

Sistema reprodutivo e polinização de *Lepidagathis sessilifolia* (Pohl) Kameyama ex Wassh. & J.R.I. Wood (Acanthaceae), em remanescente florestal da região sudoeste de Mato Grosso, Brasil

Celice Alexandre SILVA¹, Grecieli Aparecida NOGUEIRA¹

RESUMO

O gênero *Lepidagathis* apresenta distribuição pantropical com cerca de 100 espécies. No Brasil ocorrem 16 espécies, a maioria nas regiões Centro - Oeste e Sudeste. O estudo foi realizado em sub - bosque de remanescente florestal do município de Tangará da Serra - MT e teve como objetivo analisar a fenologia de floração, descrever a morfologia e biologia floral, verificar os visitantes florais e avaliar o sistema e o sucesso reprodutivo por meio de polinizações manuais. *Lepidagathis sessilifolia* apresenta inflorescências espiciformes, terminais, com cálice de cor rósea vistosa e corola de coloração branco-rósea. A floração ficou restrita aos meses de março a abril, durante a estação chuvosa. A senescência floral ocorreu após 24 ou 48 horas. A viabilidade dos grãos de pólen foi elevada (92,5%). O único polinizador observado visitando as flores de *L. sessilifolia* foi a abelha *Partamona nhambiquara* (Apidae – Meliponini). O sistema reprodutivo misto da espécie é caracterizado pela formação de frutos por meio de agamosperma, autopolinização e polinização cruzada. Esse sistema reprodutivo flexível é vantajoso, pois, garante a manutenção da espécie na área de estudo mesmo na ausência de polinizadores.

PALAVRAS-CHAVE: Agamosperma, autopolinização, biologia floral, estratégia reprodutiva, fenologia reprodutiva

Breeding system and pollination of *Lepidagathis sessilifolia* (Pohl) Kameyama Wassh ex. & J.R.I.Wood (Acanthaceae) in remnant forest in the southwest region of Mato Grosso, Brazil

ABSTRACT

The genus *Lepidagathis* has pantropical distribution and about 100 species, 16 occurring in Brazil, mostly in the Midwest and Southeast regions. The research was carried out to evaluate in the understory of a forest remnant in Tangará da Serra County - MT to examine the flowering phenology, describe the floral morphology and biology and verify the floral visitors to evaluate the system and reproductive success through hand pollination tests. *Lepidagathis sessilifolia* shows spiciform and terminal inflorescence with calyx of pink color and corolla whitish-pink. Flowering was restricted from March to April, during the rainy season. Floral senescence occurred after 24 or 48 hours. The viability of pollen grains was high (92.5%). The effective pollinator of *L. sessilifolia* was *Partamona nhambiquara* (Apidae - Meliponini). The mixed mating system of the species is characterized by the formation of fruits by agamospermy, self and cross-pollination, spontaneous self-pollination, agamospermy and outcrossing. This flexible reproductive system is advantageous because it ensures the maintenance of species in the study area even in the absence of pollinators.

KEYWORDS: Agamospermy, floral biology, reproductive phenology, reproductive strategy, selfing

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso. Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA). Rodovia MT 358 Km 7,5 Jd Aeroporto, 78300-000. Tangará da Serra-MT. celicealexandre645@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Acanthaceae são importantes componentes de florestas tropicais e comunidades subtropicais em todo o mundo e ocupam a uma ampla variedade de tipos de habitats (McDade 1984). Representantes dessa família são ervas de base lenhosa, eretas ou prostradas, subarbustos, arbustos ou, raramente, árvores de pequeno porte. Inflorescência, em geral, racemosa ou paniculada, espiciformes e com brácteas vistosas. Os frutos são cápsulas com deiscência explosiva, ou raramente drupa (Braz *et al.* 2000) de polinização predominantemente entomófila (McDade e Turner 1997). Possui cerca de 200 gêneros e 3000 espécies, o Brasil representa um dos principais centros de diversidade dessa família, com aproximadamente 41 gêneros e 432 espécies (Profice *et al.* 2010), ocorrentes tanto em áreas abertas quanto florestais, representadas na Mata Atlântica e em florestas mesófilas das Regiões Sudeste e Centro - Oeste (Kameyama 2006).

A delimitação filogenética de Acanthaceae é complexa. McDade *et al.* (2008) apontam a necessidade de novas pesquisas para testar a monofilia de alguns gêneros e revisar a disposição taxonômica de alguns taxons.

Lepidagathis (*sensu lato*) é um gênero polifilético e pode apresentar um complexo padrão de vicariância, dispersão e/ou extinção dentro do grupo (McDade *et al.* 2008). Características florais (Kameyama 2008), de morfologia de pólen e análises filogenéticas, baseadas em dados moleculares, têm sido utilizadas para conhecer as relações filogenéticas e biogeográficas dentro do gênero (McDade *et al.* 2008).

Estudos sobre a biologia reprodutiva de espécies de Acanthaceae no Brasil são escassos. A fenologia de floração, biologia da polinização e reprodução de *Ruellia brevifolia* (Pohl) C. Ezcurra foi acompanhada em mata semidecídua de Campinas - SP (Sigrist e Sazima 2002). Nessa espécie foi observada a presença de flores casmógamas (polinização na antese) e cleistógamas (polinização sem antese). Os aspectos reprodutivos de seis espécies de Acanthaceae foram estudados em um remanescente florestal de Viçosa - MG (Braz *et al.* 2000; Lima e Vieira 2006). Dentre as três espécies de *Ruellia*, duas eram cleistógamas e floresceram durante todo o ano, a presença de reprodução sexuada e assexuada também foi registrada para essas espécies (Lima e Vieira 2006). Morcegos (Vogel *et al.* 2004), beija-flores (Sigrist e Sazima 2002; Lima e Vieira 2006), abelhas (Lima e Vieira 2006; Döll *et al.* 2007; Griffiths *et al.* 2010) e borboletas (Sigrist e Sazima 2002) foram os principais visitantes florais já registrados em espécies de Acanthaceae.

Os objetivos desse estudo foram: (i) examinar a morfologia floral e a fenologia reprodutiva de *L. sessilifolia* (Pohl) Kameyama ex Wassh. & J.R.I. Wood.; (ii) identificar os polinizadores efetivos e observar o comportamento da visita e (iii) determinar o tipo de sistema reprodutivo da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido de março de 2009 a maio de 2011 em sub-bosque de remanescente (cerca de 18 ha) de floresta estacional semidecídua (Sasaki *et al.* 2010), localizado no município de Tangará da Serra (14°04' S e 57°03' W), região sudoeste do Estado de Mato Grosso. O município de Tangará da Serra apresenta uma altitude de 423 m e clima tropical chuvoso, quente e úmido, com duas estações bem definidas: período chuvoso entre setembro e abril e período de estiagem entre maio e agosto com precipitação média anual de 1.830 mm. A temperatura média anual é de 24,4 °C a 26,1 °C, com umidade relativa do ar de 70 - 80% (Dallacort *et al.* 2010).

Os solos da região são do tipo areno-argilosos, distróficos ou de baixa fertilidade. Atualmente, a vegetação original da região encontra-se fragmentada circundada por grandes monoculturas de soja e milho e seus remanescentes tem sido considerados prioritários para investigação científica. Os dados climatológicos foram fornecidos pela estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET instalada na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Biologia floral e polinização

Para os estudos fenológicos foram identificados e etiquetados aleatoriamente 20 indivíduos reprodutivos no interior e borda de mata, durante o ano de 2009. Estes indivíduos foram acompanhados semanalmente, durante todo o período de floração e frutificação. Neles foram contados: o número de inflorescência por indivíduo e o número de botões e de flores abertas por inflorescência. Durante o período de frutificação foi contado o número de frutos por inflorescência e o número de sementes por frutos produzidos por 20 inflorescências.

O material testemunho (C.A. Silva 74) foi depositado nos herbários da Universidade do Estado de Mato Grosso, *campus* de Tangará da Serra - MT (TANG) e no Instituto de Botânica de São Paulo (SP 412.940).

A biologia floral foi registrada em 16 flores de 16 indivíduos. A longevidade floral foi observada em 10 indivíduos nas fases de botão e, desde a pré-antese até o estado de senescência. A senescência foi caracterizada pela perda de brilho e mudança na coloração da corola do rósea a marrom e com a queda dos órgãos reprodutivos.

A receptividade do estigma foi verificada durante a pré-antese e antese. Para determinar quando os estigmas estavam receptivos, foram retirados os pistilos de flores em diferentes inflorescências (N=6) de *L. sessilifolia* e em diferentes estádios de desenvolvimento (botões fechados e flores abertas de 1 - 2 dias), esses foram submersos em solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 3% e monitorado a intensidade de formação de bolhas (Dafni 1994).

Para as avaliações sobre a morfometria floral foram coletadas, aleatoriamente, 10 inflorescências e estocadas em etanol 70%, posteriormente foram medidas com auxílio de paquímetro, papel milimetrado e estereomicroscópio, as seguintes variáveis: comprimento da inflorescência, das bractéolas, do cálice, da corola, dos estames e do pistilo.

Para testar a viabilidade dos grãos de pólen, foram coletados cinco botões em pré-antese de cinco indivíduos. Estes botões foram estocados em ácido acético. Posteriormente, todas as anteras de cada botão foram maceradas em lâmina e coradas com carmim acético 2% (Radford *et al.* 1974). As lâminas montadas foram observadas em microscópio óptico, utilizando-se as objetivas de 10 X e 40 X. Em cada lâmina foram contados até 200 grãos de pólen. A coloração do citoplasma e a morfologia do grão de pólen foram usadas como critério de avaliação da viabilidade polínica (Kearns e Inouye 1993).

A identificação de polinizadores potenciais de *L. sessilifolia* foi realizada durante o pico de floração da espécie. Observações foram conduzidas por meio de visualizações diretas e registros fotográficos, durante cinco dias consecutivos, em horários alternados de manhã e de tarde, totalizando 18 horas de observação. A cada dia de observação foi registrado: o horário e a duração das visitas, o comportamento dos visitantes e o recurso floral coletado. Os insetos visitantes foram coletados, mortos e montados com alfinetes entomológicos para posterior identificação por um taxonomista. Espécimes testemunhos estão depositados no Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Sistema reprodutivo

O sistema reprodutivo foi investigado no campo, durante os anos de 2010 e 2011. Em cada tratamento foram utilizadas flores de 43 indivíduos. Os tratamentos foram: autopolinização espontânea (flores isoladas com sacos de organza e não manipuladas), autopolinização manual (flores isoladas com sacos de organza e polinizadas com o próprio pólen ou de outras flores do mesmo indivíduo), agamospermia (emasculações na pré - antese, de botões isolados), polinização cruzada (botões isolados na pré-antese e polinizadas com flores de outros indivíduos) e controle (flores mantidas em condições naturais) (Radford *et al.* 1974).

Foram registrados o número de frutos/tratamento e o número médio de sementes/fruto em todos os tratamentos. O índice de autoincompatibilidade (ISI) foi calculado pela divisão da razão fruto/flor após autopolinização manual pela razão fruto/flor após polinização cruzada manual (Zapata e Arroyo 1978).

Análises dos dados

Análises estatísticas foram conduzidas usando General Linear Model, no software Statistica versão 5.5. Foi utilizado o

teste de Tukey para analisar as diferenças entre os tratamentos do sistema reprodutivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biologia floral e polinização

A floração de *L. sessilifolia* no ano de 2009 e 2010 foi restrita aos meses de março e abril, com pico no final de março, durante a estação chuvosa. Em cada episódio reprodutivo, os 20 indivíduos estudados apresentaram $\bar{X} = 5,5 \pm 2,12$; N = 122 botões e $\bar{X} = 3,0 \pm 0,3$; N = 70 flores. A frutificação iniciou no final de abril se estendendo até julho, durante a estação seca. O número de frutos e sementes por inflorescência foi $\bar{X} = 49,5 \pm 7,77$; N = 920 e $\bar{X} = 27,5 \pm 9,19$; N = 493 respectivamente. Um mês após o término da frutificação os ramos secaram, rebrotando no início da próxima estação chuvosa.

O padrão fenológico observado em *L. sessilifolia* é diferente ao observado em outras espécies de Acanthaceae como *Ruellia* sp. (Sigrist e Sazima 2002; Lima e Vieira 2006) e *Isoglossa woodii* C.B. Clarke (Griffiths *et al.* 2010). Nessas espécies a floração foi registrada durante quase todo o ano, com picos durante a estação chuvosa. Em *L. sessilifolia* o curto período de floração acompanhado pela concomitante formação e dispersão de frutos parece ser uma estratégia para maximizar a reprodução da espécie.

Lepidagathis sessilifolia produziu $\bar{X} = 1,13 \pm 0,35$ inflorescências por indivíduo (N = 20). Cada inflorescência abriga de dois a 28 botões florais e o número médio de flores abertas por inflorescência/dia foi de $\bar{X} = 0,08 \pm 0,27$; N = 12. O florescimento foi acropétalo e, em certo momento, nas inflorescências podiam ser encontrados, botões florais fechados, flores em vários estágios de desenvolvimento e formação de frutos e sementes. As inflorescências de *L. sessilifolia* são espiciformes e terminais (Figura 1A), constituídas por duas bractéolas laterais e uma bractea fértil, rosadas e vistosas (Figura 1B). O cálice é constituído por duas sépalas dorsais unidas em cerca de $\frac{3}{4}$ na base, uma sépala ventral e duas sépalas laterais (Figura 1C). A corola é tubular, formada por quatro pétalas, zigomorfa, branco-rósea (Figura 1C). Estames didínamos (Figura 1D), com anteras bitecas nos estames superiores e monotecas nos inferiores, basifixas, rimosas (Figura 1E), o ovário é súpero com disco nectarífero e estilete terminal (Figura 1D - F), o fruto é do tipo cápsula (Figura 1G) com até quatro sementes discoides (Figura 1H). O conjunto de inflorescência e cálice serve como atrativo visual para os polinizadores.

A antese das flores de *L. sessilifolia* ocorreu entre 7:00 - 9:00 h, período em que todos os lobos da corola encontravam-se abertos. A senescência se deu após 24 h ou 48 h, quando a

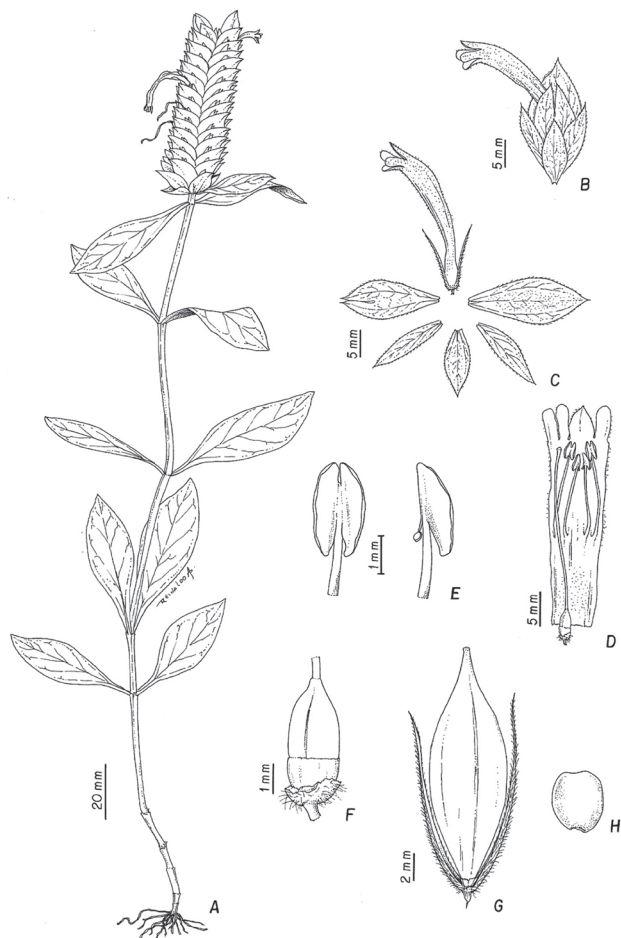


Figura 1 - *Lepidagathis sessilifolia*: A. Hábito; B-C. Morfologia do cálice e corola; D. Corola aberta evidenciando os estames didínamos e pistilo; E. Anteras basifixas; F. Ovário súpero com estilete terminal; G. Fruto capsular; H. Semente.

corola apresentou coloração opaca e murcha. Foi observada a queda da corola antes mesmo de iniciar a senescência, em virtude dos ataques de formigas (*Componotus* sp.). O teste de peroxidase constatou que o estigma encontrava-se receptivo em ambas as fases da floração (pré-antese e antese), período em que as anteras também estavam liberando grãos de pólen. *Lepidagathis sessilifolia* também oferece néctar como recurso floral e ele permaneceu disponível durante toda a antese floral. Foi encontrada pequena variação morfológica entre as flores mensuradas (Tabela 1).

A abelha *Partamona nhambiquara* (Apidae - Meliponini) foi o único visitante floral de *L. sessilifolia*. Esta abelha visitava todas as flores abertas e foi observada fazendo repetidas visitas nas plantas acompanhadas durante o estudo. *Partamona nhambiquara* iniciava suas atividades logo após a abertura das flores, o horário de visita ficou restrito ao período da manhã, das 7:00 às 09:00 h, não sendo verificada nenhuma visita durante as observações no período da tarde.

Tabela 1 - Médias (\bar{X}) e desvio padrão (DP) das estruturas florais de *Lepidagathis sessilifolia* em fragmento florestal no município de Tangará da Serra - MT.

Estruturas Comprimento/ (cm)	Variação	\bar{X}	DP
Inflorescência	3,2 - 6,8	5,95	0,49
Corola	3,0 - 3,8	3,35	0,21
Lobos da corola	0,4 - 0,6	0,50	0,00
Brácteolas laterais	2,2 - 2,4	2,25	0,07
Sépalas dorsais lobada	1,6 - 1,9	1,80	0,00
Sépalas laterais	1,3 - 1,8	1,30	0,00
Estame superior	1,1 - 1,7	1,55	0,21
Estame inferior	0,9 - 1,5	1,35	0,21
Anteras bitecas	0,2 - 0,4	0,20	0,00
Pistilo	2,3 - 3,4	3,10	0,42

Inicialmente, o inseto realizava um voo de reconhecimento sobre as flores, no qual voava em frente à mesma por cerca de 30 - 60 segundos. Em seguida, a abelha pousava sobre os lacínios da corola, permanecendo aproximadamente por um minuto, ao pousar na flor a abelha introduzia o corpo na câmara corolínica, nesse momento contactava estigma e anteras ao coletar os grãos de pólen. Subsequentemente, a mesma saía da corola com as pernas e a parte ventral do abdômen e tórax cobertas de pólen. Este comportamento foi observado em todos os indivíduos analisados. Embora tenha se observado uma baixa diversidade de polinizadores diurnos no local de estudo, a morfologia floral e a antese da flor por um período de 24 - 48 horas não deve ser negligenciada logo, o número de polinizadores pode estar subestimado, pois não houve observações noturnas. A disponibilidade de polinizadores diurnos e noturnos sugere a possibilidade de doação e recebimento de pólen 24 horas por dia, aumentando assim o sucesso reprodutivo da espécie (Jennersten 1988).

Partamona nhambiquara foi considerada como polinizadora efetiva de *L. sessilifolia*. Abelhas deste gênero ocorrem em áreas de matas, cerrados, caatinga e em regiões montanhosas. Algumas estão presentes em ambientes antrópicos e utilizam uma ampla variedade de substratos para nidificação (Pedro e Camargo 2003). Além da importância das abelhas nativas na polinização em geral, constatou-se a importância das pequenas abelhas na polinização de espécies de sub-bosque de florestas tropicais.

A restrição das visitas em *L. sessilifolia* apenas no período da manhã, pode estar relacionada às condições climáticas, em que temperatura e radiação solar favoráveis promovem maior atividade de forrageamento de *P. nhambiquara*. Estudos revelam que os estratos florestais e os recursos florais são de suma importância para a manutenção de determinadas

espécies de abelhas (Roubik 1993). Os resultados apresentados no presente estudo estão em conformidade aos observados por Döll *et al.* (2007) que encontraram correlações positivas entre as taxas de visitas e a temperatura e radiação solar em *Justicia rusbyi* (Lindau) V.A.W. Graham (Acanthaceae). Altas temperaturas e radiação solar também aumentaram a taxa de visitação em *Dicerandra frutescens* Shinnery (Deyrup e Menges 1997).

Sistema reprodutivo

Lepidagathis sessilifolia é autocompatível e agamospérmica (Tabela 2). As frutificações obtidas nas autopolinizações manuais e espontâneas (Tabela 2) demonstram a inexistência de mecanismos que dificultem essa estratégia reprodutiva. Os valores percentuais de frutificação obtidos na autopolinização manual não diferiram estatisticamente dos valores obtidos na polinização cruzada (Tabela 2). A porcentagem de frutos formados na autopolinização espontânea foi significativamente menor que a apresentada nos testes agamospérmicos (Tabela 2). Os valores médios de sementes por fruto em tratamentos de autopolinização manual foram semelhantes aos valores obtidos nos tratamentos de polinização cruzada e no controle (Tabela 2).

O índice de autocompatibilidade foi 0,93 ($\bar{X} = 47,83 \pm 3,07$) (N=82), amostras com índices > 0,75 são descritas como autocompatíveis (Bullock 1985). A viabilidade nos grãos de pólen foi alta $\bar{X} = 92,5 \pm 8,48$.

A autocompatibilidade apresentada por *L. sessilifolia* pode ser favorecida pelo fato de haver receptividade no estigma e liberação de grãos de pólen antes mesmo da antese, além da inexistência de hercogamia entre os órgãos reprodutivos.

Os frutos observados no controle podem estar relacionados à ocorrência das autopolinizações espontâneas e das polinizações realizadas por polinizadores, em que o baixo número de flores abertas por indivíduos/dia tende a minimizar

a geitonogamia. Estudos posteriores são exigidos para esclarecer a viabilidade e taxa de germinação das sementes oriundas dos tratamentos de polinizações controladas de *L. sessilifolia*.

Pesquisas em Lamiales-Scrophulariales *sensu* amplo registraram a ocorrência de uma diversidade de sistemas reprodutivos, desde a polinização cruzada obrigatória até autogamia (Endress 1994). Tratamentos de autopolinização realizados nas espécies de *Ruellia menthoides* Hiern, *R. brevifolia* e *R. subsessilis* Lindau ex Glaz (Lima e Vieira 2006) e em *Isoglossa woodii* (Griffiths *et al.* 2010), obtiveram percentuais similares na formação desses frutos, confirmando a autocompatibilidade na família Acanthaceae. Por outro lado, alta frequência de autofecundação, via geitonogamia, autogamia, agamospermia ou autopolinização biparental, pode acarretar em depressão endogâmica, na presença de genes deletérios na população (Richards 1997).

A autogamia de *L. sessilifolia* parece ser vantajosa, considerando o histórico de desflorestamento da área de estudo. No processo de fragmentação florestal pode ter ocorrido a extinção ou quase, de muitos animais antófilos. Escassez de visitantes florais foi registrada em flores de *Ruellia menthoides* em um remanescente florestal no município de Viçosa - MG e em *Justicia rusbyi* (Acanthaceae) em sub-bosque de florestas tropicais bolivianas (Döll *et al.* 2007).

Embora questões-chave permaneçam a respeito da manutenção de um sistema reprodutivo misto (Goodwille *et al.* 2005), convencionou-se dizer que essa estratégia reprodutiva é significativa, especialmente em espécies pouco colonizadoras e que ocupam habitats heterogêneos ou marginais (Mackiewicz *et al.* 2006), tal como observado em *L. sessilifolia*. Um sistema reprodutivo alternativo aliado a morfologia floral não especializada agrega uma segurança reprodutiva na permanência da espécie na área estudada, garantindo a manutenção do ciclo reprodutivo que muitas vezes pode levar ao endemismo ou a extinção local (Vieira e Grabalhos 2003).

CONCLUSÕES

A floração de *L. sessilifolia* foi restrita a dois meses por ano, durante a estação chuvosa. A antese ocorreu no período de 7:00 às 9:00 h e tem duração de 24 a 48 h. A abelha *Partamona nhambiquara* foi o único visitante observado em flores de *L. sessilifolia*. Esta abelha contactava estigma e anteras em suas visitas e pode ser considerado o polinizador efetivo da espécie.

Dentre os tratamentos de polinizações controladas, as maiores porcentagens de frutos e sementes foram obtidas no tratamento agamospérmico. O sistema reprodutivo alternativo da espécie assegura sua manutenção na área de estudo mesmo na ausência de polinizadores.

Tabela 2 - Número de flores, de frutos, percentual de frutificação e número médio de sementes por frutos obtidos em tratamentos de polinizações controladas, em flores de *Lepidagathis sessilifolia* em fragmento florestal no município de Tangará da Serra-MT.

Tratamentos	Nº flores	Nº frutos	Frutificação (%) [*]	Sementes/fruto Média e DP [*]
Autopolinização manual	46	21	45,65±3,58b	2,47±1,56a
Autopolinização espontânea	84	32	38,09±3,83a	2,96±0,35b
Agamospermia	36	25	69,44±2,31c	3,84±2,98b
Polinização cruzada	36	18	50,00±4,21b	2,44±1,26ab
Controle	70	56	80,00±2,72d	2,92±1,28ab

^{*}Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente do teste de Tukey a 5% de probabilidade

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial à Prof.^a Cintia Kameyama da Universidade de São Paulo pela identificação da espécie. Ao Prof. Anderson Fernandes pela identificação do polinizador. À Prof. Edenir Maria Serigatto e ao Prof. Abílio Luiz Colognese, pelas críticas e sugestões no manuscrito.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Braz, D.M.; Vieira, M.F.; Carvalho - Okano, R.M. 2000. Aspectos reprodutivos de espécies de Acanthaceae Juss. de um fragmento florestal do Município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 47: 229-239.
- Bullock, S.H. 1985. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest. *Biotropica*, 17: 287-301.
- Dafni, A. 1994. *Pollination ecology - A practical approach*. Oxford University Press. Oxford. 260 pp.
- Dallacort, R.; Martins, J.A.; Inoue, M.H.; Freitas, P.S.L.; Krause, W. 2010. Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. *Revista Ciência Agronômica*, 41: 373-379.
- Deyrup M.; Menges E. 1997. Pollination ecology of the rare scrub mint *Dicerandra frutescens* (Lamiaceae). *Florida Scientist*, 60: 143-157.
- Döll, S.; Hensen, I.; Schidt-Lebuhn, A.N.; Kessler, M. 2007. Pollination ecology of *Justicia rusbyi* (Acanthaceae), a common understory plant in a tropical mountain forest in eastern Bolivia. *Plant Species Biology*, 22: 211-216.
- Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press. Cambridge. 420 pp.
- Goodwillie, C.; Kalisz, S.; Eckert, C.G. 2005. The evolutionary enigma of mixed mating systems in plants: Occurrence, Theoretical explanations, and empirical evidence. *Annual Review Ecology Evolution and Systematics*, 36: 47-79.
- Griffiths, M.E.; Tsvura, Z.; Franklin, D.C.; Lawes, M.J. 2010. Pollination ecology of *Isoglossa woodii*, a long - lived, synchronously monocarpic herb from coastal forest in South Africa. *Plant Biology*, 12: 495-502.
- Jennersten, O. 1988. Pollination of *Viscaria vulgaris* (Caryophyllaceae): the contribution of diurnal and nocturnal insects to seed set and seed predation. *Oikos*, 52: 319-327
- Kameyama, C. 2006. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Acanthaceae. *Rodriguesia*, 57: 149-154.
- Kameyama, C. 2008. New species, nomenclatural changes and lectotypifications in Neotropical *Lepidagathis* Willd. (Acanthaceae). *Kew Bulletin*, 63: 565 – 581.
- Kearns, C.A.; Inouye, D.W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot. 579 pp.
- Lima, N.A.S.; Vieira, M.F. 2006. Fenologia de floração e sistema reprodutivo de três espécies de *Ruellia* (Acanthaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 681-687.
- McDade, L. A. 1984. Systematics and reproductive biology of the Central American members of the *Aphelandra pulcherrima* complex (Acanthaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 71: 104-165
- McDade, L. A.; Turner, M. D. 1997. Extra floral nectaries in *Aphelandra*: Anatomy, development and systematic implications. *American Journal of Botany*, 84: 1-15.
- McDade, L.A.; Daniel, T.F.; Kiel, C. 2008. Toward a comprehensive understanding of phylogenetic relationships among lineages of Acanthaceae S.L. (Lamiales). *American Journal of Botany*, 95: 1136-1152.
- Mackiewicz, M.; Tatarenkov, A.; Turner, B.J.; Avise, J.C. 2006. A mixed - mating strategy in a hermaphroditic vertebrate. *Proceedings of the Royal Society*, 273: 2449-2452.
- Pedro, S.R.M.; Camargo, J.M.F. 2003. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) - bionomia e biogeografia. *Revista Brasileira de Entomologia*. 47: 311-372.
- Profice, S.R.; Kameyama, C.; Côrtes, A.L.A.; Braz, D.M.; Indriunas, A.; Vilar, T.C.; Ezcurra, C.; Wasshausen, D. 2010. Acanthaceae, p. 570-584. In: Forzza, R.C.; Baumgratz, J.F.A.; Bicudo, C.E.M.; Carvalho Jr. A. A.; Costa, A.; Costa, D.P.; Hopkins, M.; Leitman, P. M.; Lohmann, L.G.; Maia, L.C.; Martinelli, G.; Menezes, M.; Morim, M.P.; Coelho, M.A.N.; Peixoto, A.L.; Pirani, J.R.; Prado, J.; Que. (Org.). *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. v. 1. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Radford, A.E.; Dickson, W.C.; Massey, J.R.; Bell, C.R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper & Row, New York. 891 pp.
- Richards, A.J. 1997. *Plant breeding systems*. 2nd ed. Chapman & Hall, London. 529 pp.
- Roubik, D.W. 1993. Tropical pollinators in the canopy and understory: Field data and theory for stratum "preferences". *Journal of Insect Behavior*, 6: 659-673.
- Sasaki, D.; Zappi, D.; Milliken, W.; Henicka, G.S.; Piva, J.H. 2010. Vegetação e plantas do Cristalino-um manual. Viena Gráfica e Editora. São Paulo. 128 pp.
- Sigrist, M.R.; Sazima, M. 2002. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 35-42.
- Vieira, M.F.; Grabalos, R. 2003. Sistema reprodutivo de *Oxypetalum mexiae* Malme (Asclepiadaceae), espécie endêmica de Viçosa, MG, Brasil, em perigo de extinção. *Acta Botânica Brasileira*. 17: 137-145.
- Vogel, S.; Machado, I.C.; Lopes, A.V. 2004. *Harpochilus neesianus* and other novel cases of chiropterophily in Neotropical Acanthaceae. *Taxon*, 53: 1-55.
- Zapata, T.R.; Arroyo, K.M.T. 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica*, 10: 221-230.

Recebido em: 13/06/2011

Aceito em: 19/11/2011