

CAPÍTULO 2

FLORIVORIA EM PÉTALAS COM DIFERENTES FORMAS E FUNÇÕES EM *Senna rugosa* (FABACEAE)

Data de submissão: 09/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Sabrina Silva Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/3727983781129553>

Vanessa Temotio Silva

Faculdade de Educação, Ciências e
Letras de Iguatu - FECLI
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Iguatu – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/0660640515231719>

Gabrielle Kathelin Martins da Silva

Faculdade de Educação, Ciências e
Letras de Iguatu - FECLI
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Iguatu – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/9344234816144229>

Ana Carolina Sabino de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE
Recife – Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8086954389063414>

Natan Messias de Almeida

Universidade Estadual de Alagoas –
UNEAL
Palmeira dos Índios – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8568476706329281>

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e
Letras de Iguatu - FECLI
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Iguatu - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

RESUMO: Plantas usam alguns traços florais para atrair animais mutualistas. Por outro lado, os mesmos traços também podem ser usados animais antagonistas, como florívoros. Além disso, algumas flores possuem pétalas com diferentes formas e funções, de modo que estas podem apresentar diferentes atratividades para florívoros. Diante disso, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da forma da pétala na florivoria natural. Hipotetizamos que pétalas de atração terão maior florivoria natural. O trabalho foi realizado na Floresta Nacional do Araripe-Apodi, Ceará, Brasil. Para verificar a quantidade de florivoria natural foram estudadas todas as flores de 21 indivíduos de *S. rugosa*. Todas as flores com indícios de florivoria foram coletadas e fotografadas para medição da área das pétalas de atração e da pétala côncava utilizando o *software* ImageJ 5.0. Para testar

a influência da forma das pétalas na quantidade de florivoria recebida foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. As análises foram conduzidas no software R. Nos 21 indivíduos de *S. rugosa* foram contabilizadas 664 flores, das quais 225 (~34%) apresentavam sinais de florivoria. Os principais florívoros registrados nas flores pertenciam às ordens Blattodea, Neuroptera, Coleoptera, lagartas de Lepidopteros e Hymenoptera (Famílias Formicidae e Vespidae). Sobre a influência da forma da pétala na quantidade de florivoria natural, a análise mostrou que as pétalas de atração apresentam maiores quantidades de florivoria em relação às pétalas côncavas, como esperado neste estudo. Nossos resultados sugerem que a forma das pétalas de *S. rugosa* influencia na atração de florívoros e trazem contribuições para a compreensão dos critérios de escolha e dos atrativos florais utilizados por esses antagonistas durante o forrageamento.

PALAVRAS-CHAVE: Atratividade floral. Florívoros. Herbivoria floral.

FLORIVORY IN PETALS WITH DIFFERENT FORMS AND FUNCTIONS IN *Senna rugosa* (FABACEAE)

ABSTRACT: Flowers have features that attract visitors, especially mutualists. However, these same attractions can be used in flower foraging strategies. Corollas composed of petals in different shapes can constitute one of the characteristics used by florivores during foraging. Given this, the objective of this study is to investigate the influence of the shape of the petals on the amount of natural flowering in flowers with different forms of petals. We hypothesized that the shape of the petal influences the natural flowering so that the concave petal of *Senna rough* will have a smaller amount of flower. The work was carried out at the Araripe-Apodi National Forest, Ceará, Brazil. To verify the amount of natural flowering, all flowers of 21 individuals from *S. rough* were studied. All flowers with signs of florivory were collected and photographed to measure the area of the attraction petals and concave petal using Imagej 5.0 software. To test the influence of the shape of the petals on the amount of florivory received, the nonparametric test of Mann-Whitney. The analyzes were conducted in R software. In the 21 individuals of *S. rugosa*, 664 flowers were accounted for, of which 225 (~ 34%) showed signs of florivory. The main flowers recorded in the flowers belonged to the orders Blattodea, Neuroptera, Coleoptera, Lepidoptera caterpillars, and Hymenoptera (Families Formicidae and Vespidae). On the influence of the shape of the petal on the amount of natural flowering, the analysis showed that the attraction petals have larger amounts of flowers than the concave petals, as expected in this study. Our results suggest that the shape of the Petals of *S. roughly* influences the attraction of florivores and bring contributions to the understanding of the criteria of choice and the floral attractions used by these antagonists during forage.

KEYWORDS: Floral attractiveness. Florivores. Floral herbivory.

1 | INTRODUÇÃO

Flores apresentam atributos atrativos para visitantes, especialmente mutualistas, como os polinizadores (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014; MELO *et al.*, 2018). No entanto, tais atrativos também podem atrair visitantes indesejados, como pilhadores, ladrões de recursos e herbívoros foliares e florais, (WOLFE, 1997; IRWIN; BRODY; WASER,

2001). Os insetos, por exemplo, são guiados principalmente por atrativos que estimulam o campo visual, dessa forma, atrativos como a coloração, tamanho, *display* floral e morfologia podem atrair tanto polinizadores quanto florívoros (DEMETRIO, 2013).

A florivoria, ou herbivoria floral, é o dano causado às flores ou botões florais, sendo seus efeitos menos estudados que a herbivoria foliar (INOUYE, 1980, MCCALL; IRWIN, 2006, MCCALL, 2008). Essa interação antagonista pode afetar diretamente o *fitness* das plantas por meio do consumo total das flores, diminuindo a exibição visual dos indivíduos; o consumo das estruturas diretamente ligadas à reprodução como estames, pistilo, grãos de pólen e óvulos implicando na perda de gametas, diminuição nas taxas de fecundação e formação de frutos e sementes; ou provocando o aborto das flores quando se tornam inviáveis (MCCALL; IRWIN 2006). Indiretamente, os danos da florivoria podem alterar a relação planta-polinizador por meio da redução da atratividade floral quando o consumo das estruturas é parcial, e modifica a forma e o tamanho das flores (KRUPNICK; WEIS; CAMPBELL, 1999; MALO; LEIRANA-ALCOCER; PARRA-TABLA, 2001; MCCALL, 2008).

A florivoria pode causar pequenas mudanças nas características florais, que associadas a polinizadores altamente específicos, podem exercer uma forte pressão seletiva nas plantas (MOTHERSHEAD; MARQUIS, 2000). As consequências da herbivoria se tornarão ainda mais complexas em redes mutualísticas com maior grau de complexidade e maior nível de especialização (GLAUM; KESSLER, 2017), como é o caso de espécies do gênero *Senna*, que pertence à subtribo Cassiinae. Para espécies da subtribo Cassiinae é frequente a ocorrência de florívoros nas estruturas reprodutivas (NASCIMENTO; DEL-CLARO, 2007, COTARELLI; VIEIRA, 2009, COTARELLI; ALMEIDA, 2015), consumindo sobretudo pétalas.

Em espécies que possuem pétalas com funções específicas, como atração, plataforma de pouso para polinizadores e deposição de pólen, a florivoria pode afetar diretamente a escolha dos visitantes, que respondem às sinalizações oferecidas pela flor (GUMBERT, 2000). O gênero *Senna* é constituído por espécies que apresentam flores com características bastante especializadas como a enantiofilia, heteranteria, polinização por vibração e a presença de uma ou mais pétalas modificadas em forma, tamanho e função (MARAZZI; ENDRESS, 2008). Estas pétalas podem ser simétricas, mas extremamente côncavas, ou uma pétala inferior assimétrica côncava e oposta ao pistilo da flor (AMORIM *et al.*, 2017) que funcionam como prolongamentos dos estames (WESTERKAMP, 2004). Em algumas espécies enantiofilas, é comum a presença de uma pétala vexilar interna modificada em grau variável, que além de auxiliar na atração dos visitantes, desempenha a função de envolver as anteras e receber o pólen durante o processo de vibração e depositá-lo no corpo do polinizador (DUTRA *et al.*, 2009).

Dessa forma, diante do papel desempenhado pelas pétalas na atração dos visitantes, bem como no auxílio à deposição dos grãos de pólen em espécies do gênero *Senna*, os danos causados por florívoros podem comprometer o sucesso reprodutivo da espécie, tendo

em vista que o grau de especialização dos sistemas reprodutivos e a dependência destes atributos podem acentuar as consequências deste antagonismo (GLAUM; KESSLER, 2017). As espécies de *Senna* são enantioestílicas e a polinização cruzada deve ocorrer a partir da troca de pólen entre morfos opostos (direitos e esquerdos), porém, nesses casos a florivoria pode afetar ainda mais a formação de frutos caso a ocorrência de danos impossibilite ou dificulte a visita dos polinizadores a um dos morfos florais (COTARELLI; ALMEIDA, 2015). Além disso, a influência dos florívoros sobre aspectos da evolução e ecologia das plantas ainda é pouco compreendida, o que torna importante a realização de estudos sobre esta interação, principalmente em ambientes ameaçados pela degradação intensa, como os ambientes tropicais (TOREZAN-SILINGARDI, 2007).

Diante disso, este estudo busca responder à seguinte pergunta: 1) A forma da pétala influencia na quantidade de florivoria natural em *Senna* sp.? Para isso, hipotetizamos que pétalas de atração terão maior florivoria natural em *Senna* sp. devido a função

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional do Araripe-Apodi (FLONA). A área é a primeira unidade de conservação (UC) de sua categoria criada no Brasil (Decreto-Lei nº 9.226, de 2 de maio de 1946), localizada no extremo sul do estado do Ceará (ALVES; BEZERRA; MATIAS, 2011), nas coordenadas geográficas 39° 13' 28" e 39° 36' 33" longitude oeste e 07° 11' 42" e 07° 28' 38" latitude sul. A área da unidade de conservação tem aproximadamente 38.262 hectares, inserida na divisa entre os rios Jaguaribe e São Francisco, no topo da Chapada do Araripe (LIMA *et al.*, 2006). A FLONA apresenta uma vegetação composta por diferentes fitofisionomias: floresta úmida semiperenifólia, transição floresta úmida/cerrado, cerrado, carrasco, e floresta úmida degradada pelo fogo (ALVES; BEZERRA; MATIAS, 2011). Seu clima é classificado como tropical chuvoso, tipo AW na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25°C e precipitação média variando dos 30 a 1000 mm a depender do período do ano (LIMA *et al.*, 2006; MENDONÇA *et al.*, 2010; ALVES; BEZERRA; MATIAS, 2011). O tipo de solo predominante é o latossolo caracterizado como profundo e bem drenado, com altas concentrações de alumínio e baixa fertilidade com relevo tabular (LIMA, 2006; ALVES; BEZERRA; MATIAS, 2011). A floresta é considerada pelo Ministério do Meio Ambiente uma área carente de investigação científica e prioridade para a conservação (COSTA; ARAÚJO, 2007).

2.2 Espécie estudada

Senna rugosa (G.Don) H.S.Irwin & Barneby é um arbusto perene de caule lenhoso e bastante ramificado que costuma ocorrer predominantemente em áreas abertas de regiões de Cerrado e Caatinga (IRWIN; BARNEBY, 1982; SANTOS, 2013; MOREIRA;

BRAGANÇA, 2011). A floração ocorre entre os meses de março a junho (OLIVEIRA *et al.*, 2021), podendo se estender pelos meses de agosto e setembro, a depender do regime de chuvas. Suas inflorescências são compostas por flores grandes e amarelas (Figura 1) que ofertam somente pólen como recurso aos polinizadores. As flores são assimétricas e apresentam cinco pétalas, das quais quatro são morfologicamente semelhantes, e apenas uma das pétalas que compõem a corola é côncava e está situada do lado oposto ao pistilo que, por sua vez, encontra-se curvado para cima (DANTAS; SILVA, 2013; AMORIM; SOARES; WESTERKAMP, 2019).

As flores dessa espécie apresentam a enantiostilia, polimorfismo floral caracterizado por flores esquerdas e direitas, classificadas a partir da posição do pistilo (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988; SOUZA; SILVA, 2016; AMORIM; SOARES; WESTERKAMP, 2019). *S. rugosa* apresenta diferentes conjuntos de estames com diferentes formas e posição nas flores (heteranteria): três estaminódios adaxiais, quatro estames médios centrais e três estames grandes inferiores (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988; SOUZA; SILVA, 2016; AMORIM; SOARES; WESTERKAMP, 2019). Esta espécie apresenta ainda polinização por vibração (*buzz pollination*) que exige do polinizador a capacidade de liberar o pólen das anteras poricidas por meio da vibração do seu corpo sobre estas estruturas (BUCHMANN, 1983).

As flores de espécies da subtribo Cassiinae, a qual pertence as espécies do gênero *Senna* Mill, como é o caso de *S. rugosa*, apresentam ocorrência frequente de florivoria por diferentes grupos de invertebrados, como coleópteros, ortópteros, abelhas do gênero *Trigona* e lagartas de lepidópteros (SILVA; RIBEIRO-COSTA; JOHNSON, 2003, SARI; RIBEIRO-COSTA; ROPER, 2005, COTARELLI; VIEIRA, 2009, COTARELLI; ALMEIDA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Desse modo, *S. rugosa* é um importante modelo para se entender como pétalas com diferentes formas são afetadas pela ação de florívoros.



Figura 1 – Inflorescência (a) e flor (b) de *Senna rugosa*. Seta vermelha indicando a pétala côncava.

2.3 Florivoria natural em pétalas com diferentes formas

Para investigar a influência da forma das pétalas na quantidade de florivoria natural, foram analisadas todas as flores com florivoria de 21 indivíduos de *S. rugosa*. Todas as flores florivoradas foram coletadas e posteriormente fotografadas com distância padronizada utilizando um suporte de papel cartão de cor preta com uma régua usada de escala (Figura 2). Estas fotografias foram utilizadas para medição da área das pétalas de atração e da pétala côncava a partir do *software* ImageJ 5.0 (Soft Imaging System GmbH, Munster, Germany) (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Além disso, os visitantes encontrados nas flores foram fotografados para posterior identificação, ao menos a nível de ordem, com auxílio de literatura especializada e especialistas na área.



Figura 2 – Estrutura utilizada nas fotografias das flores florivoradas de *S. rugosa*

2.4 Análise de dados

Para testar a influência da forma das pétalas na quantidade de florivoria recebida foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, uma vez que os dados não possuem distribuição normal. A variável preditora foi o tipo da pétala (atração ou côncava) e a variável resposta foi a quantidade de florivoria (percentual). Foram utilizados os pacotes *dplyr* (WICKHAM *et al.*, 2015) e *rstatix* (KASSAMBARA, 2020) e as análises foram feitas com o *software* R (4.1.3, Core Team 2022).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 21 indivíduos de *S. rugosa* foram contabilizadas 664 flores, das quais 225 (cerca de 34%) apresentavam sinais de florivoria. Os visitantes florais registrados nas flores de *S. rugosa* com aparelho bucal mastigador, considerados potenciais florívoros, pertenciam às ordens Blattodea, Neuroptera, Coleoptera, lagartas de Lepidopteros e

Hymenoptera (Famílias Formicidae e Vespidae) (Figura 3), assim como registrado por Oliveira e colaboradores (2021). As flores de espécies da subtribo Cassiinae, a qual pertence as espécies do gênero *Senna* Mill, apresentam ocorrência frequente de florivoria por diferentes grupos de invertebrados, como os citados anteriormente (SILVA; RIBEIRO-COSTA; JOHNSON, 2003, SARI; RIBEIRO-COSTA; ROPER, 2005, COTARELLI; VIEIRA, 2009, COTARELLI; ALMEIDA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Os florívoros consomem não só as pétalas, mas também os botões florais e as estruturas reprodutivas primárias, como o estigma, estames e grãos de pólen (SILVA; RIBEIRO-COSTA; JOHNSON, 2003, SARI; RIBEIRO-COSTA; ROPER, 2005, COTARELLI; VIEIRA, 2009, COTARELLI; ALMEIDA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Inclusive, a oferta de pólen como principal recurso é um dos atrativos florais importantes na escolha dos florívoros (DEMETRIO, 2013).



Figura 3 – Alguns dos florívoros registrados nas flores de *Senna rugosa*

As pétalas são estruturas florais de grande importância na atração dos polinizadores. *S. rugosa* é uma espécie melitófila, polinizada principalmente por abelhas fêmeas solitárias e robustas dos gêneros *Bombus* e *Xylocopa* (CARVALHO; AUGUSTO, 2005). Dessa forma, suas características atraem abelhas, mas também podem servir como atrativos para outros grupos de insetos antagonistas como é o caso dos florívoros registrados (WOLFE, 1997; IRWIN; BRODY; WASER, 2001), o que poderia justificar a ocorrência de alta florivoria nas espécies de *Senna*. Buscando entender quais atributos florais influenciam nas escolhas dos florívoros, um estudo registrou que flores de cor amarela, de tamanhos grandes e polinizadas por abelhas, como é o caso de *S. rugosa*, apresentaram maiores taxas de

florivoria (DEMÉTRIO, 2013).

Sobre a influência da forma da pétala nas quantidade de florivoria natural, encontramos que a mediana da quantidade de florivoria nas pétalas de atração é diferente da quantidade de florivoria na pétala côncava ($W= 33417$ $p < 0,001$). A mediana das pétalas de atração (9,87 e 9,37, mediana e amplitude interquartil - IQR) foi superior à da pétala côncava (5,62 e 12,2) (Figura 4), indicando que as pétalas de atração apresentam maiores evidências de florivoria em relação às pétalas côncavas, como esperado neste estudo.

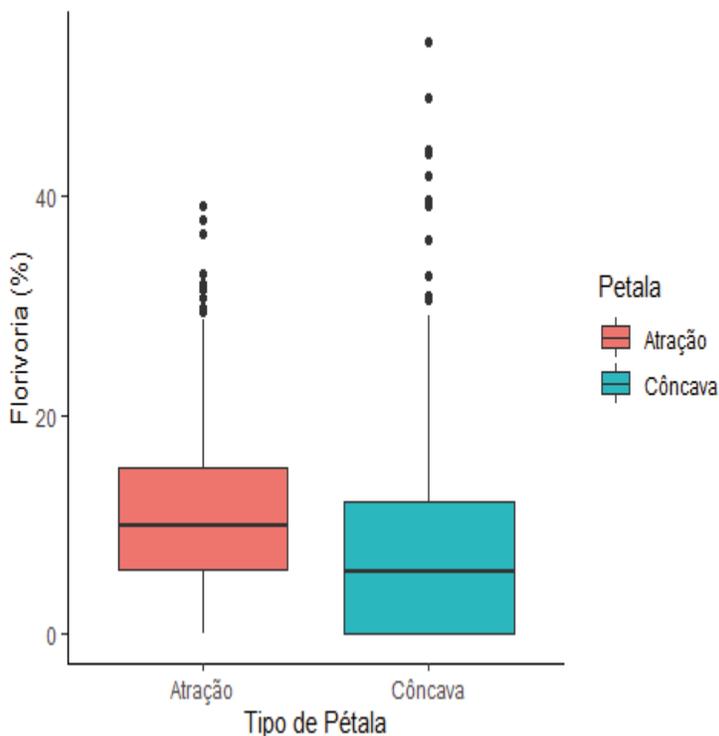


Gráfico 1 – Box plot com ênfase para o efeito da forma da pétala no percentual de florivoria natural em *S. rugosa*

S. rugosa apresenta uma corola composta por cinco pétalas, das quais quatro exercem função de atração dos visitantes, e apenas uma auxilia diretamente na deposição de pólen, a pétala côncava. As pétalas de atração são morfologicamente semelhantes, já a pétala côncava apresenta-se com uma concavidade que a torna morfologicamente diferente das demais. Tal característica possivelmente possa influenciar nas decisões de forrageamento dos florívoros de *S. rugosa*, os fazendo consumir mais os tecidos das demais pétalas com função de atração por apresentarem uma aparência homogênea.

Em relação ao efeito da forma da corola na atração de florívoros, flores do tipo

estandardate, ou seja, flores que apresentam uma pétala diferenciada em tamanho e coloração que atua como guia de néctar, parecem mais atrativas a esses antagonistas apresentando maiores taxas de florivoria (DEMETRIO, 2013). A presença desta pétala compõe um conjunto de características atrativas às abelhas que atuam como polinizadores desse tipo de flor (DEMETRIO, 2013). E, ao atrair abelhas, acaba por atrair outros insetos antagonistas que também respondem a esse tipo de atrativo (WOLFE, 1997; IRWIN; BRODY; WASER, 2001). Isso mostra que pétalas com características diferenciadas, como ocorre com *S. rugosa*, podem desempenhar papel importante na atração, tanto de polinizadores quanto de florívoros, embora tenhamos encontrado menor florivoria nas pétalas côncavas.

De todo modo, tanto a florivoria em pétalas de atração quanto na pétala de deposição podem ocasionar fortes danos à polinização (MCCALL; IRWIN, 2006; MCCALL, 2008). As mudanças em traços florais, como morfologia, simetria e tamanho da corola, ocasionadas pelos florívoros podem tornar as flores menos atrativas aos polinizadores, e indiretamente provocar redução no sucesso reprodutivos da espécie por meio do decréscimo no número de visitas às flores (KRUPNICK; WEIS; CAMPBELL, 1999; MALO; LEIRANA-ALCOCER; PARRA-TABLA, 2001; MCCALL, 2008).

Além da forma das pétalas ou da morfologia da corola, outras características presentes em *S. rugosa*, como flores muito grandes, cor amarela, oferta de pólen em grande quantidade, caracterizando síndrome de polinização por abelhas, possivelmente constituem fortes atrativos tanto para polinizadores quanto para florívoros (WOLFE, 1997; IRWIN; BRODY; WASER, 2001; DEMETRIO, 2013). Assim, a realização de estudos com outras espécies que apresentem corolas compostas por pétalas morfologicamente diferentes pode trazer resultados mais precisos sobre o efeito da forma das pétalas na florivoria natural.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscou-se investigar a influência da forma das pétalas na florivoria natural em flores de *S. rugosa*. Encontramos que a forma da pétala tem efeito na florivoria natural, com maior consumo de pétalas de atração, o que sugere que a forma das pétalas de *S. rugosa*, influenciam na atração de florívoros. Os resultados obtidos neste estudo trazem contribuições para a compreensão dos critérios de escolha e dos atrativos florais utilizados por florívoros durante o forrageamento. Além disso, este estudo é um dos primeiros a investigar a influência da morfologia das pétalas na florivoria numa espécie do gênero *Senna*.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. **Recursos florais. Biologia da polinização**, v. 1, p.130-150, 2014.

ALMEIDA, N. M. , COTARELLI, V.M.; SOUZA,D.P.; NOVO, R. R.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; OLIVEIRA, P.E.; CASTRO, C.C. **Enantiostylous types of Cassiinae species (Fabaceae-Caesalpinioideae)**. *Plant Biology*, v. 17, n. 3, p. 740–745, 2015.

ALVES, C. C. E; BEZERRA, L. M. A; MATIAS, A. C. C. **A importância da conservação/preservação ambiental da floresta nacional do araripe para a região d cariri–ceará/brasil**. *Revista Geográfica de América Central*, v. 2, p. 1-10, 2011.

AMORIM, T. MARAZZI, B., SOARES, A. A., FORNI-MARTINS, E. R., MUNIZ, C. R., WESTERKAMP, C. **Ricochet pollination in Senna (Fabaceae) – petals deflect pollen jets and promote division of labour among flower organs**. *International Journal of Laboratory Hematology*, v. 38, n. 1, p. 42–49, 2017.

AMORIM, T. M.; SOARES, A. A.; WESTERKAMP, C. **Mais sobre polinização por zumbido - o pólen ricocheteia em flores assimétricas**. In: *Assimetria em Plantas*. CRC Press, 2019. p. 333-354. 2019.

BARRETT, S. C. H. **The evolution of plant sexual diversity**. *Nature Reviews Genetics*, v. 3, n. 4, p. 274-284, 2002.

BARRETT, S. C. H; JESSON, L. K.; BAKER, A. M. **The evolution and function of stylar polymorphisms in flowering plants**. *Annals of Botany*, v. 85, n. suppl_1, p. 253-265, 2000.

BUCHMANN, S. L. **Buzz pollination in angiosperms**. p. 73-113, 1983.

CARVALHO, A. P. G. O.; AUGUSTO, S. C. **Visitantes florais e polinização de Senna rugosa (G. Don) H. S. Irwin & Barneby (Leguminisae, Caesalpinioideae)**. In: *Congresso de Ecologia do Brasil*, 7., 2005. Caxambu. Anais... Caxambu: SEB, 2005.

COTARELLI, V. M.; ALMEIDA, N. M. **Florivoria em Senna macranthera var. pudibunda (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Caesalpinioideae-Fabaceae)**. *Natureza online*, v. 13, p. 45–49, 2015.

COTARELLI, V. M.; VIEIRA, A. O. S. **Herbivoria floral em Chamaecrista trachycarpa (Vog.) HS Irwin & Barneby, em uma área de campo natural (Telêmaco Borb a, Pr, Brasil)**. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 30, n. 1, p. 91-98, 2009.

DANTAS, M. M, SILVA, M. J. **O gênero Senna Mill. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Cassieae) no Parque Estadual da Serra Dourada, GO**. *Brasil Hoehnea*, v. 40, p. 99–113, 2013.

DEMETRIO, K. M. **Florivoria em espécies ocorrentes em caatinga, nordeste do brasil: fenologia, frequência e atributos florais relacionados**. 2013. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

DUTRA, V. F.; VIEIRA, M. F., GARCIA, F. C. P., LIMA, H. C. D . **Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos Estadual**. *Rodriguésia*, v. 60, n. 2, p. 371–387, 2009.

FENSTER, C. B. **Mirror image flowers and their effect on outcrossing rate in Chamaecrista fasciculata (Leguminosae)**. *American Journal of Botany*, v. 82, n. 1, p. 46-50, 1995.

FERRER, M. M.; CEN, E. M. B., ROBERTO, M. E. C., CASTILLO, L. A., TEC, C. A., KAN, A. E. M., ... CANCHÉ, M. G. T. **Las diferentes formas de las flores: pistilos cambiantes, o de cómo volar entre espejos o ser una especie flexible.** *Bioagrobiencias*, v. 4, n. 1, p. 6–17, 2011.

GLAUM, P.; KESSLER, A. **Functional reduction in pollination through herbivore-induced pollinator limitation and its potential in mutualist communities.** *Nature communications*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2017.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Evolution of Flower Structures and Pollination in Neotropical Cassiinae (Caesalpiniaceae) Species.** *Phyton*, v. 28, n. 2, 1988.

GUMBERT, A. **Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): innate preferences and generalization after learning.** *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 48, n. 1, p. 36-43, 2000.

INOUE, D. W. **The Terminology of Floral Larceny.** v. 73, n. 4, p. 1514–1518, 1980.

IRWIN, H. S.; BARNEBY, R. C. **The American Cassiinae.** Bronx, New York. 1982.

IRWIN, R. E.; BRODY, A. K.; WASER, N. M. **The impact of floral larceny on individuals, populations, and communities.** *Oecologia*, v. 129, n. 2, p. 161-168, 2001.

JESSON, L. K.; BARRETT, S. C. H. **The comparative biology of mirror-image flowers.** *International Journal of Plant Sciences*, v. 164, n. 5, p. 237-249, 2003.

KASSAMBARA, A. **rstatix: Pipe-friendly framework for basic statistical tests.** R package version 0.6. 0, 2020.

KRUPNICK, G. A.; WEIS, A. E.; CAMPBELL, D. R. **The consequences of floral herbivory for pollinator service to *Isomeris arborea*.** *Ecology*, v. 80, n. 1, p. 125-134, 1999.

LIMA, V. M. F.; MOREIRA, V. A.; FERRER, M. A.; GOUVEIA, G. P.; AVELINO, A. S. **Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais da Floresta Nacional de Araripe-Apodi.** Crato: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MALO, J. E.; LEIRANA-ALCOCER, J.; PARRA-TABLA, V. **Population Fragmentation, Florivory, and the Effects of Flower Morphology Alterations on the Pollination Success of *Myrmecophila tibicinis* (Orchidaceae).** *Biotropica*, v. 33, n. 3, p. 529-534, 2001.

MARAZZI, B.; ENDRESS, P. K. **Patterns and development of floral asymmetry in *Senna* (Leguminosae, Cassiinae).** *American Journal of Botany*, v. 95, n. 1, p. 22–40, 2008.

MCCALL, A. C. **Florivory affects pollinator visitation and female fitness in *Nemophila menziesii*.** *Oecologia*, v. 155, n. 4, p. 729–737, 2008.

MCCALL, A. C.; IRWIN, R. E. **Florivory: the intersection of pollination and herbivory.** *Ecology letters*, v. 9, n. 12, p. 1351-1365, 2006.

MELO, L. R. F., CUNHA GUIMARÃES, B. M., BARÔNIO, G. J., DE OLIVEIRA, L. C., CARDOSO, R. K. D. O. A., ARAÚJO, T. N., TELLES, F. J. **Como as abelhas percebem as flores e por que isto é importante?** *Oecologia Australis*, v. 22, n. 4, p. 362-389, 2018.

MENDONÇA L. A. R., FRISCHKORN, H., SANTIAGO, M. F., CAMARGO, P. B. D., DE LIMA, J. O., MENDES FILHO, J. **Identificação de mudanças florestais por 13C e 15N dos solos da Chapada do Araripe, Ceará.** Rev. Bras Eng Agric e Ambient, v. 14, p. 314–319, 2010.

MORAIS, J. M. **Evolução e significado funcional da Enantiostilia monomórfica em Vochysiaceae.** Universidade de Brasília. Brasília, 2018. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35238/3/2018_JoicyMartinsMorais.pdf. Acesso em: 11 Jul. 2022.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes.** FMC Agricultural Products, Campinas, 1017p, 2011.

MOTHERSHEAD, K.; MARQUIS, R. J. **Fitness impacts of herbivory through indirect effects on plant-pollinator interactions in *Oenothera macrocarpa*.** Ecology, v. 81, p. 30–40, 2000.

NASCIMENTO, E. A.; DEL-CLARO, K. **Floral Visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby (Fabaceae - Caesalpinioideae) at Cerrado of Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil.** Ecological Modelling, v. 134, n. 2–3, p. 275–282, 2007.

OLIVEIRA, A. C. S.; SOUZA, J. T., DE BRITO, V. L. G., ALMEIDA, N. M. **Attraction of florivores and larcenists and interaction between antagonists in *Senna rugosa* (Fabaceae).** Arthropod-Plant Interactions, v. 15, n. 4, p. 535-544, 2021.

SANTOS, J. P. **O gênero *Senna* Mill. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Cassinae) na região Centro-Oeste do Brasil, com ênfase nas espécies ocorrentes no estado de Goiás.** 2013. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2013.

SARI, L. T.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROPER, J. J. **Dinâmica populacional de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) HS Irwin & Barneby (Caesalpinaceae).** Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 1, p. 169-174, 2005.

SILVA, J. A. P.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; JOHNSON, C. D. ***Sennius Bridwell* (Coleoptera, Bruchidae): novas espécies predadoras de sementes de *Chamaecrista Moench* (Caesalpinaceae) da Serra do Cipó, Santana do Riacho, Minas Gerais, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 20, n. 2, p. 269–277, 2003.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **A influência dos herbívoros dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação de espécies da família Malpighiaceae em um cerrado de Minas Gerais.** 2007. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

WESTERKAMP, C. **Ricochet pollination in *Cassias*—and how bees explain enantiostyly. Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 225-230, 2004.

WICKHAM, H. *et dplyr: A grammar of data manipulation.* R package version 0.4, v. 3, p. p156, 2015.

WOLFE, L. M. **Differential flower herbivory and gall formation on males and females of *Neea psychotrioides*, a dioecious tree.** Biotropica, v. 29, n. 2, p. 169-174, 1997.