

Aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinioideae) em uma área de Cerrado em regeneração no Oeste da Bahia

Reproductive aspects of *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinioideae) in an regeneration area of Cerrado (West Bahia)

Tais Cristina Teixeira de Souza¹, Viviany Teixeira do Nascimento^{1*}

¹ Departamento de Ciências Humanas, Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Barreiras, BA, Brasil. Autor para correspondência: vivyteixeira@gmail.com

RESUMO

Este trabalho analisou diferentes aspectos da reprodução de uma população de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae – Caesalpinioideae) ocorrente no Oeste da Bahia, em uma área de Cerrado em regeneração e teve como objetivo descrever a fenologia da espécie, as estratégias reprodutivas adotadas por ela e sua relação com os polinizadores. O estudo, no qual foram feitas observações fenológicas quinzenais, observação dos polinizadores e experimentos reprodutivos, foi desenvolvido na Fazenda Nascente das Águas (Barreiras – BA) entre outubro de 2015 e setembro de 2017. A espécie apresentou padrão de florescimento contínuo, de baixa sincronia e de longa duração. O padrão de frutificação foi de baixa sincronia e longa duração, mas a maior parte das sementes está disponível no ambiente no período de precipitação mais intensa. *Cenostigma macrophyllum* apresentou-se como uma espécie de floração contínua, polinizada por abelhas e vespas, protogínica, auto compatível, porém preferencialmente xenogâmica. Este estudo forneceu os primeiros ensaios sobre a fenologia reprodutiva de *C. macrophyllum* em uma área em regeneração no Oeste da Bahia ampliando o conhecimento sobre esta espécie pouco estudada.

Palavras-chave: autocompatibilidade, limitação polínica, protoginia.

ABSTRACT

This work analyzed different reproductive aspects of a *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinioideae) population occurring in the Western Bahia, in a regenerating *Cerrado* area and aimed to describe: the phenology of the species, the reproductive strategies adopted by the species and their relationship with the pollinators. The study was developed in the *Nascente das Águas* Farm (Barreiras – BA) from October 2015 to september 2017 in which bi-weekly phenological observations, pollinator observation and reproductive experiments were carried out. The species presented continuous, low synchrony and long duration flowering pattern. The fruiting pattern was of low synchrony and long duration, but most seeds are available in the environment during the period of intense precipitation. *Cenostigma macrophyllum* presented as a continuous flowering species, pollinated by bees and wasps, protogyny, self-compatibility, but preferably xenogamy. This study provided the first trials on the reproductive fenology of *C. macrophyllum* in a regenerating area in Western Bahia, increasing knowledge about the native flora of this region and about this species little studied.

Keywords: self-compatibility, pollen limitation, protogynous.



INTRODUÇÃO

A família Fabaceae é a terceira maior dentre as angiospermas com cerca de 18 mil espécies e 630 gêneros, distribuídos em praticamente todos os habitats do planeta (Judd et al., 2009). No Brasil, é a família mais importante em termos de abundância, com cerca de 2.700 espécies e taxa de endemismo que se aproxima de 54%. Nos domínios vegetacionais do Cerrado é a segunda maior família, com aproximadamente 1.160 espécies (Forza et al., 2010). Reúne plantas extremamente diversas, tanto no hábito quanto na morfologia, podendo ser encontradas desde grandes árvores até pequenas ervas, trepadeiras e lianas (Souza e Lorenzi, 2012). As flores geralmente são hermafroditas podendo ser polinizadas por abelhas, morcegos e aves, dentre outros polinizadores (Arroyo, 1981).

Dentre os inúmeros gêneros desta família, *Cenostigma* é um pequeno gênero de árvores e arbustos pertencentes à subfamília Caesalpinioideae de distribuição restrita ao Brasil (Warwick e Lewis, 2009). Das duas espécies que pertencem a este gênero, *C. macrophyllum* é a que possui maior distribuição, sendo encontrada na Amazônia, Caatinga e Cerrado, enquanto *C. tocaninum* é considerada nativa da região amazônica (Lewis, 2010).

C. macrophyllum é uma espécie decídua de hábito arbustivo ou arbóreo que pode chegar a 35 metros de altura. A espécie possui inflorescências terminais racemosas, composta por inúmeras flores de cor amarelo acentuado. A flor é zigomorfa e pentâmera. Possui 5 pétalas livres, uma delas em formato de estandarte com guia de néctar evidenciado. Possui 10 estames livres, um único pistilo com ovário súpero típico da família Leguminosae. Os frutos são legumes lateralmente achatados e deiscentes (Warwick e Lewis, 2009). De porte arbustivo ou arbóreo, *C. macrophyllum* é bem distribuída e sua ocorrência já foi identificada em nove estados brasileiros. Em algumas áreas, é uma espécie abundante nas margens de estradas e pode ser considerada uma espécie colonizadora (Warwick e Lewis, 2009). Do ponto de vista de sua biologia reprodutiva pouco se conhece sobre esta espécie, com exceção do estudo de Aguiar et al. (2016) no qual a espécie foi descrita como tendo flores hermafroditas, xenogamia obrigatória e polinização por abelhas.

No município de Barreiras, extremo Oeste do estado da Bahia, *C. macrophyllum* é encontrada em estado natural e, atualmente, não é considerada como uma espécie em risco. No entanto, a vegetação original da região vem sendo rapidamente substituída ou afetada por diferentes distúrbios antrópicos o que coloca em risco a sobrevivência dessa espécie bem como de muitas outras, antes mesmo de se ter conhecimento científico sobre elas. Este panorama evidencia a necessidade de desenvolvimento de trabalhos que procurem compreender um pouco sobre os aspectos biológicos de espécies nesta situação, de forma a garantir sua sobrevivência nessas áreas.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo estudar os aspectos da morfologia, biologia floral e o sistema de reprodução em *Cenostigma macrophyllum*, além de descrever o comportamento dos visitantes florais e sua fenologia de floração e frutificação.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos Indivíduos

Os indivíduos de *C. macrophyllum* selecionados para este estudo estavam localizadas em uma trilha de aproximadamente 500 m contados a partir da margem da estrada e distantes entre 30 e 50 metros entre si. Não foram utilizadas plantas mais distantes, pois à medida que a distância da margem da estrada aumentava o número de indivíduos da espécie diminuía consideravelmente.

Área de Trabalho

O trabalho foi desenvolvido no município de Barreiras, localizado no território da Bacia do Rio Grande, extremo Oeste da Bahia, Nordeste do Brasil. Barreiras possui clima Tropical (Aw/Koppen-Geiger) (Peel et al., 2007) com média pluviométrica anual que varia de 800 a 1.600 mm (Batistella et al., 2002). O estudo foi especificamente conduzido em uma propriedade particular conhecida como “Fazenda Nascente das Águas”, entre as coordenadas geográficas 12°10'15.5"S e 045°12'07.7"W, distante cerca de 25 km da sede municipal. A fazenda, cuja área total é de cerca de 1425 ha, já teve parte de sua extensão substituída por pastagem, tendo tal prática sido abandonada há cerca de seis anos atrás. O que está permitindo a regeneração da vegetação natural. A área abriga uma nascente do Rio de Ondas, que abastece todos

os pequenos povoados do entorno e também é utilizada para fins de recreação. A vegetação original do local é do tipo mata seca semidecídua (Ribeiro e Walter, 1998), inserida no domínio vegetacional do Cerrado. A Figura 1 destaca os parâmetros ambientais (temperatura, umidade e precipitação) do período investigado.

Coleta de Dados

Morfometria floral e biologia floral

Para o estudo da morfometria floral foram coletadas aleatoriamente 30 flores recém-abertas em 10 indivíduos de *C. macrophyllum* as quais foram armazenadas em frascos com álcool 70% e transportadas para o laboratório. Posteriormente foram tomadas medidas das partes florais (altura e largura da flor, tamanho do pistilo, dos estames, nº de óvulos e sementes, tamanho do fruto) com o auxílio de paquímetro manual e estereomicroscópio. Também foram feitas observações sobre a simetria, forma e coloração floral.

O estudo da biologia floral de *C. macrophyllum* deu-se por meio do conhecimento dos eventos ocorridos durante sua antese (horário de abertura da flor, receptividade estigmática, viabilidade polínica (Dafni, 1992) e horário de liberação do pólen. A presença de osmóforos também foi

investigada (Vogel, 1962). A presença/ausência de néctar foi verificada por meio da inserção de microcapilares de 5 µl na flor (Kearns e Inouye, 1993).

Estudo fenológico

O período de observação compreendeu-se entre outubro de 2015 e setembro de 2017 (24 meses), durante o qual foram selecionados e acompanhados quinzenalmente 10 indivíduos da espécie e registrada a presença das fenofases reprodutivas: floração (botões e antese) e frutificação (frutos imaturos e maduros). Dois métodos foram utilizados para a compreensão dos dados fenológicos os índices de “atividade” e “intensidade”. O primeiro tem caráter qualitativo em nível populacional, indicando a porcentagem de indivíduos da população estudada que está aparecendo uma determinada fenofase. Já no índice de intensidade cada indivíduo é enquadrado em uma dentre quatro categorias de quantificação (1-4), com intervalos de 25% estimando a intensidade do evento fenológico em cada indivíduo, sendo: 1 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 1% a 25%, 2 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 26% a 50%, 3 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 51% a 75% e 4 = presença de fenofase com magnitude atingindo entre 76% a 100% (Bencke e Morellato, 2002). Adicionalmente as fenofases foram descritas quanto a sua sincronia, frequência e a duração (Newstrom et al., 1994).

Visitantes florais

Os visitantes florais de *C. macrophyllum* foram observados por seis dias não consecutivos, entre as 5:30 h e 17:30 h, totalizando 72 horas de observações diurnas. Seu comportamento foi registrado por meio de observações diretas com uso de máquina fotográfica e filmadora.

Posteriormente, os visitantes foram classificados em legítimos (quando durante a visita entraram em contato com o estigma e os estames) ou ilegítimos (acessam o recurso sem entrar em contato com os órgãos reprodutivos). Para calcular a frequência dos visitantes, verificou-se o percentual de vezes que certo visitante frequentava a flor frente ao número total de visitas registradas (Alves-dos-Santos et al., 2016).

Os visitantes foram coletados em rede entomológica e sacrificados em câmara mortífera, contendo acetona

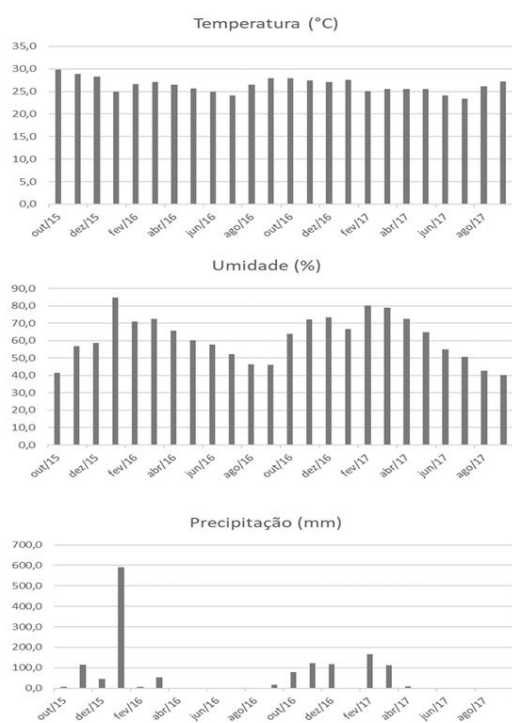


Figura 1. Parâmetros ambientais do município de Barreiras-BA para o período de outubro de 2015 e setembro de 2017 (24 meses) (Instituto Nacional de Meteorologia, 2017).

comercial (C_3H_6O). Em seguida foram colocados em frascos plásticos devidamente identificados e posteriormente encaminhados para identificação por especialistas no Laboratório de Zoologia e Entomologia (LAZOEN) da UNEB/Campus IX e no Laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) Campus Reitor Edgar Santos.

Biologia reprodutiva

Seguindo os métodos estabelecidos por Radford et al. (1974) realizou-se os seguintes tratamentos reprodutivos: 1 – autopolinização espontânea; 2 – polinização cruzada manual e 3 – autopolinização manual. Finalmente, os resultados dos experimentos foram comparados com a polinização natural. Adicionalmente, foi calculada a Eficácia Reprodutiva (Zapata e Arroyo, 1978) e determinado o grau de compatibilidade da espécie considerando o critério de Bawa (1974), segundo o qual espécies incompatíveis devem produzir, no mínimo, cinco vezes mais frutos por polinização cruzada quando comparado à autopolinização.

RESULTADOS

Morfometria e Biologia e Floral

Na área estudada *C. macrophyllum* caracteriza-se com sendo um arbusto de até 3 m de altura. A espécie apresenta flores zigomorfas, pentâmeras, hermafroditas e de coloração amarelada. A flor tem cerca de 20mm de altura e 30 mm de largura. O gineceu é simples contendo em média $3,3 \pm 1,1$ óvulos. O androceu é constituído por 10 estames de tamanho diferenciado. O pistilo tem em média de $16 \text{ mm} \pm 0,3$ e estames em média $15 \text{ mm} \pm 0,1$, porém livres entre si. As anteras são rimosas e possuem cor avermelhada quando imaturas e marrom escuro após a liberação do pólen. O fruto é um legume deiscente com abertura longitudinal, de coloração verde claro quando imaturo e marrom quando maduro, contendo até 4 sementes. Quando imaturos os frutos medem em média $30,7 \text{ mm} \pm 0,6$ e quando maduros $87,9 \text{ mm} \pm 0,2$ (Figura 2).

A abertura das flores é diurna e tem início às 05:30 h. O processo de abertura da flor dura em torno de três horas. Quando a flor abre, o estigma já está receptivo e sua

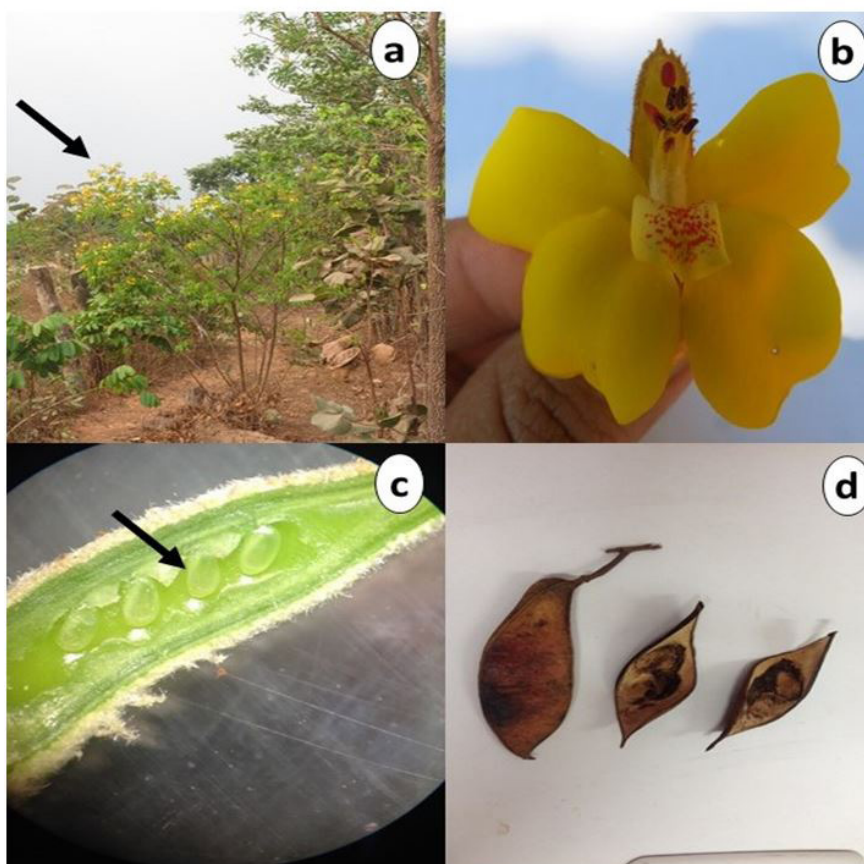


Figura 2. *Cenostigma macrophyllum* em uma área de Cerrado no Oeste da Bahia. a: indivíduo; b: flor em antese; c: óvulos; d: frutos maduros.

receptividade vai diminuindo ao longo da manhã, sendo quase nula às 12:00 h. Na maioria das flores, o pólen fica disponível a partir das 08:30 h (97,5% de viabilidade) e finaliza sua disponibilidade por volta das 12:30 h (36,9% de viabilidade). A flor não fecundada inicia sua senescência após as 15:30, nesse processo as pétalas murcham e se fecham vindo a cair antes do anoitecer. A presença de osmóforos não foi detectada, mas néctar foi encontrado armazenado dentro do hipanto.

Estudo Fenológico

C. macrophyllum tem padrão de florescimento contínuo, de baixa sincronia e de longa duração, com formação de botões e flores durante quase todo o ano. Os meses de outubro e novembro (2015) e janeiro (2016) foram os que apresentaram maior percentual de indivíduos florindo, contudo o máximo de intensidade de floração atingido nesses meses de maior atividade foi 53% em outubro de 2015. Apesar desse pico, a intensidade da floração da espécie por todo o período estudado foi em média de apenas 10%, sendo, portanto, considerada uma floração de baixa intensidade (Figura 3).

Frutos maduros e imaturos foram encontrados por todo o período estudado (exceto julho de 2016). O padrão de frutificação foi de baixa sincronia e longa duração. O período de maior atividade e intensidade na produção de frutos foi novembro e dezembro de 2015 com 90% dos indivíduos possuindo frutos imaturos, mas com intensidade de 50%. Quanto aos frutos maduros, a atividade máxima foi de 90% e a intensidade máxima de 50%, ambas ocorrendo no mês de dezembro de 2015 (Figura 3).

Visitantes Florais

As visitas tiveram início às 05:30h com a abertura das primeiras flores e continuaram ocorrendo por todo o dia até às 17:30h. Os visitantes florais de *C. macrophyllum* foram identificados ao menor nível taxonômico possível, sendo 7,15% identificados a nível taxonômico de ordem, 72,45% de família e 20,40% a nível de gênero.

Durante as 72 h de observação foram contabilizadas um total de 226 visitas, destes 42% foram consideradas visitas legítimas e 58% visitas ilegítimas (Tabela 1). Os principais visitantes legítimos foram Vespidae (11%), e as abelhas *Centris* sp. e *Trigona* sp. Entre os visitantes ilegítimos a família Trochilidae (Beija flor) apresentou maior frequência de visitação (21%), estas aves coletavam

Tabela 1. Visitantes florais de *Cenostigma macrophyllum* em uma área de Cerrado no Oeste da Bahia. I: visita ilegítima; L: visita legítima.

Visitantes	Frequência de visitação (%)	Tipo de visita
Araneae: Arachnida	1	I
Curculionidae	1	I
Hymenoptera: Apoidea		
<i>Centris</i> sp.	7	L
<i>Trigona</i> sp.	7	L
<i>Frieseomelitta</i> sp.	1	L
<i>Xylocopa</i> sp.	4	L
<i>Augochloropsis</i> sp.	1	L
Apidae 1	4	L
Hymenoptera: Formicidae	18	I
Hymenoptera: Largidae	12	I
Hymenoptera: Pompilidae	6	L
Hymenoptera: Vespidae	11	L
Lepidoptera	5	I
Trochilidae	21	I

o néctar das flores sem tocar os órgãos reprodutivos, derrubando flores ao se alimentar. As formigas (Formicidae) também foram visitantes ilegítimos frequentes (18%) perfurando os botões e as flores na base do receptáculo em busca de néctar. Além disso, 12% das visitas foram realizadas por Largidae, insetos conhecidamente fitófagos.

A maior parte das visitas ocorreu no horário da manhã (81,41%), destas 70,79% ocorreram até as 9:00h, período de maior receptividade estigmática e de liberação de pólen. Ao abrir (5:30h) a flor já recebeu visitantes, sendo Trochilidae e Formicidae os principais visitantes nesse horário, respondendo juntos por 47,74% das visitas. Todos os visitantes legítimos também foram registrados logo após a abertura da flor, exceto *Augochloropsis* sp. e *Frieseomelitta* sp. que iniciaram as atividades de forrageamento em *C. macrophyllum* às 6:00h e 7:00h respectivamente.

Biologia Reprodutiva

C. macrophyllum produziu frutos em todos os tipos de experimentos realizados (Tabela 2), tendo obtido melhor resultado no experimento de polinização cruzada manual. Esse método de cruzamento mostrou-se muito mais produtivo do que aquele sob condições naturais, o que indica baixa eficácia reprodutiva da espécie (Tabela 2). Além disso, *C. macrophyllum* foi considerada uma espécie autocompatível por ter produzido frutos sob ambas as condições de autopolinização analisadas,

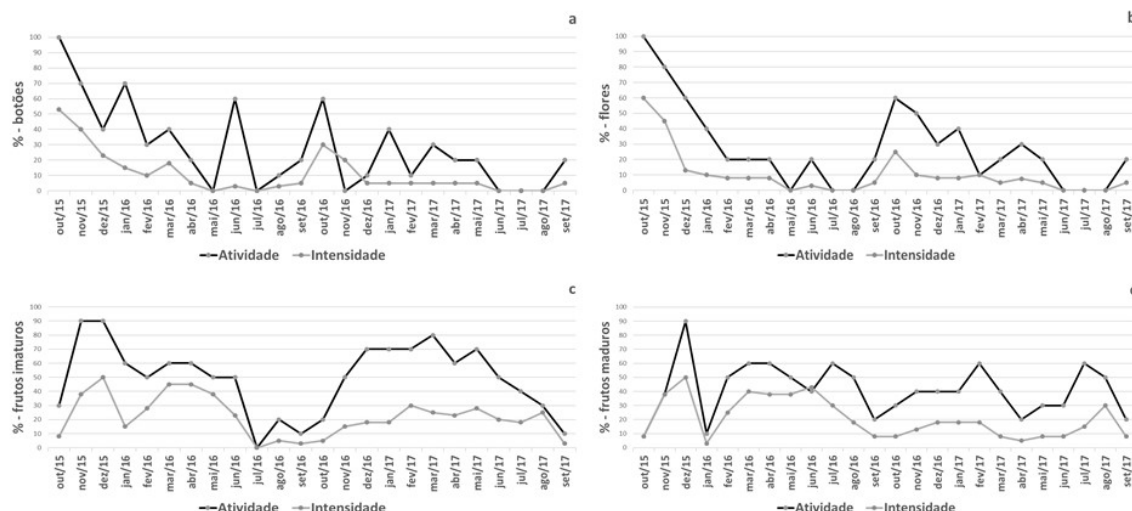


Figura 3. Representação da fenologia de uma população de *Cenostigma macrophyllum* de acordo com dois métodos de análise. a: Botões; b: Flor em antese; c: Frutos imaturos; d: Frutos maduros.

Tabela 2. Percentual de frutos formados por *Cenostigma macrophyllum* em uma área de Cerrado no Oeste da Bahia.

Experimento	Resultado flor/fruto	Percentual (%)
Autopolinização espontânea	91/8	8,8
Autopolinização manual	15/4	26,7
Polinização cruzada manual	27/22	81,5
Polinização natural (grupo controle)	180/11	6,11
Eficácia Reprodutiva (ER)	-	0.07
Sistema reprodutivo	-	AC*

*Auto compatível.

no entanto a autopolinização manual mostrou-se mais eficaz que a espontânea.

DISCUSSÃO

Morfometria e Biologia Floral

C. macrophyllum possui atributos florais típicos da polinização por abelhas descrita por Faegri e Van Der Pijl (1979). Muito embora esse enquadramento dentro do conceito clássico de uma síndrome deva ser evitado com base apenas nas características da flor, as observações de abelhas e vespas no campo tocando tanto o estigma quanto os estames numa única visita nos leva a considerar a espécie como melitófila.

Na área estudada *C. macrophyllum* foi considerada uma espécie protógina, tendo em vista que o pistilo está

receptivo logo que as flores se abrem, ficando assim por cerca de 3 horas antes da liberação dos primeiros grãos de pólen, fato que ocorre enquanto a fase feminina ainda está receptiva, revelando a existência de certo grau de sobreposição entre as fases masculina e feminina da flor. Comportamento semelhante também foi descrito por Aguiar et al. (2016), ao estudar a mesma espécie em uma área de vegetação situada no perímetro urbano de Teresina-PI. Essa estratégia acaba favorecendo temporariamente a fecundação por grão de pólen exógeno, mas, caso isso não ocorra, ambos os tipos de polinização (autógama e alógama) tornam-se possíveis.

Fenologia

O padrão de floração adotado por *C. macrophyllum* caracterizou-se pela presença de poucos indivíduos florescendo ao mesmo tempo, mas por longo período e com baixa intensidade. Muito embora em plantas polinizadas por insetos uma alta sincronia de floração seja vantajosa por aumentar o display floral e ampliar a taxas de visitação, uma baixa sincronia de floração como ocorre na espécie estudada pode garantir visitas constantes dos polinizadores durante o amplo período com flores, isto porque a pequena quantidade de flores abertas ao mesmo tempo provoca o movimento dos visitantes entre diferentes indivíduos espaçados uma vez que necessitam de várias plantas para satisfazerem sua necessidade de recursos (Otárola e Rocca, 2014). Além disso, esse tipo de estratégia favorece uma melhor distribuição do

pólen entre os indivíduos da área favorecendo o fluxo gênico, a diminuição da competição por polinizadores e das chances de se expor a períodos de baixa atividade destes (Kudo, 2006), além de minimizar a possibilidade de reproduzir-se por geitonogamia (Bawa, 1983).

Embora não seja possível afirmar que o comportamento de floração de *C. macrophyllum* seja uma estratégia de segurança reprodutiva, tendo em vista que não foram feitos testes em indivíduos em área mais preservada, a fim de comparar como a espécie se comporta em áreas sob menores efeitos antrópicos, acreditamos que suas características de sua floração estejam convenientemente ajudando a espécie a lidar com o período de recuperação da fauna de polinizadores no local, também afetada pelos anos de exploração humana.

Visitantes Florais

Abelhas e vespas foram consideradas os polinizadores de *C. macrophyllum* no local investigado, pois foram os visitantes que entraram em contato com estigma e anteras durante a visitação. Aguiar et al. (2016), ao estudar *C. macrophyllum* em um remanescente de floresta estacional semidecídua encontraram uma guilda de visitantes florais muito semelhante a que encontramos em nosso estudo, composta por abelhas, vespas, beija flores e borboletas, no entanto os autores dividiram as espécies polinizadoras em efetivas e ocasionais, sendo considerados polinizadores ocasionais aqueles de menor frequência de visitação e que tocavam as estruturas reprodutivas em apenas algumas visitas, critério que não foi adotado em nosso estudo.

Acreditamos que nossa investigação, assim como a de Aguiar et al. (2016) nos dê uma ideia dos polinizadores de *C. macrophyllum*, mas a eficácia reprodutiva (Freitas, 2013) de cada visitante observado, ou seja, sua contribuição particular para o sucesso reprodutivo da espécie precisa ser investigada em detalhes para que se possa de fato apontar qual a importância de cada uma das espécies polinizadoras.

Quanto aos pilhadores o beija flor foi um elemento comum entre o nosso trabalho e o de Aguiar et al. (2016) e no nosso caso o visitante mais frequente em parceria com as formigas. Juntos, esses visitantes respondem por uma quantidade de visitas maior do que aquelas feitas por abelhas. Tendo em vista que em nosso trabalho

C. macrophyllum produziu poucos frutos em condições naturais, seria conveniente investigar se a ação desses pilhadores não está interferindo no sucesso reprodutivo da espécie.

Sistema Reprodutivo

Na área estudada *C. macrophyllum* produziu frutos em todos os experimentos reprodutivos, no entanto apresentou melhores resultados nos experimentos de polinização cruzada por xenogamia. Tais resultados somados a protoginia observada apenas nas primeiras horas de abertura da flor nos levam a considerar a espécie como xenógama facultativa, isso significa que a fecundação via pólen exógeno é favorecida. E caso isto não ocorra há chances secundárias da planta reproduzir-se por autopolinização (Cruden, 1977).

Apesar de ser preferencialmente xenogâmica, na área estudada os vetores (abelhas e vespas) responsáveis pela transferência de pólen entre uma planta e outra parecem não estar ofertando suficiente quantidade de pólen. Acredita-se nisso, pois a polinização em condições naturais produziu quantidade de frutos bastante inferior quando comparada a polinização cruzada manual, sugerindo a existência de limitação polínica para a espécie na área. Condição que também ocorreu no estudo desenvolvido por Aguiar et al. (2016) em que investigaram a mesma espécie em uma área no Piauí.

Muito embora a limitação polínica possa ocorrer por diferentes causas, como por exemplo a introdução de plantas exóticas altamente atrativas (Ashman et al., 2004), a fragmentação de habitat (Vranckx et al., 2012) e diminuição do tamanho das populações de plantas (Zhang e Lou, 2015), sua ocorrência é frequentemente associada ao declínio dos polinizadores, um fenômeno de abrangência global que tem aumentado nas últimas décadas, e que tem como principais causas o mau uso da terra, a sobre-exploração e perda da fauna (Neuschulz et al., 2016). Considerando o fato da área estudada ter passado por distúrbios antrópicos recentes acreditamos que a comunidade de polinizadores no local ainda não esteja perfeitamente recuperada, o que ocasionou a limitação polínica observada em *C. macrophyllum*.

Apesar de reproduzir-se melhor por xenogamia, *C. macrophyllum*, na área estudada revelou-se uma espécie com certo grau de compatibilidade, produzindo frutos

nos experimentos de autopolinização. E muito embora a quantidade de frutos produzida tenha sido pequena frente aos produzidos via polinização cruzada esse resultado é diferente do encontrado por Aguiar et al. (2016), em que a população estudada não formou frutos por autopolinização. A capacidade de autopolinizar-se é uma estratégia capaz de assegurar o sucesso da reprodução quando polinizadores ou parceiros são raros, reduzindo os efeitos da limitação polínica (Larson e Barrett, 2000; Wright et al., 2013). Isso corrobora com a afirmação de Morgan e Wilson (2007) de que em ambientes alterados os distúrbios que levam a alterações nas interações entre plantas e polinizadores (que resultam na limitação do pólen transferido) podem criar diferentes forças seletivas sobre os sistemas reprodutivos das plantas, com importantes consequências para a evolução e seleção de auto-fertilização. Considerando que os indivíduos de *C. macrophyllum* investigados ocupavam um habitat marginal e em regeneração, com baixo fluxo de pólen e baixa sincronia de floração, a autopolinização apresentada pela população estudada parece ser uma estratégia adotada para lidar com tais condições críticas.

CONCLUSÕES

Sob as condições em que foi estudada *C. macrophyllum* apresentou-se como uma espécie de floração contínua, polinizada por abelhas e vespas, protogínica e preferencialmente xenogâmica, porém a autopolinização é uma estratégia possível. A adoção dessas estratégias representa a forma que a espécie encontrou para melhor estabelecer-se em uma vegetação em estado de regeneração, no qual o serviço dos polinizadores parece não garantir suficiente fluxo de pólen. Finalmente, acreditamos que estudos sobre a biologia floral e reprodutiva de *C. macrophyllum* em áreas menos afetadas pela antropização sejam necessários, a fim de averiguar as respostas dos indivíduos frente a condições menos adversas, sobretudo no que tange a capacidade de autopolinizar-se e aos padrões de floração.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Juliana Gastaldello Rando (UFOB) pela identificação da espécie, as professoras Greice Ayra Franco-Assis (UNEB) e Daniéla Cristina Calado (UFOB)

pela identificação dos insetos e a Profa. Cristiana Barros do Nascimento Costa (UFSB) pelas orientações iniciais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, B.A.S., SOARES, E.S.S., MASRUA, M.L.A., OLIVEIRA, M.C.P., LOPES, A.V.F. & SOUSA, G.M., 2016. Biologia floral e reprodutiva de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae). *Journal of Environmental Analysis and Progress*, vol. 1, no. 1, pp. 84-95. <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.1.1.2016.993.84-95>.
- ALVES-DOS-SANTOS, I., SILVA, C.I., PINHEIRO, M. & KLEINERT, A.M.P., 2016. Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia*, vol. 67, no. 2, pp. 295-307. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201667202>.
- ARROYO, M.T.K., 1981. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: R.M. POLHILL & P.H. RAVEN, eds. *Advances in legume systematics*. London: Royal Botanic Gardens Kew, pp. 723-769.
- ASHMAN, T.L., KNIGHT, T.M., STEETS, J.A., AMARASEKARE, P., BURD, M., CAMPBELL, D.R., DUDASH, M.R., JOHNSTON, M.O., MAZER, S.J., MITCHELL, R.J., MORGAN, M.T. & WILSON, W.G., 2004. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, vol. 85, no. 9, pp. 2408-2421. <http://dx.doi.org/10.1890/03-8024>.
- BATISTELLA, M., GUIMARÃES, M., MIRANDA, E.E., VIEIRA, H.R., VALLADARES, G.S., MANGABEIRA, J.A.C. & ASSIS, M.C., 2002. *Monitoramento da expansão agropecuária na região oeste da Bahia*. Campinas: EMBRAPA Monitoramento por Satélite. 41 p.
- BAWA, K.S., 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, vol. 28, no. 1, pp. 95-92. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1558-5646.1974.tb00729.x>.
- BAWA, K.S., 1983. Patterns of lowering in tropical plants. In: C.E. JONES & R.J. LITTLE. *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Scientific and Academic, pp. 394-410.
- BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C., 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica. Brazilian Journal of Botany*, vol. 25, no. 3, pp. 269-275. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000300003>.

- CRUDEN, R.W., 1977. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, vol. 31, no. 1, pp. 32-46. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1558-5646.1977.tb00979.x>.
- DAFNI, A., 1992. *Pollination ecology: a practical approach*. Oxford, New York: University Press, p. 63.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L., 1979. *The principles of pollination ecology*. 3th ed. Oxford: Pergamon Press. 291p.
- FORZA, R.C., BAUMGRATZ, J.F.A., BICUDO, C.E.M., CARVALHO, J.R., 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., PEIXOTO, A.L., PIRANI, J.R., PRADO, J., QUEIROZ, L.P., SOUZA, V.C., STEHMANN, J.R., SYLVESTRE, L.S., WALTER, B.M.T. & ZAPPI, D., 2010. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil* (Vol. 2). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 875 p.
- FREITAS, L., 2013. Concepts of pollinator performance: is a simple approach necessary to achieve a standardized terminology? *Brazilian Journal of Botany*, vol. 36, no. 1, pp. 3-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s40415-013-0005-6>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, 2017 [acesso em 31 outubro 2017]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F. & DONOGHUE, M.J., 2009. *Sistemática vegetal – um enfoque filogenético*. Porto Alegre: Editora Artmed. 632 p.
- KEARNS, C.A. & INOUE, D.W., 1993. *Techniques for pollination biologists*. Niwot: University Press. 913 p.
- KUDO, G., 2006. Flowering phenologies of animal-pollinated plants: reproductive strategies and agents of selection. In: L.D. HARDER & S.C.H. BARRET. *Ecology and evolution of flowers*. New York: Oxford University Press. pp. 139-158.
- LARSON, B.M.H. & BARRETT, S.C.H., 2000. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 69, no. 4, pp. 503-520. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.2000.tb01221.x>.
- LEWIS, G.P., 2010. *Cenostigma macrophyllum* Tull. In: R.C. FORZZA, J.F.A. BAUMGRATZ, C.E.M. BICUDO, A.A. CARVALHO JUNIOR, A. COSTA, D.P. COSTA, M. HOPKINS, P.M. LEITMAN, L.G. LOHMANN, L.C. MAIA, G. MARTINELLI, M. MENEZES, M.P. MORIM, M.A.N. COELHO, A.L. PEIXOTO, J.R. PIRANI, J. PRADO, L.P. QUEIROZ, V.C. SOUZA, J.R. STEHMANN, L.S. SYLVESTRE, B.M.T. WALTER & D. ZAPPI. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. vol. 2. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. pp. 1006.
- MORGAN, M.T. & WILSON, W.G., 2007. Self-fertilization and the escape from pollen limitation in variable pollination environments. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, vol. 59, no. 6, pp. 1143-1149.
- NEUSCHULZ, E.L., MUELLER, T., SCHLEUNING, M. & BÖHNING-GAESE, K., 2016. Pollination and seed dispersal are the most threatened processes of plant regeneration. *Scientific Reports*, vol. 6, no. 29839.
- NEWSTRON, L.E., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G., 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rainforest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, vol. 26, no. 2, pp. 141-159. <http://dx.doi.org/10.2307/2388804>.
- OTÁROLA, M.F. & ROCCA, M.A., 2014. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: A.R. RECH, K. AGOSTINI, P.E. OLIVEIRA & I.C. MACHADO. *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, pp. 113-126.
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L. & MCMAHON, T.A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 11, no. 5, pp. 1633-1644. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.
- RADFORD, A.E., DICKINSON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R., 1974. *Vascular plant systematics*. New York: Harper & Row. 891p.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T., 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: S.M. SANO & S.P. ALMEIDA. *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa Cerrados. pp. 87-166.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H., 2012. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias*

de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 768 p.

VOGEL, S., 1962. Die Duftdrüsen der Orchideen. *Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Klasse der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, vol. 10, pp. 598-763.

VRANCKX, G., JACQUEMYN, H., MUYS, B. & HONNAY, O., 2012. Meta-analysis of susceptibility of woody plants to loss of genetic diversity through habitat fragmentation. *Conservation Biology*, vol. 26, no. 2, pp. 228-237. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01778.x>.

WARWICK, M.C. & LEWIS, G.P., 2009. A revision of *Cenostigma* (Leguminosae – Caesalpinioideae – Caesalpinieae), a genus endemic to Brazil. *Kew Bulletin*,

vol. 64, no. 1, pp. 135-146. <http://dx.doi.org/10.1007/s12225-008-9091-1>.

WRIGHT, S.I., KALISZ, S. & SLOTTE, T., 2013. Evolutionary consequences of self-fertilization in plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 280, no. 1760, pp. 20130133.

ZAPATA, T.R. & ARROYO, M.T.K., 1978. Plant reproductive ecology of a secondary deciduous tropical forest in Venezuela. *Biotropica*, vol. 10, no. 3, pp. 221-230. <http://dx.doi.org/10.2307/2387907>.

ZHANG, L.J. & LOU, A.R., 2015. Pollen limitation in invasive populations of *Solanum rostratum* and its relationship to population size. *Journal of Plant Ecology*, vol. 8, no. 2, pp. 154-158. <http://dx.doi.org/10.1093/jpe/rtv013>.