

Sistemas mistos de polinização em duas espécies de *Maranta* L. (Marantaceae) no Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha, RJ

Mixed pollination systems in two species of Maranta L. (Marantaceae) in the Municipal Natural Park of Serra do Mendanha, RJ

Rejane Gomes Pimentel
Moizes Barros Cordeiro

Resumo

Observações sobre a biologia reprodutiva de *Maranta cristata* Ness & Mart. e *Maranta leuconeura* E. Morren. foram feitas entre outubro de 2014 e dezembro de 2020 no Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha. O período de floração ocorreu de outubro a março. As espécies estudadas possuem antese matutina, flores brancas, pequenas (< 15mm), com guias de néctar nos estaminódios. As espécies foram visitadas por abelhas, besouros, percevejos, formigas, borboletas e moscas. Os polinizadores efetivos foram pequenas abelhas *Trigonopedia* sp. (Smith, 1879) e *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) e moscas (*Philopota* sp. 1 e sp. 2), caracterizando um sistema de polinização misto, ainda não descrito para a família Marantaceae. Houve baixa produção de sementes por meio de polinização natural (< 30%) e plântulas foram observadas.

Palavras-chave

Polinização. *Maranta*. Marantaceae. Mendanha.

Abstract

Observations of the reproductive biology of *Maranta cristata* Ness. & Mart. and *Maranta leuconeura* E. Morren. Were carried out between October 2014 and December 2020 in the Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha. The flowering period ranged from October to March. The species studied have morning, white flowers, small (< 15mm) of nectar stamens. The species were visited by bees, beetles, bedbugs, ants, butterflies, and flies. Effective pollinators were small bees *Trigonopedia* sp. (Smith, 1879) and *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) and flies (*Philopota* sp. 1 e sp. 2), characterizing a mixed pollination system, unprecedented in the Marantaceae family. There was low seed production by means of natural pollination (< 30%) and seedlings were observed.

Keywords

Pollination. *Maranta*. Marantaceae. Mendanha.

1. Introdução

A família Marantaceae compreende cerca de 530 espécies e 31 gêneros de hábito herbáceo com distribuição Pantropical (Braga, 2005). O Neotrópico abriga 450 espécies agrupadas em 14 gêneros, sendo a região de maior riqueza de espécies (Prince; Kress, 2006). A família é um importante componente nas formações vegetais do Brasil (Costa et al., 2011; Jurinitz; Baptista, 2007; Forzza, 2007; Saka, 2017; Luna et al., 2020). Apresentam considerável importância na ornamentação de jardins e parques como plantas de forração, com destaque para os gêneros *Ctenanthe* Eichler, *Goepertia* Ness e *Maranta* (Kennedy, 2000). *M. arundinacea* L. (araruta) é usada na alimentação humana por seus rizomas ricos em amido (Zátare; Vieira, 2005).

As flores de Marantaceae possuem muitos estados de caráter derivados dentro da ordem Zingiberales e são consideradas como polinizadas por abelhas (Specht *et al.*, 2012). A diversidade de Marantaceae neotropicais abrange três clados, proximamente relacionados com gêneros paleotropicals, o clado *Maranta* é o segundo em riqueza específica (Prince; Kress, 2006). Os estudos de biologia reprodutiva realizados na Mata Atlântica com espécies do clado *Maranta* mostram que as flores de *Sarante* e *Stromanthe* apresentam tubo floral curto e largo (< 10mm de comprimento), sendo as abelhas e os beija-flores os principais polinizadores. Por outro lado, *Maranta* e *Hylaeante* apresentam flores com tubo floral longo e fino (entre 15 mm e 21 mm). No entanto, *Hylaeante* tem flores com antese matutina e a polinização é realizada por abelhas e beija-flores, enquanto em *Maranta*, a antese é noturna e a polinização é realizada por Esfingídeos e Noctúlídeos (Locatelli *et al.*, 2004; Teixeira, 2005; Leite; Machado, 2007). A especialização morfológica das flores de Marantaceae resulta em sistemas de polinização com variado grau de especialização ecológica e funcional (Ley; Claßen-Bockhoff, 2009; Melo, 2014). Tal morfologia é apontada como responsável pela maior riqueza de espécies da família em comparação ao grupo irmão, Cannaceae (Kennedy, 2000).

O gênero *Maranta* L. é endêmico do Neotrópico, com aproximadamente 34 espécies encontradas na Amazônia, no Cerrado e na Mata Atlântica. São plantas herbáceas, acaules ou caulescentes, com folhas homótroas (raramente antítroas) e inflorescências compostas (sinflorescências) com numerosas brácteas (Andersson, 1981; Vieira; Souza, 2008).

Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo caracterizar a biologia reprodutiva de duas espécies da família Marantaceae nativas da Mata Atlântica: *Maranta cristata* Ness & Mart. e *Maranta leuconeura* E. Morren. Nosso objetivo é responder às seguintes questões: i) Como é a biologia floral e o horário de antese de *M. cristata* e *M. leuconeura*? ii) Quais são os visitantes florais e seus potenciais polinizadores? iii) As flores apresentam morfometria semelhante e tal semelhança faz com que compartilhem visitantes e polinizadores? iv) Há sobreposição nos eventos de floração e frutificação para as espécies estudadas? v) É possível observar a presença de frutos e plântulas no ambiente natural?

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado no Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha (PNMSM), Rio de Janeiro, que abrange uma área de 1.452 ha e está inserido no maciço Gericinó-Mendanha, (22°48' – 22°51' S e 43°31' – 43°28' W). A vegetação é classificada como Floresta Atlântica e mostra diferentes graus de regeneração. O clima da área é tropical, com inverno seco e verão chuvoso (Aw). A temperatura média anual varia de 18 a 24°C e a média anual de precipitação é de 1.200 a 2.000 mm, com a maior parte da chuva ocorrendo de setembro a março (Nimer, 1989; Pontes, 2015).

Maranta cristata e *M. leuconeura* são ervas rizomatosas, rosuladas, com folhas variegadas, nativas da Floresta Atlântica e utilizadas como plantas de forração em jardins (Yoshida-Arns *et al.*, 2002). Formam populações mistas na borda da mata, área com maior antropização. A primeira espécie pode adicionalmente ser encontrada no interior da mata e na beira de córregos, formando agrupamentos pequenos. São plantas com menos de 40 cm de altura, folhas variegadas, caule aéreo curto ou ausente, com reprodução vegetativa por meio de rizomas.

Para acompanharmos as fenofases de floração e frutificação, dez indivíduos de cada espécie foram marcados aleatoriamente e acompanhados quinzenalmente no período de outubro de 2014 a dezembro de 2020 por meio da observação do número de inflorescências, flores e frutos produzidos (Newstron *et al.*, 1994).

Para cada espécie foram coletadas 30 inflorescências de diferentes indivíduos, e o material foi fixado em FAA 70% e conservado em álcool 70%. Com paquímetro manual foram tomadas medidas dos caracteres listados nas Tabelas 1 e 2. O número de flores por inflorescência foi estimado segundo Melo (2014). Foi contabilizado o número de flores abertas por dia, bem como a longevidade das flores e da inflorescência.

Os períodos de pré-antese, antese e pós-antese, deiscência das anteras e liberação dos grãos de pólen foram observados em campo ou em laboratório em flores marcadas. A viabilidade dos grãos de pólen foi verificada utilizando Carmin Acético (Johansen, 1940; Alexander, 1980) em flores abertas. Testes para detectar a presença de osmóforos foram realizados nas flores em antese com auxílio de Vermelho Neutro (Vogel, 1983).

O acompanhamento de visitantes florais e seus respectivos registros foi realizado com auxílio de binóculo e câmera fotográfica, totalizando 100 horas de observações para cada espécie. Os insetos foram identificados através do registro fotográfico por especialistas. Os visitantes florais foram classificados como polinizadores efetivos quando acionavam o mecanismo do apêndice que libera o estilete de maneira explosiva, ocasionando a deposição de grãos de pólen no corpo do animal. Foram classificados como pilhadores os animais que coletam néctar após o disparo do estilete, ou sem ocasionar tal disparo. Além disso, foram classificados como polinizadores ocasionais os visitantes que podem acionar o apêndice em algumas visitas, mas que em outras perfuram o tubo da corola para coletar néctar sem disparar o mecanismo de deposição de pólen.

A relação fruto/flor foi calculada em flores marcadas em dez indivíduos. Para avaliar a produção de frutos através da polinização natural foram marcadas 118 flores de *M. cristata* e 142 flores de *M. leuconeura*. O sucesso da autopolinização espontânea foi verificado isolando os botões com sacos de organza, permanecendo ensacados até o final da floração, registrando-se o desenvolvimento e/ou o aborto de frutos (Sutherland; Delph, 2012), totalizando 112 flores em *M. cristata* e 141 em *M. leuconeura*. Frutos maduros e sementes (N = 30) foram coletados.

3. Resultados

Maranta cristata e *M. leuconeura* apresentam período de floração de outubro a março e o período de frutificação de novembro a abril. As duas espécies produzem entre três e cinco inflorescências laterais por planta, com longevidade de dez a 15 dias. Cada inflorescência possui pedúnculo e está localizada acima das folhas.

Em *M. cristata*, as inflorescências apresentaram de três a cinco brácteas com três ou quatro címulas por bráctea, sendo estimada a produção média de 27 flores (18-40) por inflorescência com duas flores (0-4) em antese por dia. Já *M. leuconeura* possui duas brácteas com três a seis címulas cada, totalizando 17 flores (12-24) por inflorescência com uma flor (0-3) em antese por dia (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracteres morfológicos florais de *Maranta cristata* e *M. leuconeura*

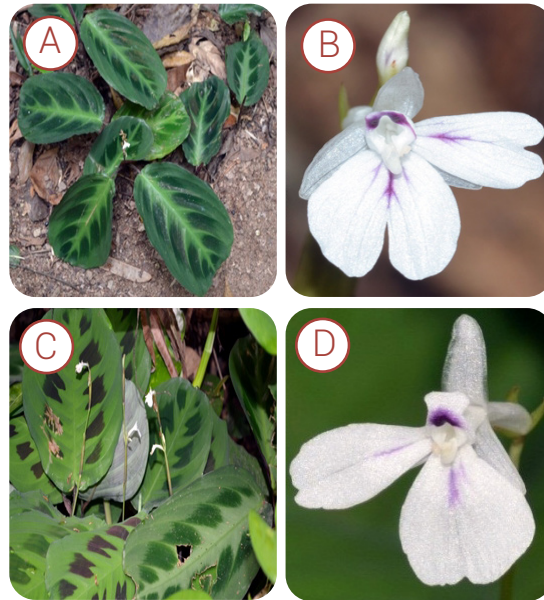
N = 30	<i>Maranta cristata</i>	<i>Maranta leuconeura</i>
Inflorescência	3	3
Flores/Inflorescência	27,6 ± 5,2*	17,6 ± 2,5
Flores em antese/dia	2,6 ± 1,3*	1,6 ± 0,7
Brácteas	3,9 ± 0,35*	2 ± 0
Címulas	3,5 ± 0,5	4,4 ± 0,6*

Valores entre parênteses se referem ao desvio padrão das médias; * = caracteres com diferença significativa

Fonte: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

As flores das duas espécies podem ser vistas na Figura 1. São assimétricas, hermafroditas e brancas; apresentam cálice dialissépalo, trímero e de coloração verde. A corola é trímera, gamopétala é adnada ao androceu e ao gineceu, formando um tubo floral com tricomas na região basal interna. Em *M. cristata* as flores possuem em média 11,77 mm e em *M. leuconeura* o comprimento médio é de 13,83 mm (Tabela 2).

Figura 1 – Hábito de *Maranta* no Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha (RJ)



(A) e (B): *Maranta cristata* Ness & Mart; (C) e (D): *Maranta leuconeura* E. Morren.

Fotos: Rejane Gomes Pimentel

Tabela 2 – Morfometria floral de *Maranta cristata* Ness & Mart. e *Maranta leuconeura* E. Morren.

N = 30	<i>Maranta cristata</i>	<i>Maranta leuconeura</i>
Inflorescência	65,1 ± 11,7	77,7 ± 12,2*
Escapo	54,1 ± 10,6	71,1 ± 11,4*
Flor	11,8 ± 1,2	13,8 ± 1,4*
Comp. Tubo	4,3 ± 0,7	5,6 ± 0,6*
Diam. Tubo	1,9 ± 0,3	2,0 ± 1,9
Sépala	3,9 ± 0,5	4,4 ± 0,6*
Pétala	5,7 ± 0,6	6,2 ± 0,6*
Androceu		
Est. Cuculado	4,6 ± 0,5	4,9 ± 0,4*
Est. Caloso	4,6 ± 0,6	4,9 ± 0,5*
Est. Externo 1	6,9 ± 0,6	9,6 ± 1,0*
Est. Externo 2	6,2 ± 0,7	8,6 ± 1,0*
Gineceu		
Estilete	3,4 ± 0,6	3,5 ± 0,7*
Ovário	1,0 ± 0	1,3 ± 0,4
Lóculos	1,0 ± 0	1,0 ± 0
Óvulos	1 ± 0	1 ± 0

Valores médios expressos em milímetros; * = caracteres com diferença significativa

Fonte: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

As duas espécies são protândricas, com grãos de pólen transferidos para o estilete a partir da única teca fértil, de deiscência rimosa, ainda no botão floral. Na Figura 2A é possível observar o androceu, formado por dois grupos de estaminódios: internos e externos. Os estaminódios externos são petaloides, possuem cor branca, guias de néctar e osmóforos na porção central, e atuam na atração dos visitantes florais e como plataforma de pouso.

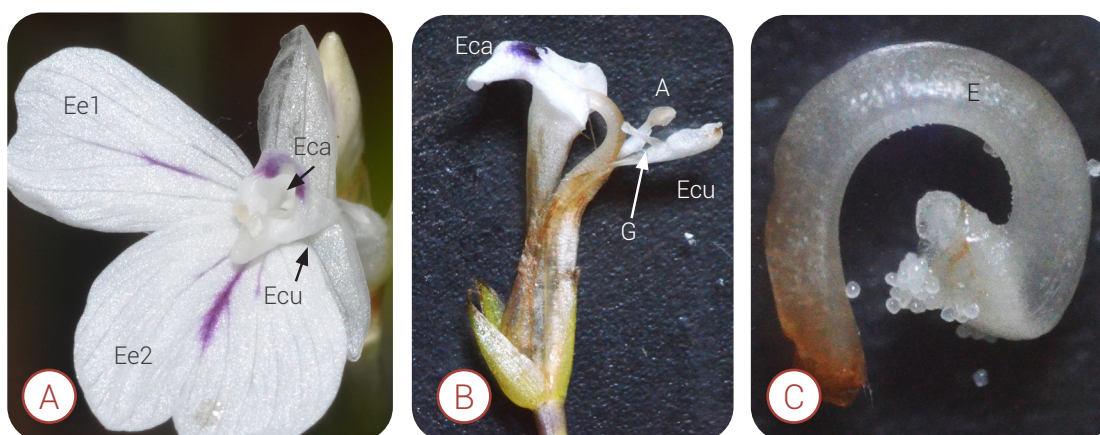
Os estaminódios internos podem ser observados na Figura 2B, sendo diferentes dos externos em tamanho, forma e função, participando em associação ao estilete no mecanismo explosivo de deposição dos grãos de pólen nos polinizadores. O estaminódio cuculado abraça o estilete durante o desenvolvimento floral e o mantém ereto sob tensão. Há uma projeção na região distal, denominada gatilho, cuja pressão que o visitante floral exerce nele, ao tentar acessar o néctar, dispara a liberação do estilete. O estaminódio caloso possui a base intumescida, em forma de calha, que guia o aparelho bucal do visitante em direção à entrada da flor. Ambos os estaminódios do grupo interno possuem guias de néctar.

O estilete é adnato ao tubo da corola apenas em sua região basal e encontra-se preso pelo estaminódio cuculado, que o mantém ereto, em sua posição inicial. A Figura 2C mostra a depressão estilar localizada em oposição à da região estigmática onde os grãos de pólen são depositados na fase de botão, caracterizando a apresentação secundária de pólen. Os grãos de pólen apresentam gordura na superfície e são agregados, com viabilidade polínica alta (100%) para as duas espécies.

Apenas quando o visitante exerce pressão suficiente no gatilho do estaminódio cuculado, o estilete é liberado e se projeta sobre o visitante de maneira explosiva, retirando a carga polínica pré-existente e depositando os grãos de pólen no corpo do animal. Após, o estilete não retorna à posição inicial, assim o movimento do estilete é irreversível, como mostrado na Figura 2B. Posteriormente à visita dos polinizadores, observamos que o estilete repousado no estaminódio caloso ainda apresentava grãos de pólen na depressão estilar e no estaminódio.

O gineceu de ambas as espécies é gamocarpelar, tricarpelar, unilocular, uniovular, apresentando ovário ínfero, pubescente em *M. cristata* e glabro em *M. leuconeura*. O estigma possui uma cavidade e está receptivo ao longo de todo o período de antese. Em *M. cristata* e *M. leuconeura*, a abertura e a receptividade floral são matutinas, com a antese começando aproximadamente às 7 horas e, no período da tarde (14 horas), as flores entram em senescência. Nos meses com temperaturas mais amenas (julho a outubro), as flores permanecem abertas até às 18 horas.

Figura 2 – *Maranta cristata* Ness & Mart.



(A) flor inteira; (B) flor sem o perianto e os estaminódios externos, mostrando o estilete disparado, a antera e o gatilho; (C) estilete disparado, mostrando os grãos de pólen no estigma; Ecu = estaminódio cuculado; Eca = estaminódio caloso; Ee1 = estaminódio externo; Ee2 = estaminódio externo; A = antera; E = estilete; G = gatilho; P = pétala

Fonte: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

No Quadro 1, apresentamos os visitantes florais. Foram observadas espécies de Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Himenoptera e Hemiptera. *Maranta cristata* foi visitada por 11 espécies e *M. leuconeura* por 15 espécies. As duas plantas compartilharam os seguintes polinizadores: duas moscas do gênero *Philopota* Wiedemann (Acroceridae) e duas abelhas, *Plebeia remota* (Holmberg, 1903), (Apidae) e *Trigonopedia* sp. (Smith, 1879). (Arthropiridae) (Figuras 3A, B, C, D e E, respectivamente).

Os polinizadores efetivos aproximam-se frontalmente da flor, pousam nos estaminódios externos e inserem a probóscide no tubo floral. O tempo de visita das moscas é em geral maior e pode chegar a 20 minutos. Os polinizadores visitam flores na mesma inflorescência e em plantas próximas. Quando as espécies ocorrem juntas, há visitas interespecíficas.

A categoria de pilhadores inclui espécies de cinco ordens de insetos. Dos visitantes de *M. leuconeura*, nove espécies estão nessa categoria, enquanto dos visitantes de *M. cristata*, apenas seis. Lepidoptera apresentou três espécies pilhadoras, duas foram observadas em ambas as espécies e uma somente em *M. leuconeura*. Os lepidópteros são considerados pilhadores, pois inserem seu aparelho bucal nas flores. Mas não são capazes de acionar o mecanismo de liberação do estilete e muitas visitas são em flores já disparadas.

Quadro 1 – Visitantes florais observados em *Maranta cristata* Ness & Mart. e *Maranta leuconeura* E. Morren. no Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha (RJ)

Visitante	<i>M. cristata</i>	<i>M. leuconeura</i>	Horário	Comportamento
Diptera				
<i>Philopota</i> sp. 1	X	X	M	Pe
<i>Philopota</i> sp. 2	X	X	M	Pe
Diptero 1		X	M	Pi
Diptero 2	X	X	M	Pi
Coleoptera				
<i>Astylus linneatus</i>	X	X	MT	Pi Pr
Coleoptero 1		X	M	Pi
Lepidoptera				
Lepidoptero 1		X	M	Pi
<i>Urbanus</i> sp.	X	X	MT	Pi
<i>Plebeus</i> sp.	X	X	M	Pi
Himenoptera				
<i>Trigona</i> sp.	X	X	M	Po
<i>Plebeia remota</i>	X	X	MT	Pe
<i>Trigonopedia</i> sp.	X	X	MT	Pe
<i>Tetragonisca angustula</i>	X	X	MT	Po
Himenoptero 1	X	X	M	Pi
Hemiptera				
Hemiptero 1		X	M	Pi

M = manhã; T = Tarde; N = Néctar; E = estaminódio; Pe = Polinizador efetivo; Pi = Pilhador de néctar ou pólen; Po = Polinizador ocasional; Pr = Predador dos estaminódios

Fonte: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

Figura 3 – Visitantes florais de *Maranta cristata* Ness & Mart. e *Maranta leuconeura* E. Morren. no Parque Natural Municipal da Serrado Mendanha (RJ)



(A) *Philopota* sp.; (B) *Philopota* sp. 2; (C) *Paratetrapedia fervida* (Smith, 1879); (D) *Plebeia remota* (Holmberg, 1903); (E) *Trigona* sp.; (F) *Astylus linneatus* (Fabricius, 1775) e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1807)

Foto: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

Trigona sp. (Figura 3E) e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1807) (Apidae) tiveram comportamento similar ao dos polinizadores efetivos em algumas visitas, pousando sobre os estaminódios externos e inserindo o aparelho bucal na flor, mas foram observadas perfurando a base do tubo floral ou coletando néctar em flores já perfuradas noutras visitas, e foram considerados polinizadores ocasionais.

O besouro *Astylus linneatus* (Dasitidae) (Fabricius, 1775) foi observado se alimentando dos estaminódios e/ou copulando nas flores e raque das duas espécies (Figura 3F), outro Coleoptera (não identificado) foi observado apenas em *M. leuconeura*. Diptera sp. 1 (não identificado) foi observado pilhando as duas espécies; Diptera sp. 2 (não identificado), somente em *M. leuconeura*. Uma espécie de formiga (Hymenoptera: Formicidae) foi observada entrando nas flores das duas espécies para coletar néctar, mas seu pequeno tamanho inviabiliza o disparo do estilete.

Destacamos a presença eventual de aranhas que fazem teias nas inflorescências das espécies estudadas, embora interações diretas delas com os visitantes florais não tenham sido observadas.

M. cristata é alógama com relação Fruto/Flor no teste de polinização natural de 24,6% (N = 118 flores) e autopolinização espontânea com menor sucesso reprodutivo (1,8%, onde N = 112 flores), como é possível observar Tabela 3. Enquanto *M. Leuconeura* é alógama com relação Fruto/Flor no teste de polinização natural de 4,9% (N = 142 flores) e sem formação de frutos no experimento de autopolinização espontânea (N = 141 flores).

Os frutos são do tipo cápsula com comprimento de 10,65 mm em *M. cristata* e 14 mm em *M. leuconeura*, apresentando coloração marrom e uma semente, que ocupa todo o fruto, de cor marrom e arilo creme. Nas inflorescências com frutos em dispersão, é possível observar o desenvolvimento de um pulvino na base do escapo e nos entrenós que é capaz de colocar a inflorescência numa posição paralela ao solo, dispersando o fruto entre 10 e 20 cm da planta mãe. Embora as sementes possuam arilo, nenhum animal foi observado. No final período de frutificação, de março e abril, são observadas plântulas oriundas de reprodução sexuada. A germinação é do tipo criptogea, e as primeiras folhas têm morfologia, organização e filotaxia semelhantes à planta adulta.

Tabela 3 – Sucesso reprodutivo de *Maranta cristata* e *M. leuconeura* oriundo de polinização natural e autopolinização

Cruzamentos	<i>M. cristata</i>			<i>M. leuconeura</i>		
	Flores	Frutos	Sucesso	Flores	Frutos	Sucesso
Polinização natural	118	29	24,6%	142	7	4,9%
Autopolinização espontânea	112	2	1,8%	141	0	0%

Fonte: Elaborada por Rejane Gomes Pimentel

4. Discussão

Maranta cristata e *M. leuconeura* diferem das espécies de *Maranta* estudadas por Teixeira (2005) por apresentarem antese matutina (vs. crepuscular), presença de guias de néctar (vs. ausência de guias de néctar) e tubo floral em média menor que 6 mm (vs. maior que 19 mm). O tamanho do tubo floral pode impossibilitar a polinização por lepidópteros diurnos que possuem aparelho bucal maior que o comprimento do tubo.

O comprimento do tubo floral nas espécies de *Maranta* deste trabalho é semelhante às espécies de *Sarante* e *Stromanthe*, mas difere quanto à largura. Na mesma localidade, *Sarante* sp. apresenta tubo floral em forma de vaso com cerca de 3,17 mm de largura em comparação com o tubo floral de 2 mm das espécies em estudo (Cordeiro, M.B., comunicação pessoal). Essas características em conjunto com inflorescências pouco robustas contribuem na exclusão de abelhas grandes (principalmente Apidae) e beija-flores (Trochilidae) que são polinizadores das espécies de *Sarante* e *Stromanthe* (Locatelli *et al.*, 2004; Teixeira, 2005; Leite; Machado, 2007).

As características florais apresentadas por *M. cristata* e *M. leuconeura* – cor branca, guias de néctar, plataforma de pouso, antese matutina, presença de osmofóros e tubo floral curto – são comuns em flores visitadas por moscas nectaríferas e abelhas pequenas (Proctor *et al.*, 1996; Faegri; Van der Pijl, 1979; Varassin; Amaral-Neto, 2014). As espécies em foco são semelhantes em coloração, orientação e tamanho com o tipo “flores horizontais pequenas” identificado por Leye Claßen-Bockhoff (2009), num estudo abrangente de Marantaceae do continente africano, no qual as flores com tais características foram polinizadas por abelhas pequenas.

A liberação explosiva dos grãos de pólen e o movimento irreversível do estilete observados em *M. cristata* e *M. leuconeura* são característicos das flores de Marantaceae. Mecanismos análogos são observados em famílias não relacionadas e em diferentes sistemas de polinização. Nas flores quiropterófilas de *Mucuna* spp. (Fabaceae) (Van der Pijl, 1941 *apud* Brantjes; de Vos, 1981), em espécies miófilas de *Lopezia* (Onagraceae) (Hildebrand, 1866 *apud* Brantjes; de Vos, 1981) e em *M. subsericea* (Mart.) Dubard e *S. obtusifolium* subsp. *Obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. (Sapotaceae) com sistema misto de polinização por abelhas, vespa e borboleta (Gomes *et al.*, 2010).

As populações das espécies supracitadas florescem no mesmo período e ocorrem muito próximas ou misturadas, e, desta forma, os polinizadores realizam visitas em ambas as espécies, podendo gerar

competição ou facilitação ecológica. Wilmer (2011) observou que os dípteros se movem a distâncias curtas, e a taxa de fecundação cruzada realizada por estes pode ser pequena. No caso do presente estudo, as consequências podem incluir deposição interespecífica dos grãos de pólen.

Ollerton *et al.* (2007) mostraram de diferentes modos como espécies podem apresentar sistemas de polinização generalistas. No caso presente, *M. cristata* e *M. leuconeura* são morfologicamente especializadas, compartilharam todos os seis polinizadores (efetivos e ocasionais) e são consideradas com baixa especialização ecológica. Os polinizadores são representantes de duas taxas distintas, mas com comportamento de forrageio similar.

A manutenção de polinizadores em áreas urbanas e antropizadas tem sido foco de debate, e Santos *et al.* (2014) oferece uma revisão do tema e aponta a necessidade de ações favoráveis aos polinizadores. Em *M. cristata* e *M. leuconeura*, destacamos a riqueza de visitantes florais, o período longo de floração e a tolerância à sombra, como características importantes que permitem inserir essas espécies em projetos de paisagismo, agroecossistemas e restauração ambiental como uma ação favorável aos polinizadores.

A produção de frutos oriunda de polinização natural foi maior para *M. cristata* (24,6%) que para *M. leuconeura* (4,9%). Diversos fatores podem ser responsáveis pelo sucesso reprodutivo diferencial – o formato dos estaminódios, o número de flores por inflorescência, o número de flores abertas por dia –, bem como a presença de espécies pilhadoras de néctar e predadores de partes florais.

As sementes de *M. cristata* e *M. leuconeura* são pequenas, de coloração escura, apresentando arilo. Na literatura existem indícios da dispersão por formigas, pássaros e morcegos em Marantaceae (Costa *et al.*, 2008). Entretanto, apenas as primeiras parecem prováveis para as espécies estudadas devido à localização dos frutos, próximos ao solo ou cobertos pela serrapilheira. O mecanismo de dispersão dos frutos, através do destacamento de um pulvino na base e entrenós da inflorescência, é observado em algumas espécies de *Sarante* (Peterson, 1890; Schumann, 1902; Funez *et al.*, 2016), sugerindo que pode ser comum no clado *Maranta* para espécies com inflorescências situadas próximo ao solo.

5. Conclusão

Os resultados apresentados confirmam para as duas espécies (*M. cristata* e *M. leuconeura*) a presença de flores nectaríferas, com antese matutina e protandria; apresentação dos grãos de pólen na depressão estilar ainda na fase de botão; e liberação explosiva de grãos de pólen. O registro dos polinizadores efetivos e ocasionais representados pelas mesmas espécies de abelhas e moscas caracterizam um sistema de polinização generalista, com baixa produção de frutos e sementes por meio de polinização natural, sendo o primeiro registro de polinização por Dípteros para a família Marantaceae e de estudos sobre Biologia Reprodutiva para o Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha.

Agradecimentos

À Prefeitura do Rio de Janeiro, pela autorização do Projeto de Pesquisa. À professora Favízia Freitas de Oliveira, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), pela identificação das abelhas. À AGEVAP e ao Comitê Guandu, pelo auxílio financeiro nos anos de 2020 a 2022.

Referências

- ALEXANDER, M. P. A versatile stain for pollen, fungi yeast and bacteria. **Stain Technology**, v. 55, n. 1, p. 13-18, 1980.
- ANDERSSON, L. The neotropical genera of Marantaceae: circumscription and relationships. **Nordic Journal of Botany**, Copenhagen, v. 1, n. 2, p. 218-245, 1981.
- BRAGA, J. M. A. Marantaceae: novidades taxonômicas e nomenclaturais III: tipificações, sinônímias e uma nova combinação em *Calathea*. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 763-768, 2005.
- BRANTJES, N. B. M.; DE VOS, O. C. The explosive release of pollen in flowers of *Hyptis* (Lamiaceae). **New Phytology**, v. 87, n. 2, p. 425-430, 1981.
- COSTA, F. R. C.; ESPINELLI, F. P.; FIGUEREDO, F. O. G.; WILLIAM, E. M. **Guia de espécies de zingiberales dos sítios PPBio na Amazônia Ocidental brasileira**. Manaus: INPA, 2011. 282 p.
- COSTA, F. R.; ESPINELLI, F. P.; FIGUEIREDO, F. O. G. **Guia de Marantaceas da Reserva Ducke e da Rebio Uatumã, Amazônia Central**. Manaus: INPA, 2008. 154 p.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 2. ed. Oxford, UK: Pergamon Press, 1979. 244 p.
- FORZZA, R. C. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Marantaceae. **Rodriguésia**, v. 58, n. 3, p. 533-543, jul./sep. 2007.
- GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A.; SANTIAGO-FERNANDES, L. D. R. Biologia floral de *Manilkara subsericeae* de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) em restinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 2, p. 271-283, jun. 2010.
- HORVITZ, C. C.; SCHEMSKE, D. W. Spatiotemporal variation in insect mutualists of a neotropical herb. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1085-1097, jun. 1990.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Company Inc, 1940. xi, 523 p.
- JURINITZ, C. F.; BAPTISTA, L. R. M. Monocotiledôneas terrícolas em um fragmento de floresta ombrófila densa no litoral norte do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 09-17, 2007.
- KENNEDY, H. Diversification in pollination mechanisms in the Marantaceae. In: WILSON, K. L.; MORRISON, D. A. (ed.). **Monocots: systematics and evolution**, Collingwood: CSIRO Publishing, 2000. p. 335-344.
- LEITE, A. R.; MACHADO, I. C. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 221-231, 2007.
- LEY, A. C.; CLABEN-BOCKHOFF, R. Pollination syndromes in African Marantaceae. **Annals of Botany**, v. 104, n. 1, p. 41-56, 2009.
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C.; MEDEIROS, P. *Sarante klotzchiana* (Koer.) Eichl. (Marantaceae) e seu mecanismo de explosivo de polinização. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 757-765, out. 2004.
- LUNA, N. K. M.; PESSOA, E.; ALVES, M. Sinopse de Marantaceae no Estado de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, 2020.
- MELO, L. N. T. **Aspectos da biologia floral, sucesso reprodutivo e polinização de cinco espécies de Marantaceae na Amazônia Central**. 2014. Tese (Doutorado em Diversidade Biológica) - Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 141-159, jun. 1994.

NIMER, E. **Climatologia no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.

NOLASCO, E. C.; COELHO, A. G.; MACHADO, C. G. Primeiro registro de ornitofilia confirmado em *Calathea* (Marantaceae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 29, n. 5, p. 1328-1338, sept./oct. 2013.

OLLERTON, J.; KILLICK, A.; LANBORN, E.; WATTS, S.; WHISTON, M. Multiple meanings and modes: on the many ways to be a generalist flower. **Taxon**, v. 56, n. 3, p. 717-728, oct. 2007.

PONTES, J. A. L. (org.). **Biodiversidade carioca: segredos revelados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Ed., 2015. 361 p.

PRINCE, L. M.; KRESS, W. J. Phylogenetic relationships and classification in Marantaceae: insights from plastid DNA sequence data. **Taxon**, v. 55, n. 2, p. 281-296, 2006.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Portland, US: Timber Press, 1996. 479 p.

SAKA, M. N. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Marantaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 3, ed. esp. p. 987-990, 2017.

SANTOS, I. A.; AIZEN, M.; SILVA, C. I. Conservação dos polinizadores. In: RECH, R. A.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 493-526.

SCHUMANN, K. **IV. 48: Marantaceae**. Weinheim, DE: H. R. Engelmann, 1902. 184 p. (Das Pflanzenreich, Heft 11).

SPECHT, C. D.; YOCKTENG, R.; ALMEIDA, A. M.; KIRCHOFF, B. K.; KRESS, W. J. Homoplasy, pollination, and emerging complexity during the evolution of floral development in the tropical gingers (Zingiberales). **The New York Botanical Garden**, v. 78, p. 440-462, 18 dec. 2012.

SUTHERLAND, S.; DELPH, L. F. On the importance of male fitness in plants: patterns of fruit-set. **Ecology**, v. 65, n. 4, p. 1093-1104, aug. 1984.

TEIXEIRA, L. A. G. **Mecanismo de polinização e sistema reprodutivo de espécies de Marantaceae da Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Nordeste do Brasil**. 2005. 123 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

VARASSIN, I. G.; AMARAL-NETO, L. P. Atrativos. In: RECH, R. A.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 151-171.

VIEIRA, S.; SOUZA, V. Four new species of *Maranta* L. (Marantaceae) from Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 158, n. 1, p. 131-139, 2008.

VOGEL, S. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H. (ed.). **Physiological Plant Ecology III**. Berlin: Springer, 1983. p. 559-624. (Encyclopedia of plant physiology, v. 12 C).

WILMER, P. **Pollination and floral ecology**. Princeton, US: Princeton University Press, 2011. 778 p.

YOSHIDA-ARN, S. K. N.; MAYO, S.; ALVES, M. C. O Gênero *Stromanthe* Sond. (Marantaceae) no estado de Pernambuco-Nordeste do Brasil. **Ernstia**, v. 12, p. 31-42, 2002c.

YOSHIDA-ARNS, K. N.; MAYO S & ALVES M. C. O Gênero *Maranta* L. (Marantaceae) no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Insula**, v. 31, p. 39-57, 2002b.

YOSHIDA-ARNS, K. N.; MAYO, S.; ALVES, M. C. Morfologia de Marantaceae ocorrente no estado de Pernambuco, Brasil. **Iheringia**, v. 57, n. 1, p. 3-20, 2002a.

YOSHIDA-ARNS, K. N.; MAYO, S.; ALVES, M. V. O gênero *Maranta* L. (Marantaceae) no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 31, p. 39-57, 2002.

Bibliografia

AGOSTINI, K. **Ecologia da polinização de *Mucuna* SP. NOV. (Fabaceae) no litoral norte de São Paulo, Brasil**. 2004. 97 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

ANDERSSON, L. Revision of *Maranta* subgen. *Maranta* (Marantaceae). **Nordic Journal of Botany**, v. 6, n. 6, p. 729-756, dec. 1986.

ANDERSSON, L.; CHASE, M. W. Phylogeny and classification of Marantaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 135, n. 3, p. 275-287, mar. 2001.

AYRES, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências Bio-médicas. 4. ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364 p. Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>. Acesso em: 19 jan. 2018.

BARRETO, A. A.; FREITAS, L. Atributos florais em um sistema de polinização especializado: *Calathea cylindrica* (Roscoe) K. Schum. (Marantaceae) e abelhas Euglossini. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 421-431, set. 2007

CARVALHO, R.; MACHADO, I. C. *Rodriguezia bahiensis* Rchb.f.: biologia floral, polinizadores e primeiro registro de polinização por Moscas Acroceridae em Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 461-470, 2006.

DOCTERS VAN LEEUWEN, W.M. On the biology of some Javanese Loranthaceae and the role birds play in their life-historie. **Beaufortia**, v. 4, n. 41, p. 105-207, 1954.

FUNEZ, L. A.; HASSEMER, G.; TREVISAN, R. Rediscovery, typification, and conservation assessment of *Sarantia us-tula* (Marantaceae). **Phytotaxa**, v. 255, n. 1, p. 91-98, apr. 2016.

KENNEDY, H. **Systematics and pollination of the "closed-flowered" species of *Calathea* (Marantaceae)**. Berkeley, US: University of California Press, 1978. 90 p. (University of California Publications in Botany, v. 71). Disponível em: books.google.com.br. Acesso em: 20 dez. 2013.

KENNEDY, H. Unusual floral morphology in a high altitude *Calathea* (Marantaceae). **Brenesia**, n. 12-13, p. 1-9, 1977.

LINDLEY, J. *Maranta zebrina*. In: LINDLEY, J. **Botanical Register**. [S. l.: s. n.], 1819. p. 1210.

LUNA, N. K. M.; PESSOAS, E.; ALVES, M. Synopsis of Marantaceae in the State of Pernambuco, Brazil. **Rodriguésia**, v. 70, 2020.

McDADE, L. A.; BAWA, K. S.; HESPENHEIDE, H. A.; HATSHO, G. S. **La selva**: ecology and natural history of a neotropical rain forest. Chicago, US: University of Chicago Press, 1993. p. 161-387.

MELO, L. N. T. **Biologia floral e polinização de duas espécies de Marantaceae em duas florestas de terra-firme na Amazônia Central**. 2008. 84 f. Tese (Doutorado em Diversidade Biológica) - Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, 2008.

MURCIA, C. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. *In*: SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. (ed.). **Forest patches in tropical landscapes**. London: Island Press, 1995. p. 19-36.

PETERSEN, O. G. Marantaceae. *In*: VON MARTIUS, F. C. P. (ed.). **Flora brasiliensis**. Vindobonae: Frid. Beck, 1890. p. 81-172. v. 3, pt. 3, tab. 18-50.

PONTES, J. A. L.; PONTES, R. C.; ROCHA, C. F. D. The snake community of Serra do Mendanha, in Rio de Janeiro State, southeastern Brazil: composition, abundance, richness and diversity in areas with different conservation degrees. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, SP, v. 69, n. 3, p. 795-804, aug. 2009.

PONTES, J. A. L.; ROCHA, C. F. D. **Serpentes da Serra do Mendanha, Rio de Janeiro, RJ**: ecologia e conservação. Rio de Janeiro: Technical Books, 2008. 147 p.

ZÁRARE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção da araruta 'comum' proveniente de três tipos de propágulos. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, MG, v. 29, n. 5, p. 995-1000, set./ out. 2005.

Sobre os autores

Rejane Gomes Pimentel

Doutora, mestra e graduada em Ciências Biológicas – Botânica pelo Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/9530331168069325>

Moizes Barros Cordeiro

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Professor do Ensino Fundamental e Médio. <http://lattes.cnpq.br/7710266276575928>