manhã já apresentaram seus estigmas repletos de grãos de pólen, o que mostra uma grande eficiência dos polinizadores na captura e transferência de grãos de pólen durante suas visitas. Embora espécies de *Xylocopa* não apresentem adaptações especiais para coleta e consumo de óleos florais, elas podem utilizar este recurso para impermeabilização das células de revestimento dos seus ninhos (Raju & Rao, 2006), o que pode explicar as visitas desta abelha às flores de *N. northiana*.

Durante as visitas, as abelhas pousam diretamente sobre uma das tépalas externas e, presa

a ela, se dirige em direção ao receptáculo floral, tocando com seu dorso uma das anteras adnatas ao estilete e recolhendo passivamente os grãos de pólen (Figura 2b). Durante este movimento ela raspa a superfície basal de uma das tépalas e contacta passivamente o estigma com o seu dorso. Desta maneira, em cada visita há a transferência de pólen apenas para um estigma por vez, o que caracteriza a unidade funcional de polinização “*meranthia*” (Westerkamp & Claßen-Bockoff, 2007). Para assegurar a fertilização de todos os óvulos no ovário, são necessárias no mínimo três visitas, uma em cada unidade funcional da flor.

Este mecanismo mostra uma grande interação entre as abelhas de grande porte e a morfologia floral de *N. northiana*, pois somente estes insetos podem promover a transferência eficiente dos grãos de pólen, como observado em outras espécies da subfamília Iridoideae (Goldblatt & Manning, 2006, Westerkamp & Claßen-Bockoff, 2007). Goldblatt & Manning (2006) relataram que 94% das espécies de Iridaceae africanas apresentam polinização especializada.

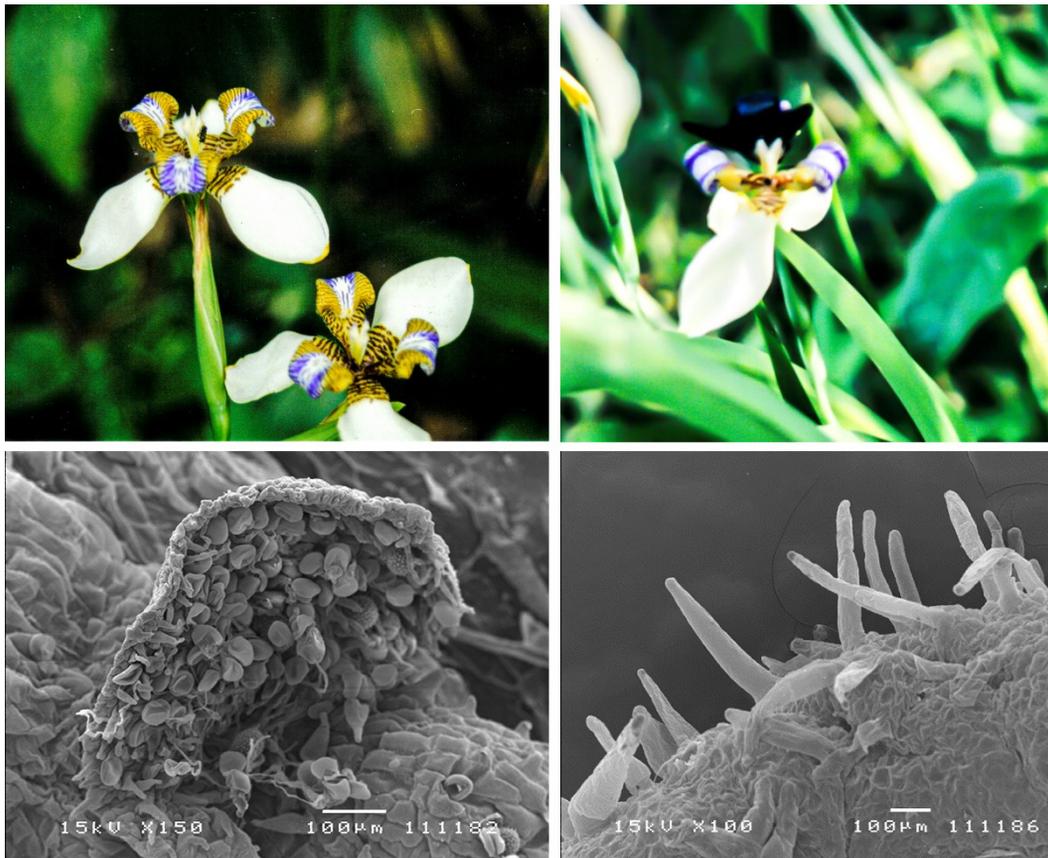


Figura 2. a- flor de *Neomarica northiana*; b- *Xylocopa* sp. durante a coleta do óleo (seta branca); c- detalhe em microscopia de varredura de um dos lóbulos do estigma transverso; d- tricomas secretores das tépalas internas.

Outras espécies de insetos, como pequenas abelhas e moscas também foram observadas visitando as flores de *Neomarica northiana*, no entanto, nenhuma apresenta características morfológicas e comportamentais apropriadas para efetuar a polinização, sendo consideradas pilhadoras de grãos de pólen.

### Sistema reprodutivo

*Neomarica northiana* é autocompatível com índice de 27% de sucesso de formação de frutos em testes de autopolinização manual (Tabela 1). A autocompatibilidade não é uma característica comum dentro da subfamília que possui gêneros como *Moraea* e *Gladiolus*, com espécies auto-incompatíveis (Steiner, 1998; Goldblatt *et al.*, 1998; Goldblatt & Bernhardt, 1999). Os experimentos de autopolinização espontânea não produziram frutos, indicando que há a necessidade da polinização biótica para que haja a produção de frutos e sementes (Tabela 1). Os testes de xenogamia apresentaram

um sucesso de 47%, indicando que esta espécie é preferencialmente de polinização cruzada. O teste controle teve um sucesso de 63% de produção de frutos.

Em condições naturais, a razão semente/óvulo de *N. northiana* é de 0,75. A redução de ¼ do número de sementes potenciais do fruto pode estar associada ao aborto seletivo de óvulos. A taxa de fecundidade é de 0,47, valor acima do esperado por Wiens (1984) e Wiens *et al.*, (1987) para espécies herbáceas e perenes. O sucesso na polinização e o aborto seletivo de óvulos podem ser considerados como fatores limitantes no sucesso reprodutivo total desta espécie, assim como em muitas outras espécies vegetais (Dieringer, 1992; Burd, 1994).

### AGRADECIMENTOS

Ao químico Alexandre Pereira da Silva do Instituto de Química da UFRJ pela identificação do extrato floral através da técnica de cromatografia gasosa.

Tabela 1. Número de flores e de frutos e razão fruto/flor nos experimentos para avaliação do sistema de reprodução de *Neomarica northiana*.

Tratamento	Nº Flores	Nº Frutos	Fr/FI (%)
Autopolinização manual	37	10	27
Xenogamia	17	8	47
Autopolinização -espontânea	25	0	0
Controle	19	12	63

### REFERÊNCIAS

- BODLEY, J.H.; BENSON, F.C. (1980). Stilt-root walking in an Iriarteoid palm in the Peruvian Amazon. *Biotropica*, 12, 67-71.
- BURD, M. (1994). Bateman's principle and plant reproduction: the role of pollen limitation in fruit and seed set. *The Botanical Review*, 60 (1), 83-139.
- CAPELLARI JÚNIOR, L. 2000. Revisão Taxonômica do Gênero *Neomarica* Sprague (Tribo Mariceae, Subfamília Iridoideae, Iridaceae). 300f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- \_\_\_\_\_. 2003. Espécies de *Neomarica* Sprague (Iridaceae): potencial ornamental e cultivo. *Revista Brasileira de Horticultura*, 9(1): 1-15.
- \_\_\_\_\_. 2005. Iridaceae da planície litorânea de Picinguaba, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 32(2): 207-213.
- CHARLESWORTH, D. 1989. Evolution of low female fertility in plants: Pollen limitation, resource allocation and genetic load. *Tree*, 4(10), 289-292.
- CRUDEN, R.W. 1972. Pollinators in high elevation ecosystems: relative effectiveness of birds and bees. *Science*, 176: 1439-1440.
- DIERINGER, G. 1992. Pollinator limitation in populations of *Agalinis scrictifolia* (Scrophulariaceae). *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 119(2): 131-136.
- ECKERT, C.G. 1999. Clonal plant research: proliferation, integration, but not much evolution. *American Journal of Botany*, 86: 1649-1654.
- FAEGRI, K.; van der PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. Oxford: Pergamon Press. 244p.
- FREITAS, L.; SAZIMA, M. 2003a. Daily blooming pattern and pollination by syrphids in *Sisyrinchium*

- vaginatum* (Iridaceae) in southeastern Brazil. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 130(2): 55-61.
- \_\_\_\_\_. 2003b. **Floral Biology and Pollination Mechanisms in Two Viola Species-From Nectar to Pollen Flowers?** *Annals of Botany*, 91(3): 311-317.
- GAVIN, D.G.; PEART, D.R. 1999. Vegetative life history of a dominant rain forest canopy tree. *Biotropica*, 31: 288-294.
- GOLDBLATT, P. 1990. Phylogeny and classification of Iridaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 77(4): 607-627.
- GOLDBLATT, P.; BERNHARDT, P. 1999. Pollination of *Moraea* species (Iridaceae) with a staminal column. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 86: 47-56.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J.C. 2000. The long-proboscid fly pollination system in Southern Africa. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 87: 146-170.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J.C. 2002. Evidence for moth and butterfly pollination in *Gladiolus* (Iridaceae-Crocoideae). *Annals of Missouri Botanical Garden*, 89: 110-124.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J.C. 2006. Radiation of pollination systems in the Iridaceae of sub-Saharan Africa. *Annals of Botany*, 97: 317-344.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J. C.; BERNHARDT, P. 1995. Pollination biology of *Lapeirousia* subgenus *Lapeirousia* (Iridaceae) in Southern Africa: Floral divergence and adaptation for long-tongued fly pollination. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 82: 517-534.
- \_\_\_\_\_. 1998. Floral biology of bee-pollinated *Gladiolus* species in southern Africa. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 85: 492-517.
- \_\_\_\_\_. 1999. Evidence of bird pollination in Iridaceae of Southern Africa. *Adansonia*, 21(1): 25-40.
- GOLDBLATT, P.; MANNING, J.C.; BERNHARDT, P. 2001. Radiation of pollination systems in *Gladiolus* (Iridaceae: Crocoideae) in Southern Africa. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 88: 713-734.
- GOLDBLATT, P.; BERNHARDT, P.; MANNING, J. C. 2005. Pollination mechanisms in the African genus *Moraea* (Iridaceae, Iridoideae): floral divergence and adaptation for pollinators. *Adansonia sér.* 3, 27(1): 21-46.
- GOLDBLATT, P.; RODRIGUEZ, A.; POWELL, M.P.; DAVIES, T.J.; MANNING, J.C.; VAN DER BANK, M.; SAVOLAINEN, V. 2008. Iridaceae “out of Australasia”? Phylogeny, Biogeography, and Divergence time based on plastid DNA sequences. *Systematic Botany*, 33(3): 495-508.
- GUILHERME, F.A.; RESSEL, K. 2001. Biologia floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). *Revista Brasileira de Botânica*, 24(2): 205-211.
- JOHANSEN, D.A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York: McGraw-Hill. 523p.
- RAJU, A.J.S.; RAO, S.P. 2006. Nesting habits, floral resources and foraging ecology of large carpenter bees (*Xylocopa latipes* and *Xylocopa pubescens*) in India. *Current Science*, 90(9): 1210-1217.
- RUDALL, P.J.; MANNING, J.C.; GOLDBLATT, P. 2003. Evolution of floral nectaries in Iridaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 90: 613-631.
- SANTOS, J.S.; ATHIÊ-SOUZA, S.M.; ALMEIDA, N.M.; CASTRO, C. C. 2016. Biologia reprodutiva e flores de óleo em *Cipura paludosa* (Iridaceae), *Rodriguésia*, 67(2): 387-393.
- SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. 2000. Óleos voláteis. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCPD, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia da planta ao medicamento. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 387-415.
- SHERRINGTON, D.C.; HODGE, P. 1988. **Syntheses and separation using functional polymers**. Chichester: John Wiley. 454p.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2008. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 704p.
- STEINER, K.E. 1998. Beetle pollination of peacock moraeas (Iridaceae) in South Africa. *Plant Systematics and Evolution*, 209: 47-95.
- VITALI, M.J.; DUTRA, J.C.S.; MACHADO, V.L.L. 1995. Entomofauna visitante de *Belamcanda chinensis* (L.) DC (Iridaceae) durante o período de floração. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(2): 239-250.
- VOGEL, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Akademie der Wissenschaften und der

- Literatur. Tropische undsubtropische Pflanzenwelt  
7. Franz. Steiner Verlag. Wiesbaden. 267p.
- WESSELING, R. A.; ARNOLD, M. L. 2000. Nectar  
production in Louisiana *Iris* hybrids. *International  
Journal of Plant Sciences*, 161(2): 245-251.
- WESTERKAMP, C.; CLAßEN-BOCKHOF, R.  
2007. Bilabiate Flowers: The Ultimate Response to  
Bees? *Annals of Botany*, 100: 361–374.
- WIENS, D. 1984. Ovule survivorship, brood size,  
life history, breeding systems, and reproductive  
success in plants. *Oecologia*, 64: 47-53.
- WIENS, D.; CALVIN, C.L.; WILSON, C.A.;  
DAVERN, C.I., FRANK, D.; SEAVEY, S.R. 1987.  
Reproductive success, spontaneous embryo abortion,  
and genetic load in flowering plants. *Oecologia*, 71:  
501-509.