



Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia
Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

**FENOLOGIA, VISITANTES FLORAIS E SUCESSO
REPRODUTIVO DE *STRUTHANTHUS POLYANTHUS* MART.
(LORANTHACEAE) EM TRÊS DIFERENTES HOSPEDEIROS
EM UMA ÁREA DE CERRADO**

Melina Santos Galdiano

2017

Melina Santos Galdiano

**FENOLOGIA, VISITANTES FLORAIS E SUCESSO
REPRODUTIVO DE *STRUTHANTHUS POLYANTHUS* MART.
(LORANTHACEAE) EM TRÊS DIFERENTES HOSPEDEIROS
EM UMA ÁREA DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora
Prof.^a Dr.^a Helena Maura Torezan Silingardi

Uberlândia - MG
Fevereiro – 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G149f Galdiano, Melina Santos, 1989
2017 Fenologia, visitantes florais e sucesso reprodutivo de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) em três diferentes hospedeiros em uma área de cerrado / Melina Santos Galdiano. - 2017.
76 f. : il.

Orientadora: Helena Maura Torezan Silingardi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.43>
Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Parasitismo - Teses. 3. Relação inseto-planta - Teses. 4. Lorantácea - Teses. I. Silingardi, Helena Maura Torezan. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574

Marcello Mundim Rodrigues – CRB-6/3275

Melina Santos Galdiano

**FENOLOGIA, VISITANTES FLORAIS E SUCESSO
REPRODUTIVO DE *STRUTHANTHUS POLYANTHUS* MART.
(LORANTHACEAE) EM TRÊS DIFERENTES HOSPEDEIROS
EM UMA ÁREA DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2017


Prof.^a Dr.^a Vanessa Stefani/Sul Moreira - UFU


Prof.^a Dr.^a Denise Lange - UTFPR


Prof.^a Dr.^a Helena Maura Torezan Silingardi
UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

à Deus, pela força, coragem e determinação para enfrentar os desafios e por todas as bênçãos à mim concedidas;

aos meus pais, Nivaldo e Cláudia, e ao meu irmão, Thiago, por todo o amor, dedicação, apoio, incentivo e confiança. Vocês são a minha base, o meu suporte. Obrigada por estarem sempre ao meu lado, lutando comigo para alcançar meus objetivos e sonhando os meus sonhos. Serei eternamente grata por tudo o que fizeram e fazem por mim;

ao meu namorado, Eduardo, por todo amor, carinho, atenção, dedicação e companheirismo. Você é meu exemplo de força e determinação, dono de um coração admirável. Agradeço por todos esses anos de felicidade e experiências compartilhadas e, em especial, por não poupar esforços ao me ajudar nessa etapa do mestrado;

aos meus sogros, Rubens e Hilda, pelo carinho que sempre tiveram por mim, pelo incentivo e por me acolherem tão bem em sua família. Vocês são pessoas exemplares e muito especiais;

à minha orientadora, Helena Maura Torezan Silingardi, por ter me acompanhado desde os anos da graduação até hoje, acreditando e confiando em mim e em meu trabalho. Agradeço por toda experiência e conhecimento compartilhados, pela atenção, dedicação e pelo carinho;

às minhas amigas, em especial Ana Letícia e Rafaela, por se fazerem tão presentes, por todo apoio, incentivo, força, carinho e, principalmente, pela amizade;

à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro durante o período de desenvolvimento da dissertação;

por fim, agradeço à UFU, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e ao Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia pelo apoio e por tornarem possível a realização deste trabalho.

A todos, muito obrigada!

Índice

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
CAPÍTULO 1: Fenologia de <i>Struthanthus polyanthus</i> Mart. (Loranthaceae) condicionada às espécies hospedeiras em uma área de cerrado	12
Resumo	13
Abstract.....	13
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3. RESULTADOS.....	21
4. DISCUSSÃO	28
5. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO 2: Variação de aspectos reprodutivos e vegetativos de <i>Struthanthus polyanthus</i> Mart. (Loranthaceae) entre três diferentes espécies hospedeiras em uma área de cerrado.....	39
Resumo	40
Abstract.....	40
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS.....	49
4. DISCUSSÃO	59
5. CONCLUSÃO	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CONCLUSÃO GERAL	76

RESUMO

GALDIANO, M. S. **Fenologia, visitantes florais e sucesso reprodutivo de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) em três diferentes hospedeiros em uma área de cerrado**. 2017. 76f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

Dentre uma gama de interações ecológicas entre diferentes seres vivos, está o parasitismo. Algumas angiospermas, ao longo de sua evolução, tornaram-se parasitas de outras plantas, chamadas de hospedeiras. As plantas hemiparasitas penetram nos tecidos de suas hospedeiras através de haustórios, estruturas especiais que retiram água e nutrientes minerais do xilema da hospedeira para beneficiar sua sobrevivência. Alguns estudos têm mostrado que a performance da parasita pode variar entre as espécies hospedeiras, isto é, dependendo do hospedeiro em que a parasita se instala, esta pode ter uma produção maior ou menor de folhas, flores e frutos, por exemplo. Assim, a presente dissertação buscou investigar uma planta hemiparasita e dioica, *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae), quanto à fenologia, visitantes florais e sucesso reprodutivo, em três diferentes hospedeiros em uma área de cerrado na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, estado de Minas Gerais, Brasil. A área possui fitofisionomia de cerrado sentido restrito e muitos exemplares das seguintes espécies hospedeiras: *Cabralea canjerana polytricha* (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) e *Plathymentia reticulata* (Fabaceae). As principais hipóteses levantadas foram: a) que a espécie hospedeira pode influenciar a intensidade da florada, mas não a época dos eventos fenológicos; e b) que existe variação dos visitantes florais, da frutificação e da qualidade nutricional foliar de *S. polyanthus* entre os diferentes hospedeiros. Os resultados demonstrados no Capítulo 1 comprovam que a espécie hospedeira pode influenciar a fenologia reprodutiva, mas não a fenologia vegetativa de *S. polyanthus*. Apesar de haver uma sincronia no período de floração para indivíduos estaminados e pistilados de *S. polyanthus* nos três hospedeiros, a produção de botões, flores e frutos foi influenciada, principalmente, pela espécie hospedeira. O início e fim dos eventos fenológicos dos indivíduos de *S. polyanthus* não variaram em função das hospedeiras, o que reforça a ideia de que a fenologia das espécies de cerrado segue um padrão definido mais intensamente por fatores abióticos, com grande influência da sazonalidade. No Capítulo 2, foi visto que houve diferença na quantidade de nutrientes foliares, na quantidade de grãos de pólen e na riqueza e abundância dos visitantes florais de *S. polyanthus* em cada hospedeiro, com influência sobre a frutificação final. Os maiores valores foram encontrados sobre o hospedeiro *P. ramiflora*. Os visitantes mais frequentes e com maior força de interação foram *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Augochloropsis* sp.1, sendo estes considerados polinizadores efetivos. Esse estudo é o primeiro a analisar a fenologia reprodutiva e vegetativa de *S. polyanthus*, bem como os visitantes florais e o sucesso reprodutivo dessa espécie hemiparasita, condicionado pela espécie hospedeira. Pode-se concluir, portanto, que diferentes fatores, sejam eles abióticos ou bióticos, influenciam direta e indiretamente a performance de *S. polyanthus* e que estudos como esse, analisando sistemas tritróficos, devem ser feitos para um melhor entendimento dos processos que estruturam e moldam o ecossistema.

Palavras-chave: parasitismo, hemiparasita, interação inseto-planta, erva-de-passarinho

ABSTRACT

GALDIANO, M. S. **Phenology, floral visitors and reproductive success of *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) in three different hosts in a cerrado area.** 2017. 76p. Master thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources - Federal University of Uberlândia, Minas Gerais state, Brazil, 2017.

Among a range of ecological interactions between different organisms, there is the parasitism. Some angiosperms, throughout their evolution, became parasites of other plants, called hosts. Hemiparasitic plants penetrate the host tissues through haustories, special structures that extract water and nutrients from xylem for their survival. Some studies have shown that the performance of parasitic plant can vary among host species, i.e., depending on the host in which the parasite is installed, it may have a higher or lower leaf, flower and fruit production, for example. Thus, the present study sought to investigate a dioecious and hemiparasitic plant, *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae), regarding the phenology, floral visitors and reproductive success, in three different hosts in a cerrado area of the Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, in Uberlândia city, Minas Gerais state, Brazil. The area has a cerrado sensu stricto phytophysognomy and many species of the following host species: *Cabralea canjerana polytricha* (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) and *Plathymenia reticulata* (Fabaceae). The main hypotheses were: a) host species can influence the flowering intensity, but not the time of phenological events; and b) there is variation of floral visitors, fruit set and foliar nutritional quality of *S. polyanthus* among the different hosts. The results demonstrated in Chapter 1 show that the host species may influence the reproductive phenology, but not the vegetative phenology. Although there is a synchrony in the flowering period for male and female individuals of *S. polyanthus*, in all hosts, the production of buds, flowers and fruits is mainly influenced by the host species. Furthermore, the beginning and ending of phenological events of *S. polyanthus* did not vary according to the host, which reinforces the idea that the phenology of Cerrado species follows a pattern defined more intensely by abiotic factors, with great influence of seasonality. In Chapter 2, it was observed that there was a difference among the amount of foliar nutrients, the amount of pollen grains and in the richness and abundance of floral visitors of *S. polyanthus* in each host, with influence in the fruit set. The highest values were found on *P. ramiflora*. The most frequent visitors and with greater interaction strength were *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* and *Augochloropsis* sp.1, being these considered effective pollinators. This study is the first to analyze the reproductive and vegetative phenology of *S. polyanthus*, as well as the floral visitors and the reproductive success of this hemiparasitic species, conditioned by the host species. It can be concluded, therefore, that different factors, whether abiotic or biotic, influence directly and indirectly the performance of *S. polyanthus* and that studies like this, analyzing tritrophic systems, must be made for a better understanding of the processes that structure and shape the ecosystem.

Keywords: parasitism, hemiparasite, insect-plant interaction, mistletoes

INTRODUÇÃO GERAL

Interação inseto-planta

Uma grande variedade de interações ecológicas entre diferentes seres vivos é retratada na literatura clássica. Dentre elas, podem ser citadas algumas como: herbivoria (LAWTON; MCNEILL, 1979; PRICE et al., 1980), predação (HOLLING, 1959), parasitismo (HOLLING, 1959; PRICE et al., 1986), competição (SCHOENER, 1983), mutualismo (HEITHAUS; CULVER; BEATTIE, 1980), polinização (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979), entre outras.

Interações entre insetos e plantas, especificamente, têm registros desde aproximadamente 400 milhões de anos, no início do Devoniano (LABANDEIRA, 1998; MISOF et al., 2014; SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005). O surgimento das primeiras plantas ocorreu em um período anterior ao dos primeiros insetos (MISOF et al., 2014), mas as angiospermas, que são as plantas dominantes no planeta atualmente, surgiram no Cretáceo, período em que os insetos estavam numerosamente presentes (DEL-CLARO, 2012; SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005). Além disso, alguns estudos mostram que existiu uma sobreposição entre os períodos de diversificação dos insetos e das angiospermas, evidenciando uma antiga história de interações (DEL-CLARO, 2012; GULLAN; KUKALOVÁ-PECK, 1991; LABANDEIRA, 1998).

A coexistência de insetos e plantas permitiu o estabelecimento de uma gama de interações benéficas e deletérias entre esses grupos (DEL-CLARO et al., 2009). No mutualismo de polinização insetos promovem a transferência de pólen entre flores de plantas da mesma espécie durante o processo de coleta de recursos florais, assim as espécies animais e vegetais envolvidas são beneficiadas (TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Outras associações interespecíficas podem ter benefícios para apenas algumas das espécies envolvidas, enquanto outras são prejudicadas. Por exemplo, plantas podem ter os tecidos fotossintetizantes danificados por herbívoros e/ou patógenos microbianos, o que leva à diminuição da sua

capacidade de crescimento e reprodução, afetando negativamente seu valor adaptativo (DEL-CLARO, 2012; STOTZ; KROYMANN; MITCHELL-OLDS, 1999). Mas plantas também podem atrair predadores e parasitoides para seus herbívoros através da oferta de néctar extrafloral (DEL-CLARO et al., 2016; STEFANI et al., 2015) ou quando liberam substâncias voláteis após dano nos seus tecidos (ZANGERL; RUTLEDGE, 1996; KARBAN; BALDWIN, 1997). Outro exemplo menos comum são as plantas carnívoras que possuem folhas modificadas servindo como armadilhas para insetos, assim elas obtêm nitrogênio e fósforo adicionais em ambientes pobres em nutrientes, melhorando seu desenvolvimento geral (DEL-CLARO, 2012; STOTZ; KROYMANN; MITCHELL-OLDS, 1999).

Mutualismo entre insetos e plantas

Registros de interações harmônicas, especificamente as interações mutualísticas, surgiram há cerca de 290 milhões de anos no período Permiano (LABANDEIRA, 1998). Em uma interação mutualística inseto-planta, pode haver um impacto positivo da população de insetos sobre o desenvolvimento e a reprodução da população vegetal, podendo afetar diretamente o sucesso reprodutivo das plantas (ASSUNÇÃO; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014; TOREZAN-SILINGARDI, 2012; VÁZQUEZ et al., 2012). Por outro lado, pode haver também um impacto da planta sobre a nutrição dos insetos, através do fornecimento de recompensas alimentares como néctar, pólen e polpa de fruta, principalmente (BYK; DEL-CLARO, 2011; TOREZAN-SILINGARDI, 2012; VÁZQUEZ et al., 2012). Há inúmeros estudos que evidenciam a ligação entre o declínio de polinizadores e a redução da população de plantas (BIESMEIJER et al., 2006; LUNDGREN; TOTLAND; LÁZARO, 2016; POTTS et al., 2010). Nesse contexto, entende-se que a manutenção das populações vegetais é dependente diretamente da produção dos propágulos ou sementes, que é uma

consequência do desenvolvimento adequado da planta e de suas estruturas reprodutivas, como botões e flores, sendo diretamente vinculada ao comportamento dos insetos.

As flores adaptaram-se morfológica e fisiologicamente ao longo da evolução, de modo a atrair diferentes animais capazes de transportar o pólen (OLIVEIRA et al., 2016; STAGGEMEIER; MORELLATO, 2011). Muitas espécies de plantas garantem a atração e a permanência de polinizadores em seu ambiente através da oferta de recursos, e esta atração é reforçada pela emissão de odores e por características morfológicas que facilitam a adaptação do corpo do visitante com a flor (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006; OLIVEIRA et al., 2016; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Essas adaptações facilitam a localização da planta e o acesso ao recurso floral pelos visitantes (MILLER; OWENS; RORSLETT, 2011), bem como o transporte do pólen, aumentando assim a eficiência da polinização e otimizando a reprodução (STEBBINS, 1970). Características como o odor e as diferenças de cor das flores podem funcionar como atrativos de longa e média distância, respectivamente (CHITTKA; KEVAN, 2005; RAGUSO, 2008) e proporcionar um mecanismo pelo qual os polinizadores podem avaliar a qualidade e a abundância de recursos (CHITTKA; KEVAN, 2005; RAGUSO, 2008; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). No entanto, é importante ressaltar que os mesmos fatores que servem para sinalizar a presença das flores para os polinizadores, também são reconhecidos por pilhadores de recursos florais e por herbívoros florais (florívoros) (FERREIRA; TOREZAN-SILINGARDI, 2013), levando à existência de outros tipos de interações.

Parasitismo em plantas

Um outro tipo de interação existente, importante e muito antiga, é o parasitismo (DEL-CLARO, 2012). As plantas parasitas penetram nos tecidos de outras plantas, chamadas hospedeiras, através de órgãos especializados, os haustórios, e retiram delas a seiva necessária

para sua sobrevivência (LÓPEZ DE BUEN; ORNELAS, 2002; NOUTCHEU et al., 2013). As parasitas são denominadas de holoparasitas, quando não apresentam clorofila e atacam o xilema e o floema da hospedeira, e de hemiparasitas, quando apresentam clorofila e atacam apenas o xilema (GLATZEL; GEILS, 2009; IRVING; CAMERON, 2009). Essa invasão ao sistema vascular da planta hospedeira pode levar a alterações do crescimento, reprodução e fisiologia da mesma, assim como uma grande redução no fitness ou valor adaptativo do indivíduo (HOWELL; MATHIASSEN, 2004; NOUTCHEU et al., 2013; PRESS; PHOENIX, 2005).

No que diz respeito à especificidade pelo hospedeiro, parasitas podem ser classificados desde especialistas até generalistas (SHAW, 1994). Espécies especialistas são, usualmente, aquelas que parasitam uma única espécie hospedeira comum e podem parasitar outras espécies esporadicamente (ATSATT, 1983), enquanto que as generalistas parasitam um grande número de espécies hospedeiras, mostrando preferência por algumas em relação às outras (NORTON; DE LANGE, 1999).

O desenvolvimento da planta parasita vai depender da “qualidade” da hospedeira, ou seja, dos recursos que esta fornecerá para o seu crescimento (GLATZEL; GEILS, 2009). Assim, a performance da parasita varia muito entre as espécies hospedeiras (ADLER, 2002; AHONEN; PUUSTINEN; MUTIKAINEN, 2006; MATTHIES, 1996) e vários estudos demonstram grandes diferenças na qualidade das espécies como hospedeiras (ATSATT; STRONG, 1970; GIBSON; WATKINSON, 1991).

Uma planta parasita pode ser impactada de maneira extremamente positiva pela planta parasitada, beneficiando-se, por exemplo, de um grande aumento na biomassa, número de ramos e número e massa de sementes, produção antecipada de sementes e resistência ao estresse (GIBSON; WATKINSON, 1991; MATTHIES, 1995; SEEL; PRESS, 1993). Mas, embora a relação de “explorador-vítima” esteja presente no parasitismo, uma planta

hospedeira nem sempre provoca um efeito positivo sobre a parasita (ATSATT; STRONG, 1970; SMITH, 2000). Algumas espécies não apresentam grande melhoria na presença de certas hospedeiras, as quais podem, na verdade, reduzir a fecundidade de uma parasita que mostrou respostas positivas para outras hospedeiras (ATSATT; STRONG, 1970).

Plantas hemiparasitas

Dentre uma gama de plantas parasitas estão os viscos (ARRUDA et al., 2012; MATHIASSEN et al., 2008). Estes são, em sua maioria, hemiparasitas, pois crescem sobre os galhos da planta hospedeira, da qual obtêm água e nutrientes, mas realizam fotossíntese (PRESS; PHOENIX, 2005; KUIJT, 2009). Os viscos pertencem à ordem Santalales, na qual temos a família Loranthaceae, representada por espécies hemiparasitas (WATSON, 2001). A família Loranthaceae compreende aproximadamente 73 gêneros e 990 espécies, predominantes nas regiões tropicais (NICKRENT et al., 2010), sendo que, no Brasil, são encontrados 12 gêneros e 131 espécies (ANDRADE et al., 2009; CAIRES; DETTKE, 2010). No Cerrado são conhecidas 36 espécies de Loranthaceae, distribuídas em seis gêneros, sendo que *Struthanthus* apresenta a maior riqueza, com 16 espécies (BARBOZA, 2000). Devido à estreita dependência das aves como dispersoras de suas sementes, espécies dessa família são popularmente conhecidas como erva-de-passarinho (AMICO; AIZEN, 2000).

Apesar de existir uma extensa literatura sobre ervas-de-passarinho, pouco se sabe a respeito da sua história natural e ecologia na região Neotropical (ARRUDA et al., 2009; MATHIASSEN et al., 2008). Embora a família Loranthaceae tenha um grande número de espécies nessa região, sua biologia floral e reprodutiva e sua polinização têm sido pouco estudadas (ARRUDA et al., 2012). O gênero *Struthanthus*, por exemplo, nunca foi estudado detalhadamente (TEODORO, 2013). Assim, estudos que foquem no grupo das lorantáceas podem contribuir para o melhor entendimento das teias de interações multitróficas, já que são

importantes elementos de comunidades vegetais e atuam como recurso-chave para polinizadores, dispersores de sementes e herbívoros (ARRUDA et al., 2012; TEODORO, 2013).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo investigar a fenologia, os visitantes florais e o sucesso reprodutivo de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) em três diferentes hospedeiros em uma área de cerrado. Para alcançar esse objetivo, esta dissertação foi dividida em dois capítulos com abordagens diferentes:

Capítulo 1. Fenologia de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) condicionada às espécies hospedeiras em uma área de cerrado.

Objetivo: descrever a fenologia da espécie de *S. polyanthus* e verificar se existe variação condicionada aos diferentes hospedeiros, baseando-se na hipótese de que os recursos fornecidos pela espécie hospedeira podem influenciar diferentemente os eventos fenológicos, com alterações mais evidentes nos eventos reprodutivos e mais discretas nos vegetativos.

Capítulo 2. Variação de aspectos reprodutivos e vegetativos de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) entre três diferentes espécies hospedeiras em uma área de cerrado

Objetivo: verificar se existe variação dos visitantes florais, da quantidade de grãos de pólen, da frutificação e da qualidade nutricional foliar de *S. polyanthus* entre três diferentes espécies hospedeiras. A principal hipótese é que existe variação destes fatores entre os diferentes hospedeiros, já que a oferta de recursos pode variar de acordo com a espécie hospedeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, L. S. Host effects on herbivory and pollination in a hemiparasitic plant. **Ecology**, v. 83, p. 2700-2710, 2002. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2700:HEOHAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2700:HEOHAP]2.0.CO;2)
- AHONEN, R.; PUUSTINEN, S.; MUTIKAINEN, P. Host use of a hemiparasitic plant: no trade-offs in performance on different hosts. **Journal of evolutionary biology**, v. 19, n. 2, p. 513-521, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2005.01024.x>
- AMICO, G.; AIZEN, M. A. Mistletoe seed dispersal by a marsupial. **Nature**, v. 408, p. 929-930, 2000.
- ANDRADE, M. J. G. et al. Loranthaceae. In: GIULIETTI, A. M., et al. (Orgs.). **Catálogo de plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte: Conservation International, 2009. p. 240-242.
- ARRUDA, R. et al. Natural history and ecology of Neotropical mistletoes. In: DEL-CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S.; RICO-GRAY, V. (Orgs.). **Tropical Biology and Conservation Management: Natural history of tropical plants**. Oxford: Eolss Publishers Co. Ltd., 2009. p. 133-154.
- _____. et al. Ecology of neotropical mistletoes: an important canopy-dwelling component of Brazilian ecosystems. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 264-274, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000200003>
- ASSUNÇÃO, M. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? **Flora**, v. 209, p. 244-249, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.03.003>
- ATSATT, P. R. Host-parasite interactions in higher plants. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H. (Orgs.). **Physiological plant ecology III: Responses to the Chemical and Biological Environment**. Berlin: Springer-Verlag, 1983, p. 519-535. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68153-0_14
- _____; STRONG, D. R. The population biology of annual grassland hemiparasites. I. The host environment. **Evolution**, v. 24, p. 278-291, 1970. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1970.tb01761.x>
- BARBOZA, M. A. **Loranthaceae e Viscaceae no bioma Cerrado**. 2000. 115f. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília.
- BIESMEIJER, J. C. et al. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354, 2006. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>
- BYK, J.; DEL-CLARO, K. Ant-plant interaction in the Neotropical savanna: direct beneficial effects of extrafloral nectar on ant colony fitness. **Population Ecology**, v. 53, n. 2, p. 327-332, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10144-010-0240-7>
- CAIRES, C. S.; DETTKE, G. A. Loranthaceae. In: FORZZA, R. C. et al. (Orgs.). **Catálogo**

de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 2, p. 1172-1177.

CHITTKA, L.; KEVAN, P. G. Flower colour as advertisement. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. (Orgs.). **Practical Pollination Biology**. Cambridge: Enviroquest Ltd., 2005. p. 157-196.

DEL-CLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: Del-Claro, K.; Torenzan-Silingardi, H. M. (Orgs.). **Ecologia de interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012, p. 37-50.

_____. et al. Ecologia comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009. <https://doi.org/10.4257/oeco.2009.1301.02>

_____. et al. Loss and gains in ant-plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies. **Insectes Sociaux**, v. 63, n. 2, p. 207-221, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00040-016-0466-2>

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979.

FERREIRA, C. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Implications of the Floral Herbivory on Malpighiaceae Plant Fitness: Visual Aspect of the Flower Affects the Attractiveness to Pollinators. **Sociobiology**, v. 60, n. 3, p. 323-328, 2013. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.323-328>

GIBSON, C. C.; WATKINSON, A. R. Host selectivity and the mediation of competition by the root hemiparasite *Rhinanthus minor*. **Oecologia**, v. 86, p. 81-87, 1991. <https://doi.org/10.1007/BF00317393>

GLATZEL, G.; GEILS, B. W. Mistletoe ecophysiology: host-parasite interactions. **Botany**, v. 87, n. 1, p. 10-15, 2009. <https://doi.org/10.1139/B08-096>

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in cerrado: a South American tropical seasonal vegetation**. Ulm: Reta Verlag, 2006.

HEITHAUS, E. R.; CULVER, D. C.; BEATTIE, A. J. Models of some ant-plant mutualisms. **American Naturalist**, v. 116, p. 347-361, 1980. <https://doi.org/10.1086/283632>

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 07, p. 385-398, 1959. <https://doi.org/10.4039/Ent91385-7>

HOWELL, B. E.; MATHIASSEN, R. L. Growth impacts of *Psittacanthus angustifolius* Kuijt on *Pinus oocarpa* Schiede in Honduras. **Forest Ecology and Management**, v. 198, p. 75-88, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.03.047>

IRVING, L. J.; CAMERON, D. D. You are what you eat: interactions between root parasitic plants and their hosts. **Advances in Botanical Research**, v. 50, p. 87-138, 2009. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(08\)00803-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(08)00803-3)

KARBAN, R.; BALDWIN, I. T. **Induced Responses to Herbivory**. Chicago: Chicago University Press, 1997. 317 p. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226424972.001.0001>

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 1993.

KUIJT, J. Monograph of *Psittacanthus* (Loranthaceae). **Systematic Botany Monographs**, v. 86, p. 1-361, 2009.

KUKALOVÁ-PECK, J. Fossil history and the evolution of hexapod structures. In: Naumann, I. D. et al. (Orgs.). **The Insects of Australia: A Textbook for Students and Research Workers**. Cornell University Press, 1991, v. 1, p. 141-179.

LABANDEIRA, C. C. Early history of arthropod and vascular plant associations. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 26, p. 329-77, 1998. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.26.1.329>

LAWTON, J. H.; MCNEILL, S. Between the devil and the deep blue sea: on the problem of being a herbivore. **Symposium of the British Ecological Society**, v. 20, p. 223-244, 1979.

LÓPEZ DE BUEN, L. E.; ORNELAS, J. F. Host compatibility of cloud forest mistletoe *Psittacanthus schiedeana*, in central Veracruz, Mexico. **American Journal Botany**, v. 89, p. 95-102, 2002. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.1.95>

LUNDGREN, R.; TOTLAND, Ø.; LÁZARO, A. Experimental simulation of pollinator decline causes community-wide reductions in seedling diversity and abundance. **Ecology**, v. 97, n. 6, p. 1420-1430, 2016. <https://doi.org/10.1890/15-0787.1>

MATHIASSEN, R. L. et al. Mistletoes: pathology, systematics, ecology, and management. **Plant Disease**, v. 92, p. 988-1006, 2008. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>

MATTHIES, D. Interactions between the root hemiparasite *Melampyrum arvense* and mixtures of host plants: heterotrophic benefit and parasite mediated competition. **Oikos**, v. 75, p. 118-124, 1996. <https://doi.org/10.2307/3546328>

_____. Parasitic and competitive interactions between the hemiparasites *Rhinanthus serotinus* and *Odontites rubra* and their host *Medicago sativa*. **Journal of Ecology**, v. 83, p. 245-251, 1995. <https://doi.org/10.2307/2261563>

MILLER, R.; OWENS, S. J.; RORSLETT, B. Plants and colours: Flowers and pollination. **Optics & Laser Technology**, v. 43, p. 282-294, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2008.12.018>

MISOF, B. et al. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. **Science**, v. 346, p. 763–767, 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1257570>

NICKRENT, D. L. et al. A revised classification of Santalales. **Taxon**, v. 59, p. 538-558, 2010.

NORTON, D. A.; DE LANGE, P. J. Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in New Zealand. **Functional Ecology**, v. 13, p. 552-559, 1999. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00347.x>

NOUTCHEU, R. et al. Phenology, parasitism of *Phragmanthera capitata* and myrmecofauna associated to host trees at the orchard of the chief's palace Ndogbong (Douala, Cameroon). **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 4, n. 5, p. 539-551, 2013.

OLIVEIRA, P. E. Reproductive biology, evolution and taxonomy of Vochysiaceae in Central Brazil. In: OWENS, S. J.; RUDAALL, P. J. (Orgs.). **Reproductive Biology in Systematics, Conservation and Economic Botany**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1998, p. 381-393.

_____. et al. Differential pollination modes between distant populations of *Unonopsis guatterioides* (Annonaceae) in Minas Gerais and Amazonas, Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, 2016.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

PRESS, M. C.; PHOENIX, G. K. Impacts of parasitic plants on natural communities. **New Phytologist**, v. 166, p. 737-751, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01358.x>

PRICE, P. W. et al. Interactions among three trophic levels: influence of plant on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 41-65, 1980. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000353>

_____. et al. Parasite mediation in ecological interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 487-505, 1986. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.002415>

RAGUSO, R. A. Wake up and smell the roses: the ecology and evolution of floral scent. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 39, p. 549-569, 2008. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095601>

SCHOENER, T. W. Field experiments on interspecific competition. **American naturalist**, v. 122, n. 2, p. 240-285, 1983. <https://doi.org/10.1086/284133>

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-Plant Biology**. Oxford: Oxford University Press, 2005. 440 p.

SEEL, W. E.; PRESS, M. C. Influence of the host on three sub-arctic annual facultative root hemiparasites. I. Growth, mineral accumulation and aboveground dry-matter partitioning. **New Phytologist**, v. 125, p. 131-138, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb03871.x>

SHAW, M. R. Parasitoid host ranges. In: HAWKINS, B. A.; SHEEHAN, W. (ORGs). **Parasitoid Community Ecology**. Oxford University Press, 1994, p. 111-144.

SMITH, D. The population dynamics and community ecology of root hemiparasitic plants. **The American Naturalist**, v. 155, n. 1, p. 13-23, 2000. <https://doi.org/10.1086/303294>

STAGGEMEIER, V. G.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology of coastal plain Atlantic forest vegetation: comparisons from seashore to foothills. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, p. 843-854, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0482-x>

STEBBINS, G. L. Adaptive radiation of reproductive characteristics in angiosperms, I: pollination mechanisms. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 1, n. 1, p. 307-326, 1970. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.01.110170.001515>

STEFANI, V. et al. Beneficial effects of ants and spiders on the reproductive value of *Eriotheca gracilipes* (Malvaceae) in a tropical savanna. **PloS one**, v. 10, n. 7, p. e0131843, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131843>

STOTZ, H. U.; KROYMANN, J.; MITCHELL-OLDS, T. Plant–insect interactions. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 2, p. 268-272, 1999. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(99\)80048-X](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(99)80048-X)

TEODORO, D. P. C. **Herbivoria e reprodução em *Struthanthus polyanthus* (Loranthaceae): variação fenológica e sazonal em um fragmento de cerrado no Triângulo Mineiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Orgs.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012, p.111-139.

VÁZQUEZ, D. P. et al. The strength of plant-pollinator interactions. **Ecology**, v. 93, n. 4, p. 719-725, 2012. <https://doi.org/10.1890/11-1356.1>

WATSON, D. M. Mistletoe: a keystone resource in forest and woodlands worldwide. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 32, p. 219-249, 2001. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024>

ZANGERL, A. R.; RUTLEDGE, C. E. The probability of attack and patterns of constitutive and induced defense: a test of optimal defense theory. **American Naturalist**, v. 147, p. 599-608, 1996. <https://doi.org/10.1086/285868>

CAPÍTULO 1: Fenologia de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae)
condicionada às espécies hospedeiras em uma área de cerrado

* Capítulo apresentado conforme as normas: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023** : informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24f.

Resumo

A fenologia estuda os eventos biológicos sazonais ao longo do ciclo de vida dos organismos, em relação às mudanças no meio biótico e abiótico. Cada planta possui o seu ritmo fenológico, condicionado às variações do ambiente e das espécies interagentes. Plantas hemiparasitas, por exemplo, que penetram os tecidos de plantas hospedeiras e retiram água e nutrientes para sua sobrevivência, podem sofrer influência em sua fenologia dependendo do hospedeiro em que se instala. Portanto, esse estudo teve como objetivo descrever a fenologia reprodutiva e vegetativa de *Struthanthus polyanthus*, uma hemiparasita, e verificar se existe variação na sua fenologia em diferentes espécies de hospedeira. Para a análise da fenologia da floração, foi feito um acompanhamento quinzenal durante toda a florada, de 10 ramos de cinco indivíduos estaminados e cinco pistilados, parasitando cada uma das três espécies de plantas hospedeiras – *Cabralea canjerana polytricha* (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) e *Plathymenia reticulata* (Fabaceae) (n = 300 ramos) – para a realização da contagem de botões florais e flores abertas. Para a análise da fenologia vegetativa, foi feito um acompanhamento mensal, de dezembro/2015 a novembro/2016, dos indivíduos de *S. polyanthus* para observação das seguintes fases fenológicas: brotação foliar, presença de folhas maduras, presença de queda foliar, produção de botões, presença de flores e presença de frutos. Os resultados mostraram que apesar de haver uma sincronia no período de floração para indivíduos estaminados e pistilados de *S. polyanthus* nos três hospedeiros, a produção de botões e flores é influenciada principalmente pela espécie hospedeira. A frutificação de *S. polyanthus* foi maior na hospedeira *P. ramiflora* do que nas outras duas. Além disso, os eventos fenológicos dos indivíduos de *S. polyanthus* não variaram em função das espécies hospedeiras, o que reforça a ideia de que a fenologia das espécies de cerrado segue um padrão com grande influência da sazonalidade. A partir dos resultados desse estudo, pode-se concluir que *S. polyanthus* é uma espécie de hemiparasita que sofre modificações no potencial produtivo de partes reprodutivas em função do hospedeiro que parasita e que fatores abióticos parecem influenciar diretamente na existência de um sincronismo dos eventos fenológicos dessa espécie, mesmo que essa esteja parasitando diferentes hospedeiros.

Palavras-chave: parasitismo, eventos fenológicos, hemiparasita

Abstract

Phenological studies observe the seasonal biological events along the life cycle of organisms, related to changes in the biotic and abiotic environment. Each plant has its phenological rhythm, conditioned to variations in the environment and interacting species. Hemiparasitic plants, for instance, that penetrate the tissues of host plants and extract water and nutrients for survival, may suffer influence on their phenology depending on the host in which it is installed. Therefore, this study aimed to describe the reproductive and vegetative phenology of *Struthanthus polyanthus*, a hemiparasitic plant, checking if there is variation in different host species. For analysis of flowering phenology, a biweekly monitoring throughout the flowering, of 10 branches of five staminate and five pistillate individuals, parasitizing each of the three species of host plants – *Cabralea canjerana polytricha* (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) and *Plathymenia reticulata* (Fabaceae) (n = 300 branches) – was carried out for the counting of buds and open flowers. For analysis of vegetative phenology, a monthly follow-up, from December/2015 to November/2016, of *S. polyanthus* was carried out

to observe the following phenological phases: leaf sprouting, presence of mature leaves, presence of leaf fall, presence of flowers and presence of fruits. The results showed that although there is a synchrony in the flowering period for male and female individuals of *S. polyanthus* in the three hosts, the production of buds and flowers is mainly influenced by the host species. The fruit set of *S. polyanthus* was higher in *P. ramiflora* than in the other two hosts. Furthermore, the phenological events of *S. polyanthus* did not vary according to the host species, which reinforces the idea that the phenology of cerrado species follows a pattern with great influence of seasonality. From the results of this study, it can be concluded that *S. polyanthus* is a hemiparasitic species that undergoes modifications in the productive potential of reproductive parts influenced by host and that abiotic factors seem to directly influence the existence of a synchronism of the phenological events of this species, even if it is parasitizing different hosts.

Keywords: parasitism, phenological events, hemiparasite

1. INTRODUÇÃO

A fenologia estuda os eventos biológicos sazonais ao longo do ciclo de vida dos organismos, em relação às mudanças no meio biótico e abiótico (FORREST; MILLER-RUSHING, 2010). Os ciclos fenológicos afetam a oferta de recursos, como flores e frutos, a dinâmica de reprodução e regeneração das plantas, os processos de adaptação das espécies em determinado local e as interações entre plantas e animais, sendo, portanto, de extrema importância para estudos da ecologia de comunidades (CALVIN; PIÑA-RODRIGUES, 2005; FREITAS et al., 2014).

A fenologia de floração e frutificação, especificamente, pode ter um grande impacto no sucesso reprodutivo, já que determina a sincronia reprodutiva entre os indivíduos da espécie (MARQUIS, 1988), e pode afetar a atração de polinizadores e dispersores de sementes (AUGSPURGER, 1981). Juntamente, deve ser considerada a fenologia das partes vegetativas, já que os ciclos de folhagem e a caducifolia estão interligados a diferentes processos da planta como, por exemplo, crescimento, estado hídrico da planta e troca de gases (REICH, 1995).

Os estudos do período de floração, que vai desde a produção de botões florais até a queda das flores, observam a intensidade da floração através da quantificação ou estimativa de botões e flores durante a florada (NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994), o que é importante para identificar os padrões fenológicos de floração (OTÁROLA; ROCCA, 2014). São vários os fatores que afetam a florada, como por exemplo, a herbivoria foliar prévia, a herbivoria floral, os fatores abióticos, entre outros (KUDO, 2006; OTÁROLA; ROCCA, 2014). Sabe-se que plantas de regiões tropicais evitam a competição por polinizadores através de um padrão de floração sequencial, diminuindo a sobreposição da florada entre as espécies da comunidade (NEWSTROM et al., 1994; VILELA; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014). Por outro lado, através de um padrão de floração agregada, espécies que têm

em comum determinado grupo de polinizadores podem aumentar as taxas de visitação e diversidade dos mesmos (KAEHLER; VARASSIN; GOLDENBERG, 2005; SAKAI, 2001). Portanto, o conhecimento da fenologia da floração é fundamental para o estudo das interações polinizador-planta.

Outra questão importante, no que se refere à floração, é a sincronia. Florescer juntamente com indivíduos da mesma espécie aumenta a chance de sucesso na reprodução, já que o número de parceiros reprodutivos disponíveis é maior (OTÁROLA; ROCCA, 2014; ROCCA; SAZIMA, 2006). Essa característica é de grande valia, principalmente, para espécies dioicas, em que a polinização cruzada é obrigatória. A floração sincronizada interfere também, de forma positiva, na atração de polinizadores e dispersores no período de frutificação (MICKELIUNAS; PANSARIN; SAZIMA, 2006).

Por outro lado, a fenologia foliar desempenha um importante papel no ganho de carbono e balanço hídrico da planta, já que a disponibilidade de folhas ao longo tempo está intimamente ligada aos processos de fotossíntese e transpiração (JOLLY; RUNNING, 2004). Além disso, os padrões de troca foliar podem representar mudanças nas condições ambientais (BORCHERT et al., 2014). No que diz respeito aos padrões de brotamento e queda foliar, as espécies apresentam três estratégias fenológicas, sendo classificadas como: decíduas, semidecíduas e perenifólias (MORELLATO et al., 1989). A estratégia fenológica busca explorar as condições mais favoráveis do meio ambiente, otimizando a utilização de recursos pela planta (JOLLY; RUNNING, 2004).

Em suma, cada planta possui o seu ritmo fenológico, que vai variar de acordo com as condições do ambiente em que ela se encontra (HAMANN, 2004). No Brasil, há uma escassez de estudos sobre fenologia, geralmente com poucos trabalhos de curta duração, com enfoque para espécies arbóreas ou lenhosas (MORELLATO, 2007). Poucos abrangem epífitas, trepadeiras, estratos inferiores de florestas ou herbáceas. Assim, ampliar a

diversidade de estudos fenológicos é de suma importância para o entendimento das interações das plantas com o ambiente, envolvendo tanto fatores bióticos quanto abióticos.

Este capítulo tem como objetivo descrever a fenologia da espécie *S. polyanthus* e verificar se existe variação condicionada aos diferentes hospedeiros. A principal hipótese é que a espécie hospedeira pode impactar diretamente o sucesso reprodutivo da planta parasita, mas não a fenologia ao longo do ano, já que os recursos fornecidos pelo hospedeiro podem variar de acordo com a espécie e fatores abióticos parecem influenciar mais a fenologia da espécie do que fatores bióticos (FENNER, 1998).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no período de setembro de 2015 a dezembro de 2016, em uma área de cerrado *stricto sensu* na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU). A Reserva tem uma área total de 640 ha, com altitude média de 863 m e localiza-se à 18°57'45"S e 48°17'30"O ao sul do centro urbano da cidade de Uberlândia (Minas Gerais). A região apresenta sazonalidade acentuada (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991), com duas estações bem definidas, a seca de abril a setembro, e a estação chuvosa de outubro a março, com temperatura média anual de 22°C e total pluviométrico de 1500 mm por ano (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991). A vegetação dominante é o cerrado *stricto sensu*, composta por árvores de 2-8 m de altura, com um sub-bosque contendo arbustos, trepadeiras, gramíneas e ervas perenes espalhadas (APPOLINARIO; SCHIAVINI, 2002).

2.2 Espécies vegetais

O gênero *Struthanthus* Mart. é tipicamente tropical e amplamente distribuído (CAIRES, 2009; CAIRES; DETTKE, 2010). No Brasil, encontra-se nos domínios fitogeográficos do Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampas (CAIRES; DETTKE, 2010). Suas espécies são consideradas hemiparasitas (Fig. 1a e Fig. 1b) e dioicas, com folhas simples e opostas e inflorescências axilares com brácteas sobre as três flores da tríade; as flores são pequenas (até 1 cm) e unissexuais, sendo que as femininas ou pistiladas apresentam estaminódios (Fig. 1c), e as masculinas ou estaminadas apresentam pistilo atrofiado (Fig. 1d); os frutos são do tipo baga (BARBOZA, 2000). A espécie focal do estudo é *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae; Fig. 1e), considerada generalista (ARRUDA; CARVALHO; DEL-CLARO, 2006; TEODORO, 2013) e comum no cerrado *stricto sensu* da área de estudo. Exsicatas foram preparadas e depositadas no *Herbarium Uberlandensis* (HUFU 68459).

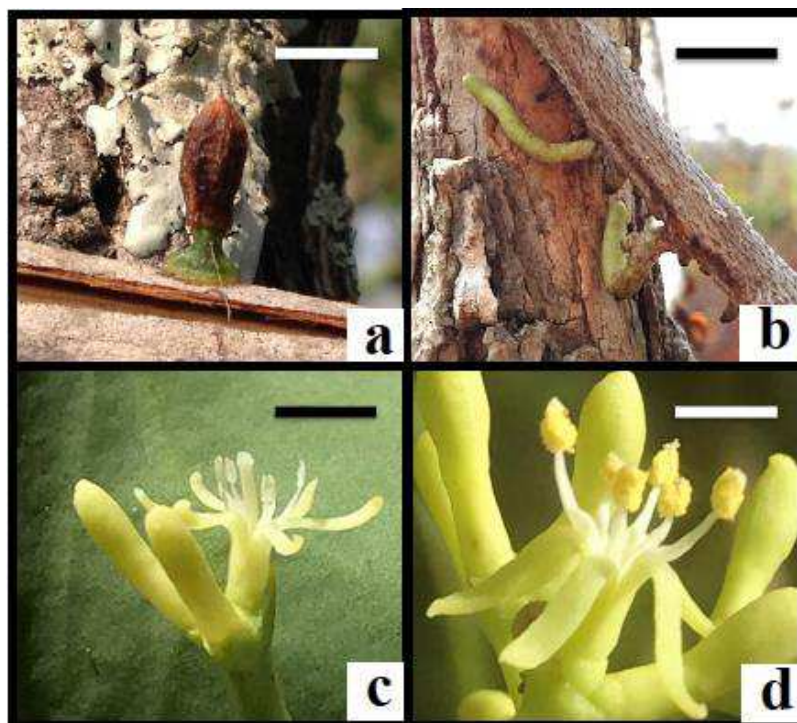


FIGURA 1. Fases iniciais de desenvolvimento e estruturas reprodutivas de *Struthanthus polyanthus*. (a) Semente recém fixada pelo haustório em galho da hospedeira, (b) ramo (menor) de *S. polyanthus* com duas raízes fixadas no caule da planta hospedeira, (c) flor feminina, e (d) flor masculina. Escala (a) = 0,75 mm e (b), (c) e (d) = 2,5 mm.

Foram escolhidas três espécies hospedeiras abundantes e facilmente encontradas na reserva: *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) e *Plathymenia reticulata* Benth. (Fabaceae-Mimosoideae):

- *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* ocorre nas áreas de cerrado e campo, nos estados de Minas Gerais e Goiás (PENNINGTON; STYLES; TAYLOR, 1981; BARREIROS; SOUZA, 1986). É uma planta dioica (FUZETO; BARBOSA; LOMÔNACO, 2001), com porte arbustivo de 3 a 6 metros de altura (BARREIROS; SOUZA, 1986), folhas opostas e compostas, flores pequenas com coloração branco-esverdeada e reunidas em inflorescências paniculadas (FELIPPI; ARAÚJO; LONGHI, 2015; MOSCHETA et al., 2002). Possui frutos simples vermelhos (PENNINGTON; STYLES; TAYLOR, 1981) e sementes elipsoides, cobertas por arilo (BARREIROS; SOUZA, 1986).

- *Pouteria ramiflora* é encontrada na região Amazônica e Centro-Sul do Brasil (PENNINGTON, 1990) e ocorre nas fisionomias de cerradão, cerrado sentido restrito, borda de vereda, mata mesofítica (ALMEIDA et al., 1998) e floresta estacional semidecidual (DURIGAN et al., 2004). É uma espécie dioica (OLIVEIRA, 1996), apresenta porte arbóreo de 6 a 10 metros de altura e folhas alternas, espiraladas e agrupadas no ápice dos ramos (PENNINGTON, 1990). Possui flores pequenas, tubulares e de coloração esverdeada, arrançadas em inflorescências racemosas (GAMA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2011; PENNINGTON, 1990), e frutos do tipo baga (PENNINGTON, 1990).

- *Plathymenia reticulata* é encontrada desde o Amapá até São Paulo, ocorrendo em áreas do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual (ALMEIDA et al., 1998). Apresenta porte arbóreo (arvoreta a árvore), atingindo até 30 metros de altura; no Cerrado, atinge de 6 a 15 metros de altura. Possui folhas alternas e bipinadas, flores pequenas, hermafroditas e de

coloração esbranquiçada, reunidas em inflorescências em espiga, frutos em vagem e sementes aladas (LORENZI, 2002).

2.3. Climograma

Os dados de temperatura e pluviosidade da área de Uberlândia foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia para o período de observação de dezembro de 2015 a novembro de 2016, e foram correlacionados com a fenologia da espécie.

2.4. Fenologia da espécie

Para a análise da fenologia da espécie, foram selecionados cinco indivíduos com flores estaminadas e cinco indivíduos com flores pistiladas de *S. polyanthus*, com arquitetura e altura em relação ao solo semelhantes, distantes pelo menos cinco metros um do outro e parasitando cada uma das três espécies de plantas hospedeiras, totalizando 30 indivíduos. As observações foram mensais, de dezembro/2015 a novembro/2016. Nesses indivíduos, foram observadas as seguintes fases fenológicas: brotação foliar, presença de folhas maduras, presença de queda foliar, produção de botões, presença de flores e presença de frutos. Cada fase fenológica teve sua intensidade quantificada segundo Ribeiro e Castro (1985) e Fournier (1974). Assim o valor 0 foi atribuído para a ausência da fenofase, 1 para presença entre 1 a 25%, 2 para presença entre 26 a 50%, 3 para presença entre 51 a 75% e 4 para presença acima de 76%.

2.5. Fenologia reprodutiva

Para a análise da fenologia reprodutiva, foram utilizados os mesmos 30 indivíduos citados acima. Em cada um deles foram marcados 10 ramos de aproximadamente 40 cm, os quais foram acompanhados quinzenalmente, durante toda a florada, para a realização da

contagem de botões florais e flores abertas. A contagem dos frutos ocorreu em julho, quando já estavam no período final de desenvolvimento.

2.6. Análise de dados

Para analisar se existia variação na formação de botões e flores por ramo, entre os fatores “hospedeiro” e “sexo”, foi feita uma ANOVA de dois fatores após verificar os pressupostos da análise e utilizar transformação de classificação alinhada (em inglês “aligned rank transform”). Tal transformação permite realizar um teste não-paramétrico para ANOVA fatoriais (HIGGINS; BLAIR; TASHTOUSH, 1990; WOBBROCK et al., 2011). Para a análise de botões, foram utilizados os dados da contagem da primeira quinzena do mês de outubro, os quais representam a maior quantidade de botões produzidos. Para a análise de flores, foi utilizado o número médio total de flores contabilizadas nas observações durante a florada. Para analisar se existia variação na formação de frutos entre os hospedeiros, foi feito um teste de Kruskal-Wallis e teste de comparações múltiplas de Dunn.

Todos os gráficos e análises passaram por testes de normalidade e verificação de seus respectivos pressupostos. Além disso, os gráficos foram efetuados através do programa Graphpad Prism 6.0 e as análises foram conduzidas ao nível de 5% de significância no software R 3.3.2 (R CORE TEAM, 2016).

3. RESULTADOS

3.1. Climograma

De acordo com os dados do climograma mostrados na Figura 2, observa-se que a temperatura média ao longo do ano sofre uma discreta variação, com amplitude térmica de 4,9°C. Já a pluviosidade exibe alta variação, com valores máximo e mínimo de 287 e 9 mm, respectivamente. A estação chuvosa, de outubro a março, aproximadamente, é marcada por

altos níveis de pluviosidade e temperatura mais elevada e a estação seca apresenta pluviosidade muito baixa e temperatura um pouco mais amena.

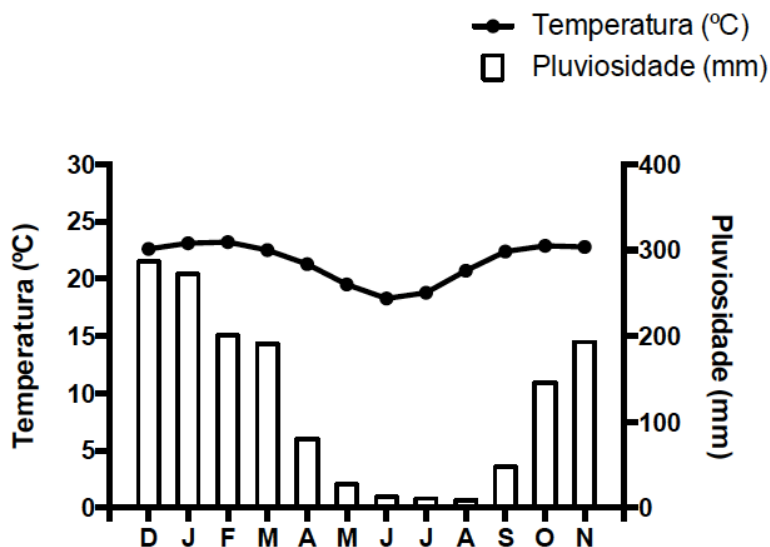


FIGURA 2. Temperatura e pluviosidade médias na cidade de Uberlândia, MG, durante o período de dezembro de 2015 a novembro de 2016.

3.2. Fenologia da espécie

De acordo com os resultados obtidos, é possível notar uma alta sincronia das fenofases para os indivíduos de *S. polyanthus*, presentes nos três hospedeiros (Fig. 3). O processo de caducifolia foi observado apenas na estação seca (Fig. 3), sendo mais discreto entre os meses de abril a junho, tornando-se mais acentuada depois, com pico em setembro. A brotação foliar teve início em fevereiro, em um nível mais baixo, aumentando a partir de maio (quando a caducifolia também começou a aumentar), com pico igualmente em setembro. Todos os indivíduos apresentaram 100% de folhas maduras em dezembro, três meses após o pico de brotação foliar, o que se estendeu até março. A partir daí, houve uma crescente queda na presença de folhas maduras até setembro (com exceção dos indivíduos de *S. polyanthus* presentes em *C. canjerana polytricha*, que ainda mostraram 100% de folhas maduras em abril). Todos os indivíduos analisados apresentaram um evento reprodutivo no período de 12 meses de observação. O desenvolvimento de botões florais teve início em junho, pico da

estação seca (Fig. 3), e o aparecimento de flores ocorreu no início da estação chuvosa, mais precisamente em outubro, com término da floração em dezembro. Os frutos em desenvolvimento nos indivíduos com flores pistiladas foram facilmente notados após maio e a maturação ocorreu até agosto.

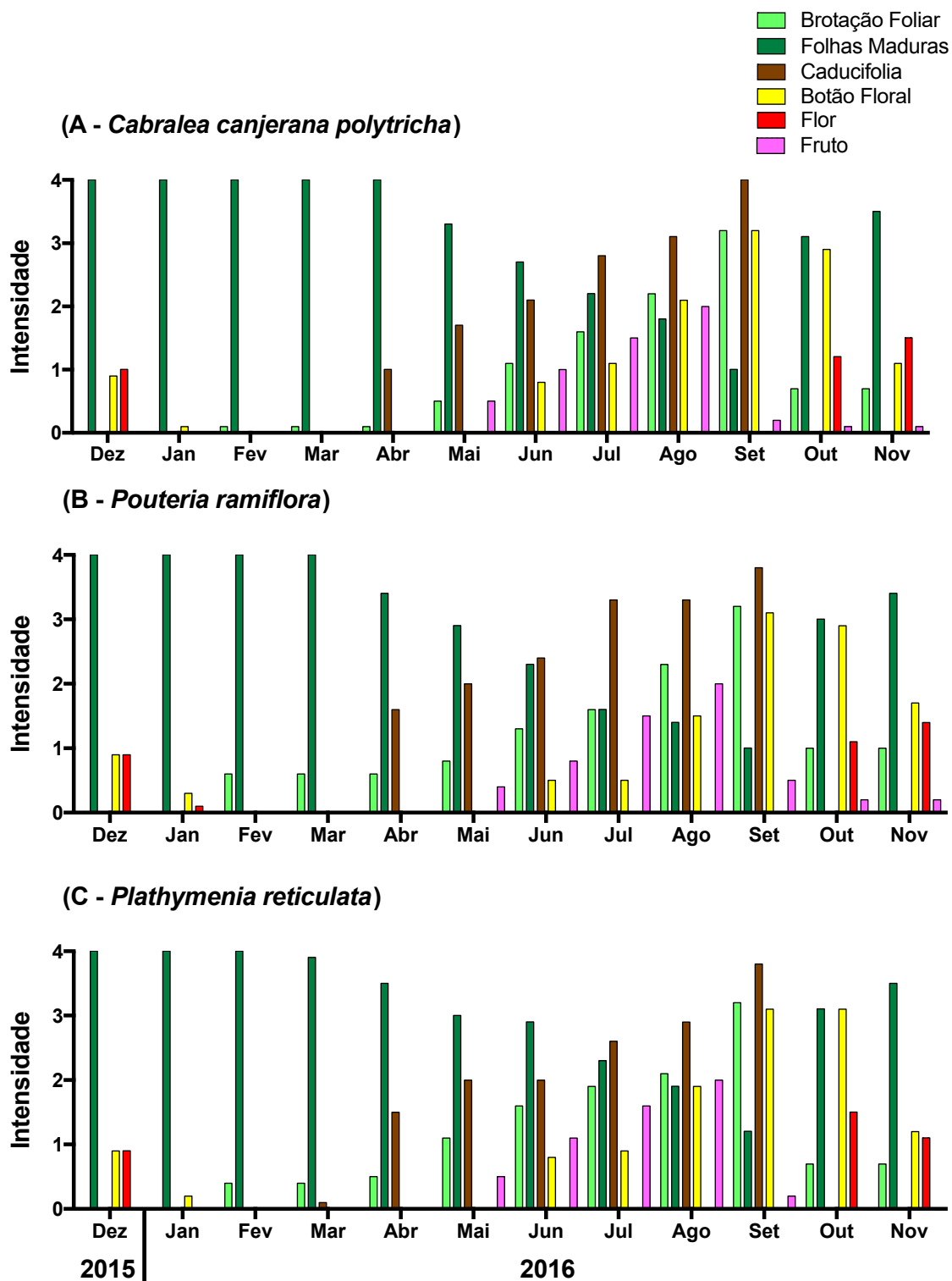


FIGURA 3. Índice mensal médio da fenologia vegetativa e reprodutiva encontrada em indivíduos de *Struthanthus polyanthus* no hospedeiro (A) *Cabralea canjerana polytricha*, (B) *Pouteria ramiflora* e (C) *Plathymenia reticulata*, no decorrer de um ano. Intensidade: 0 - ausência, 1 - ocorrência de 1 a 25%, 2 - 26 a 50%, 3 - 51 a 75%, e 4 - ocorrência acima de 76%. Barras representam a média do índice dos indivíduos.

3.3. Fenologia reprodutiva

A florada de *S. polyanthus* teve início no mês de junho com o aparecimento de uma pequena quantidade de botões, a abertura de flores ocorreu na segunda quinzena de outubro, com um pico na primeira quinzena de novembro e foi até o mês de dezembro para as três espécies hospedeiras (dados mais detalhados sobre a fenofase foram descritos na seção “Fenologia da espécie”). De forma geral, nota-se que os indivíduos estaminados de *S. polyanthus* produziram uma maior quantidade de botões do que os de indivíduos pistilados ($210,98 \pm 69,47$ e $169,18 \pm 50,50$, respectivamente; média $\pm$ desvio padrão) (Fig. 4A). Além disso, os indivíduos de *S. polyanthus* presentes em *C. canjerana polytricha* apresentaram uma maior quantidade de botões ($234,81 \pm 68,41$) em relação aos presentes em *P. ramiflora* ($180,35 \pm 60,91$) e *P. reticulata* ($156,07 \pm 28,11$). Da mesma forma, os indivíduos estaminados de *S. polyanthus* produziram uma maior quantidade de flores do que os de indivíduos pistilados ($116,35$ e $105,46$, respectivamente) (Fig. 4B). Além disso, os indivíduos de *S. polyanthus* presentes em *C. canjerana polytricha* apresentaram uma maior quantidade de flores ($78,2$) em relação a *P. ramiflora* ($77,2$) e *P. reticulata* ($66,39$).

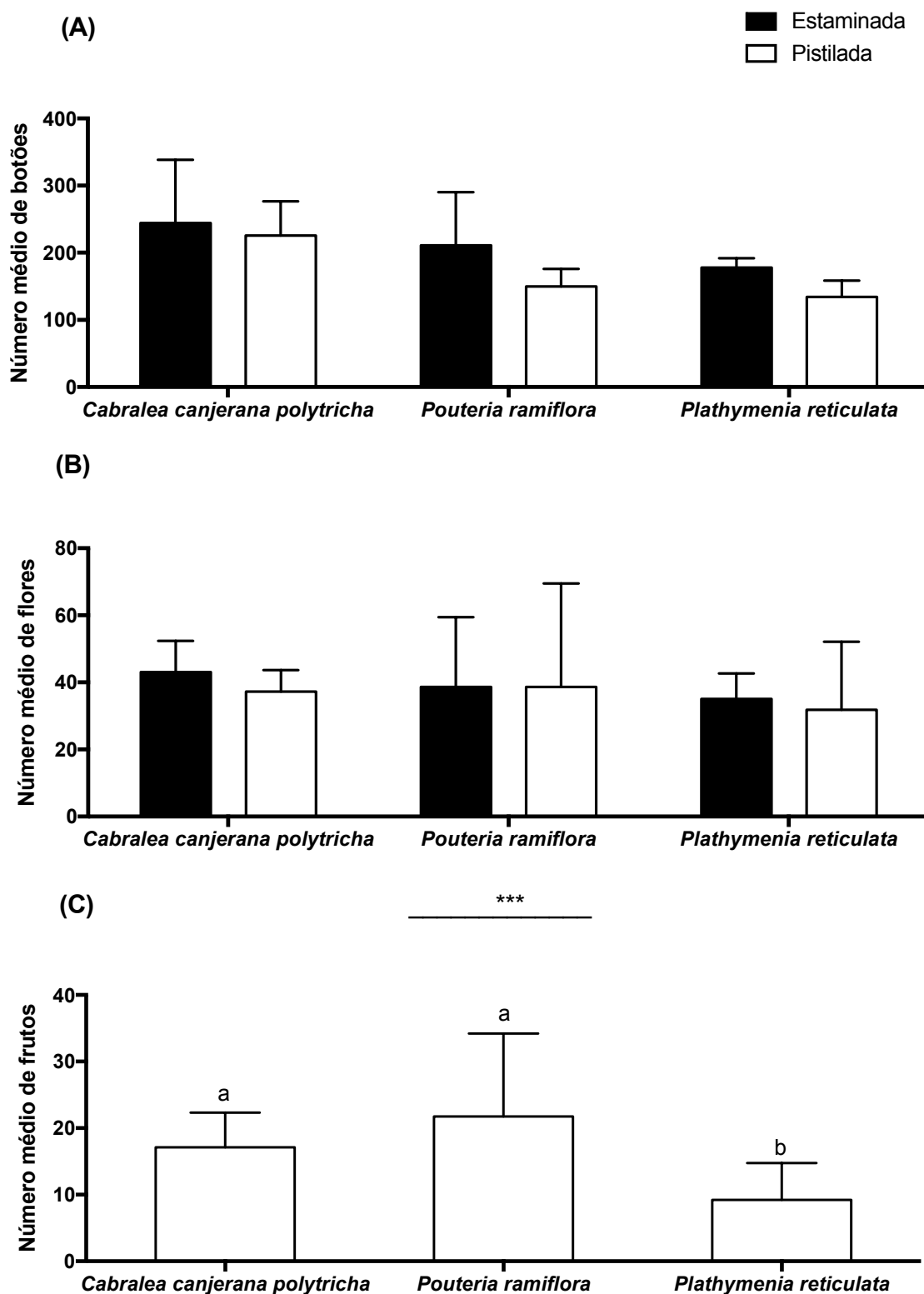


FIGURA 4. Número médio de botões (A) e flores (B) produzidos por ramos de *Struthanthus polyanthus*, separados pelos fatores hospedeiro e sexo, e número médio de frutos (C) produzidos por ramos pistilados de *S. polyanthus*. Barras representam média e desvio padrão. (A) ANOVA de dois fatores ($F_{[2,24]} = 0,345$, $p = 0,711$), (B) ANOVA de dois fatores ($F_{[2,24]} = 0,063$, $p = 0,938$), (C) Kruskal-Wallis ($H = 43,12$, $p < 0,001$). Letras representam diferença entre os grupos pelo post-hoc de Dunn. *** $p < 0,001$.

Os resultados demonstraram que, dos dois fatores analisados (Hospedeiro e Sexo), apenas o Hospedeiro apresentou efeito significativo (ver Tabela 1) sobre a produção de botões (Hospedeiro: $F_{[2,24]} = 5,074$, $p = 0,014$; Sexo: $F_{[1,24]} = 3,964$, $p = 0,058$; Fig. 4A). Observou-se também que a interação Hospedeiro*Sexo não apresentou efeito significativo sobre a produção de botões ($F_{[2,24]} = 0,345$, $p = 0,711$; Fig. 4A). No que diz respeito ao número de flores, os resultados demonstraram que nenhum dos dois fatores analisados, nem a interação deles, apresentou efeito significativo (Hospedeiro: $F_{[2,24]} = 0,373$, $p = 0,692$; Sexo: $F_{[1,24]} = 0,203$, $p = 0,655$; Hospedeiro*Sexo: $F_{[2,24]} = 0,063$, $p = 0,938$; Fig. 4B) (ver Tabela 1).

TABELA 1. Resultado da produção de botões e flores em função do hospedeiro e do sexo (ANOVA de dois fatores).

	Fatores	gl	SQ	F	p
Botões	Hospedeiro	2	32518	5,074	= 0,014
	Sexo	1	12702	3,964	= 0,058
	Hospedeiro x Sexo	2	2217	0,345	= 0,711
	Resíduos	24	76900		
Flores	Hospedeiro	2	247,3	0,373	= 0,692
	Sexo	1	67,50	0,203	= 0,655
	Hospedeiro x Sexo	2	42,20	0,063	= 0,938
	Resíduos	24	7952		

*gl - graus de liberdade; SQ - soma dos quadrados; F - valor da análise; p - probabilidade de significância.

A observação de frutos já na fase mediana de desenvolvimento foi possível quatro meses após o fim da florada, aproximadamente. Nos indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *C. canjerana polytricha*, foi observada a formação de 17 frutos em média (Fig. 4C). Nos indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *P. ramiflora*, foi observada a formação de 21 frutos em média. Nos indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *P. reticulata*, foi observada a

formação de 9 frutos em média. Houve diferença significativa no número médio de frutos formados em *S. polyanthus* entre os diferentes hospedeiros ($H = 43,12$, $p < 0,001$; Fig. 4C).

4. DISCUSSÃO

Os resultados encontrados corroboram a principal hipótese colocada nesse capítulo, de que a espécie hospedeira pode influenciar a fenologia reprodutiva da planta parasita, mas não a fenologia ao longo do ano. Os eventos fenológicos dos indivíduos de *S. polyanthus* não variaram em função das espécies hospedeiras, o que reforça a ideia de que a fenologia das espécies de cerrado seguem um padrão, com maior influência da sazonalidade. Além disso, apesar de existir uma sincronia no período de floração para indivíduos masculinos e femininos de *S. polyanthus*, nos três hospedeiros, os resultados indicam que a produção de botões e flores parece ser influenciada, principalmente, pela espécie hospedeira, assim como a produção de frutos.

4.1. Fenologia da espécie

Os eventos fenológicos ocorreram em sincronia para os indivíduos de *S. polyanthus* nas três espécies hospedeiras e apresentaram padrões sazonais. Essa sazonalidade quanto à produção de folhas, flores e frutos é uma característica adaptativa a fatores bióticos e abióticos de espécies do Cerrado (SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Assim, é importante ressaltar que os eventos fenológicos de *S. polyanthus* ocorreram em períodos iguais ou próximos aos dos eventos das plantas hospedeiras, que podem ser constatados em estudos de Fuzeto *et al.* (2001), Gama, Barbosa e Oliveira (2011) e Goulart, Lemos Filho e Lovato (2005), com *C. canjerana polytricha*, *P. ramiflora* e *P. reticulata*, respectivamente. A caducifolia de *S. polyanthus* ocorreu durante a estação seca, o que é comum para espécies de cerrado (FRANCO *et al.* 2005; LENZA; KLINK, 2006) e de outros ambientes sazonais que

apresentam estação seca bem definida (SARMIENTO; MONASTERIO, 1983). A queda das folhas é estimulada por fatores ambientais, como a seca (SALISBURY; ROSS, 1992), além da sua própria idade (OOSTING, 1956), e pode ser considerada como uma adaptação vegetativa contra a perda de água, ou seja, uma forma de evitar o estresse hídrico (O'BRIEN, et al., 2008; RIZZINI, 1979), o que permite à planta sobreviver em condições adversas. A brotação foliar também ocorreu durante a estação seca, concomitantemente com a caducifolia, mas com maiores taxas em agosto e setembro, período de transição da estação seca para a chuvosa, em que o nível de chuvas começa a aumentar. Isso pode ser uma consequência do estímulo gerado pela ocorrência das primeiras chuvas (MIRANDA, 1995), como também do equinócio de primavera, em que a brotação é estimulada pelo aumento no tamanho do dia (RIVERA, et al., 2002). Essa sazonalidade na fenologia vegetativa também foi descrita em outros estudos de espécies de cerrado (MORAIS; DINIZ; BAUMGARTEN, 1995; OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA; GIBBS, 2000). Por fim, Lenza e Klink (2006) também encontraram o mesmo padrão de queda e brotamento concomitante para outras cinco espécies de cerrado.

Struthanthus polyanthus apresentou um único período de floração, sendo classificado como anual e regular de acordo com Newstrom, Frankie e Baker (1994). Esse tipo de floração foi registrado em outros estudos com espécies de Cerrado (FREITAS; OLIVEIRA, 2002; TOREZAN-SILINGARDI; OLIVEIRA, 2004; VILELA; TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 2014). A floração teve início em junho, durante a estação seca, com o desenvolvimento apenas de uma pequena quantidade de botões. Rawitscher (1942) já havia mencionado para espécies de Cerrado a ocorrência do período de floração antes do início da estação chuvosa. Entretanto, o pico na produção de botões e o aparecimento de flores foi observado no início da estação chuvosa, o que está de acordo com outros estudos fenológicos

realizados no Cerrado, os quais demonstram que a floração segue uma tendência de ocorrer no início da estação chuvosa (OLIVEIRA, 1998).

A formação e a maturação de frutos durante a estação seca, com pico em agosto, permite que as sementes sejam dispersas pelas aves no início da estação chuvosa. Sabe-se que a eficiência da dispersão se deve à sincronia entre a germinação e o começo da estação chuvosa (FRANKIE, et al., 1974; OLIVEIRA, 2008). Assim, a maturação dos frutos na estação seca e transição seca-chuva favorecem as sementes, através do fornecimento de umidade e nutrientes oriundos da decomposição da serrapilheira (FELFILI, et al., 1999).

4.2. Fenologia reprodutiva

Observou-se na florada de *S. polyanthus* uma sincronia no início e na duração da produção de botões, abertura de flores e desenvolvimento de frutos, nas três espécies hospedeiras. De acordo com Augspurger (1981), a presença de uma floração sincrônica em uma população favorece a atração de mais visitantes, o que eleva a taxa de visitação floral e o transporte do pólen, aumentando a taxa de polinização e o sucesso reprodutivo. No caso de espécies dioicas, quando apresentam poucos e/ou breves picos de floração, como *S. polyanthus* (que apresenta apenas uma florada no período de um ano), a sincronia entre os sexos durante a florada é muito importante, já que uma grande separação no período de disponibilidade das flores masculinas e femininas pode prejudicar o transporte do pólen e, conseqüentemente, a formação de frutos.

Os indivíduos estaminados de *S. polyanthus* tiveram uma discreta maior quantidade de botões e flores do que os indivíduos pistilados, mas sem diferença estatística significativa. Estudos com outras espécies dioicas como *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) (LENZI; ORTH, 2004), *C. canjerana polytricha* (FUZETO, et al., 2001) e *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) (LENZA; OLIVEIRA, 2005), também encontraram plantas masculinas com

mais flores. Essa característica parece ser comum para plantas dioicas, já que diversos outros trabalhos mostram essa diferença na produção de flores (ARMSTRONG; IRVINE, 1989; BAWA, 1980; BAWA; OPLER, 1975). A explicação para esse fenômeno é que a maior produção de flores por indivíduos estaminados é uma consequência da seleção sexual, em que o aumento do “display” floral (em número ou tamanho) favorece a atração de visitantes, melhorando a dispersão do pólen (ANDERSON; SYMON, 1989; BAWA, 1980). Além disso, a flor estaminada é mais barata energeticamente do que a flor pistilada, que deve ser mantida até o final da produção dos frutos, caso os processos de polinização e fertilização sejam adequados.

Outra questão relevante que apresentou efeito sobre a quantidade de botões e flores de *S. polyanthus*, foi a espécie hospedeira. Foi observado que os indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *C. canjerana polytricha* produziram mais botões e flores do que aqueles em *P. ramiflora* e *P. reticulata*. Ahonen, Puustinen e Mutikainen (2006), estudando a espécie hemiparasita *Rhinanthus serotinus* (Orobanchaceae) e Matthies (2017) com a hemiparasita *Melampyrum arvense* (Orobanchaceae), também relataram diferenças no número de flores produzidas em função de diferentes hospedeiros. Sabe-se que o desenvolvimento da planta parasita depende da qualidade da planta hospedeira, definida como os recursos fornecidos para o seu crescimento (PRESS; PHOENIX, 2005), o que gera uma grande variação na performance da parasita entre as espécies hospedeiras (ADLER, 2002; AHONEN; PUUSTINEN; MUTIKAINEN, 2006; MATTHIES, 1996). Assim, a quantidade de água e nutrientes fornecidos pela planta hospedeira, bem como o quanto será absorvido pela planta hemiparasita, pode variar de acordo com a espécie hospedeira (GOVIER; NELSON; PATE, 1967; PRESS; GRAVES; STEWART, 1990). Portanto, os resultados encontrados mostram que, apesar de haver uma sincronia no período de floração para indivíduos estaminados e

pistilados de *S. polyanthus* nas três espécies hospedeiras, a produção de botões e flores pode ser influenciada, principalmente, pela espécie hospedeira, como foi hipotetizado.

Verificou-se ainda uma diferença significativa no número médio de frutos produzidos pelos indivíduos de *S. polyanthus* entre os diferentes hospedeiros. Pérez-Crespo, Lara e Ornelas (2016) mostraram resultado semelhante para outra Loranthaceae (*Psittacanthus calyculatus*), com diferença significativa na produção de frutos entre quatro diferentes hospedeiros. Assim, percebe-se que a espécie hospedeira pode influenciar, além da produção de botões e flores, também a frutificação de *S. polyanthus*, ou seja, a reprodução da espécie parasita está condicionada à qualidade da espécie hospedeira.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados desse estudo, pode-se concluir que *S. polyanthus* é uma espécie de hemiparasita que sofre modificações no potencial produtivo de botões, flores e frutos condicionadas pelos recursos da espécie hospedeira, e que existe um sincronismo nos eventos fenológicos dessa espécie, mesmo que esta esteja parasitando diferentes hospedeiros. Assim, percebe-se a relevância de estudar essas interações e os fatores que interferem na performance dos interagentes para elucidar e responder as questões acerca da estruturação das comunidades e do ecossistema. Estudos futuros que enfoquem essa espécie em novos ambientes e com outras espécies hospedeiras podem esclarecer ainda mais essas questões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLER, L. S. Host effects on herbivory and pollination in a hemiparasitic plant. **Ecology**, v. 83, p. 2700-2710, 2002. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2700:HEOHAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2700:HEOHAP]2.0.CO;2)
- AHONEN, R.; PUUSTINEN, S.; MUTIKAINEN, P. Host use of a hemiparasitic plant: no trade-offs in performance on different hosts. **Journal of evolutionary biology**, v. 19, n. 2, p. 513-521, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2005.01024.x>
- ALMEIDA, S. D., et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 pp.
- ANDERSON, G. J.; SYMON, D. E. Functional dioecy and andromonoecy in *Solanum*. **Evolution**, v. 43, p. 204-219, 1989. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1989.tb04218.x>
- APPOLINÁRIO, V.; SCHIAVINI, I. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de cerrado (*stricto sensu*) em Uberlândia - Minas Gerais (Caça e Pesca). **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 10, p. 57-75, 2002.
- ARMSTRONG, J. E.; IRVINE, A. K. Flowering, sex ratios, pollen-ovule ratios, fruit set, and reproductive effort of a dioecious tree, *Myristica insipida* (Myristicaceae), in two different rain forest communities. **American Journal of Botany**, v. 76, p. 74-85, 1989. <https://doi.org/10.2307/2444776>
- ARRUDA, R.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. **Flora**, v. 201, p. 127-134, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.07.001>
- AUGSPURGER, C. K. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, v. 62, p. 775-788, 1981. <https://doi.org/10.2307/1937745>
- BARBOZA, M. A. **Loranthaceae e Viscaceae no bioma Cerrado**. 2000. 115f. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília.
- BARREIROS, H. D. S.; SOUZA, D. S. E. Notas Geográficas e Taxonômicas sobre *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. no Brasil (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, n. 1, p. 17-26, 1986.
- BAWA, K. S. Mimicry of male by female flowers and intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae). **Evolution**, v. 34, p. 467-474, 1980. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1980.tb04836.x>
- _____.; OPLER, P. A. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, v. 29, p. 167-179, 1975.
- CAIRES, C. S.; DETTKE, G. A. Loranthaceae. In: FORZZA, R. C., et al. (Orgs.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 2, p. 1172-1177. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1975.tb00824.x>

BORCHERT R. et al. Insolation and photoperiodic control of tree development near the equator. **New Phytologist**, v. 205, p. 7-13, 2014. <https://doi.org/10.1111/nph.12981>

CALVIN, G. P.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em trecho de floresta de altitude no Município de Miguel Pereira-RJ. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 25, p. 33-40, 2005.

DURIGAN, G., et al. **Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475 pp.

FELFILI, J. M. et al. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, p. 83-90, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000100011>

FELIPPI, M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Morfologia da flor, fruto, semente, plântula e muda de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Cerne**, v. 21, n. 3, p. 387-394, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521031466>

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1, n. 1, p. 78-91, 1998. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00053>

FORREST, J.; MILLER-RUSHING, A. J. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, p. 3101-3112, 2010. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0145>

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FRANCO, A. C. et al. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees Structure and Function**, v. 19, n. 3, p. 326-335, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00468-004-0394-z>

FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 3, p. 311-321, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300007>

FREITAS, L. et al. Interações planta-polinizador e a estruturação das comunidades. In: RECH, A. R. et al. (Orgs.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014, p. 373-392.

FUZETO, A. P.; BARBOSA, A. A. A.; LOMÔNACO, C. *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae), a dioecious species. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 167-175, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200003>

GAMA, L. U.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 3, p. 375-387, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011>

GIBSON, C. C.; WATKINSON, A. R. Host selectivity and the mediation of competition by the root hemiparasite *Rhinanthus minor*. **Oecologia**, v. 86, p. 81-87, 1991. <https://doi.org/10.1007/BF00317393>

GOULART, M. F.; LEMOS FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. Phenological variation within and among populations of *Plathymenia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and transitional sites. **Annals of Botany**, v. 96, n. 3, p. 445-455, 2005. <https://doi.org/10.1093/aob/mci193>

GOVIER, R. N.; NELSON, M. D.; PATE, J. S. Hemiparasitic nutrition in angiosperms. I. The transfer of organic compounds from host to *Odontites verna* (Bell.) Dum. (Scrophulariaceae). **New Phytologist**, v. 66, p. 285-297, 1967. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1967.tb06006.x>

HAMANN, A. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submontane rain forest: climate factors as proximate and ultimate causes. **Journal of Ecology**, v.92, p. 24-31, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2004.00845.x>

HIGGINS, J.; BLAIR, R. C.; TASHTOUSH, S. The aligned rank transform procedure. **Annual Conference on Applied Statistics in Agriculture**, p. 185-195, 1990.

JOLLY, W. M.; RUNNING, S. W. Effects of precipitation and soil water potential on drought deciduous phenology in the Kalahari. **Global Change Biology**, v. 10, p. 303-308, 2004. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00701.x>

KAEHLER, M.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000200003>

KUDO, G. Flowering phenologies of animal-pollinated plants: reproductive strategies and agents of selection. In: HARDER, L. D.; BARRETT, S. C. H. (Orgs.). **Ecology and evolution of flowers**. New York: Oxford University Press, 2006, p. 139-158.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 179-190, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000100015>

_____.; KLINK, C. A. Comportamento Fenológico de Espécies Lenhosas em um Cerrado sentido restrito de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 627-638, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 pp.

MARQUIS, R. J. Phenological variation in the neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, v. 69, p. 1552-1565, 1988. <https://doi.org/10.2307/1941653>

MATTHIES, D. Interactions between the root hemiparasite *Melampyrum arvense* and mixtures of host plants: heterotrophic benefit and parasite mediated competition. **Oikos**, v. 75, p. 118-124, 1996. <https://doi.org/10.2307/3546328>

_____. Interactions between a root hemiparasite and 27 different hosts: growth, biomass allocation and plant architecture. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 24, p. 118-137, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2016.12.006>

MENDES, I. da C. A.; PAVIANI, T. I. Morfo-anatomia comparada das folhas do par vicariante *Plathymenia foliolosa* Benth. e *Plathymenia reticulata* Benth. (Leguminosae – Mimosoideae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 20, n. 2, p. 185- 195, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041997000200009>

MICKELIUNAS, L.; PANSARIN, E. R.; SAZIMA, M. Floral biology, melittophily and influence of curculionid beetles on the reproductive success of *Grobya amherstiae* Lindl.(Orchidaceae: Cyrtopodiinae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 2, p. 251-258, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000200006>

MIRANDA, I. S. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-Chão, PA. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 18, p. 235-240, 1995 .

MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; BAUMGARTEN, L. Padrões de produção de folhas e sua utilização por larvas de Lepidoptera em um cerrado de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 18, p. 163-170, 1995.

MORELLATO, L. P. C. A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Orgs.). **Fenologia como Ferramenta para Conservação e Manejo de Recursos Vegetais**. 1 ed. Colombo: EMBRAPA, 2007, p. 37-48.

_____.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98, 1989.

MOSCHETA, I. S., et al. Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (MELIACEAE). **Acta Científica Venezolana**, v. 53, n. 4, p. 239-244, 2002.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, p. 141-159, 1994. <https://doi.org/10.2307/2388804>

O'BRIEN, J. J. et al. Phenology and stem diameter increment seasonality in a Costa Rican wet tropical forest. **Biotropica**, v. 40, n. 2, p. 151-159, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00354.x>

OLIVEIRA, P. E. Dioecy in the Cerrado vegetation of Central Brazil. **Flora**, v. 191, p. 235-243, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30718-1](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30718-1)

_____. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M; DE ALMEIDA, S. P. (Orgs.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998.

_____.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. **Flora**, v. 195, p. 311-329, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30990-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30990-8)

OOSTING, H. J. **The study of plant communities**. San Francisco: Freeman, 1956.

OTÁROLA, M. F.; ROCCA, M. A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: RECH, A. R. et al. (Orgs.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014, p. 113-124.

PENNINGTON, T. D. **Flora Neotropica: Sapotaceae**. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 770 pp.

_____.; STYLES, B. D.; TAYLOR, D. A.H. Meliaceae. **Flora Neotropica Monograph**, v. 28, p. 235-244, 1981.

PRESS, M. C.; PHOENIX, G. K. Impacts of parasitic plants on natural communities. **New Phytologist**, v. 166, p. 737-751, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01358.x>

_____.; GRAVES, J. D.; STEWART, G. R. Physiology of the interaction of angiosperm parasites and their higher plant hosts. **Plant, Cell & Environment**, v. 13, n. 2, p. 91-104, 1990. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1990.tb01281.x>

R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20/09/2016.

RAWITSCHER, F. Algumas noções sobre a transpiração e o balanço de água de plantas brasileiras. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 14, p. 7-36, 1942.

REICH, P. B. Phenology of tropical forests: patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. 164-174, 1995. <https://doi.org/10.1139/b95-020>

RIBEIRO, J. F.; CASTRO, L. H. R. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. **Revista brasileira de Botânica**, v. 9, n. 1, 1985.

RIVERA, G. et al. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trees**, v. 16, p. 445-456, 2002. <https://doi.org/10.1007/s00468-002-0185-3>

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos**. São Paulo: HUCITEC e EDUSP, 1979.

ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): Pollination and visitor diversity. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 201, n. 6, p. 440-450, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.02.001>

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia, MG. **Sociedade e Natureza**, v. 3, p. 91-108, 1991.

SAKAI, S. Phenological diversity in tropical forests. **Population Ecology**, v. 43, n. 1, p. 77-86, 2001. <https://doi.org/10.1007/PL00012018>

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: Bourliere, F. (Org.). **Ecosystems of the world. Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier Science, 1983, p.79-108.

TEODORO, D. P. C. **Herbivoria e reprodução em *Struthanthus polyanthus* (Loranthaceae): variação fenológica e sazonal em um fragmento de cerrado no Triângulo Mineiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in central Brazil. **Phyton**, v. 44, p. 23-43, 2004.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.002033>

VILELA, A. A.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; DEL-CLARO, K. Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 7, p. 359-366, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.04.004>

WOBBROCK, J. O.; FINDLATER, L.; GERGLE, D.; HIGGINS, J. J. The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only ANOVA procedures. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems**. ACM, 2011, p. 7-12. <https://doi.org/10.1145/1978942.1978963>

CAPÍTULO 2: Variação de aspectos reprodutivos e vegetativos de *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae) entre três diferentes espécies hospedeiras em uma área de cerrado

* Capítulo apresentado conforme as normas: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023** : informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24f.

Resumo

Interações entre animais e plantas podem ser influenciadas por diversos fatores, bióticos e/ou abióticos. Muitas interações mutualísticas plantas-animais ocorrem na flor e são mediadas pela capacidade do vegetal de produzir recursos como o pólen e o néctar. Quanto mais interessantes forem esses recursos, maior será a atratividade aos polinizadores, com um consequente benefício para a polinização cruzada e frutificação. Nesse contexto, os objetivos desse trabalho foram: (i) investigar quais são os visitantes florais de *Struthanthus polyanthus*, classificando-os como polinizadores (efetivos ou eventuais) ou pilhadores, e conferir se existe variação dos mesmos entre três espécies hospedeiras (*Cabranea canjerana polytricha*, (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) e *Plathymenia reticulata* (Fabaceae)); (ii) verificar se a quantidade de grãos de pólen das flores de *S. polyanthus* varia em função dos diferentes hospedeiros; (iii) verificar se há variação na frutificação de *S. polyanthus* em resposta aos diferentes hospedeiros; (iv) e comparar a qualidade nutricional foliar de *S. polyanthus* entre as três diferentes espécies hospedeiras. As observações dos visitantes florais ocorreram em três períodos distintos do dia: manhã (8:00 às 11:00 h), meio do dia (12:00 às 15:00 h) e tarde (16:00 às 19:00 h). Para a categorização dos mesmos, foi avaliada a frequência e o comportamento de visitação. Para a quantificação dos grãos de pólen, foi realizada a contagem e observada a porcentagem de grãos viáveis e inviáveis em uma antera por flor, estimando-se o valor total. Para a observação da frutificação, houve um acompanhamento quinzenal de botões e flores previamente marcados e os frutos formados foram quantificados. Para verificar a qualidade nutricional foliar de *S. polyanthus* foram feitas análises de macro e micronutrientes presentes. Os resultados mostraram que houve diferença entre a frequência de visitantes florais de *S. polyanthus* em cada hospedeiro, assim como entre as espécies visitantes. Os visitantes mais frequentes e com maior força de interação foram *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Augochloropsis* sp.1, sendo estes considerados polinizadores efetivos. Além disso, houve variação na quantidade de nutrientes nas folhas, de grãos de pólen e de frutos produzidos pelos indivíduos de *S. polyanthus* em cada hospedeiro, sendo que os maiores valores ocorreram em *P. ramiflora*. A capacidade de desenvolvimento de *S. polyanthus* foi dependente da sua planta hospedeira, com consequências diretas e indiretas sobre seu fitness, bem como em suas interações mutualísticas. O mesmo deve ser visto em estudos futuros que enfoquem interações de outras plantas hemiparasitas/holoparasitas e suas hospedeiras. Esses estudos poderão esclarecer pontos importantes para a ecologia de comunidades e a conservação e recuperação de áreas naturais fragmentadas.

Palavras-chave: polinizadores, interação inseto-planta, hemiparasita

Abstract

Animal-plant interactions can be influenced by several factors, both biotic and abiotic factors. Many plant-animal mutualistic interactions occur in the flower and are mediated by the vegetable ability to produce resources such as pollen and nectar. The more interesting these resources are, the greater the attractiveness to pollinators, with a consequent benefit to cross-pollination and fruit set. In this context, this study aimed: (i) to investigate which are the floral visitors of *Struthanthus polyanthus*, classifying them as pollinators (effective or occasional) or pilagers, and to check whether there are variations among three host species

(*Cabralea canjerana polytricha* (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Sapotaceae) and *Plathymenia reticulata* (Fabaceae)); (ii) to verify if the amount of pollen grains of *S. polyanthus* flowers varies according to the different hosts; (iii) to verify if there is variation in the fruit set of *S. polyanthus* in response to the different hosts; (iv) and to compare the foliar nutritional quality of *S. polyanthus* among the three different host species. Observations of floral visitors occurred in three distinct periods of the day: morning (8:00 to 11:00 am), midday (12:00 to 3:00 pm) and afternoon (4:00 to 7:00 pm). For the categorization of floral visitors, frequency and visitation behavior were evaluated. For the quantification of pollen grains, the counting was performed and the percentage of viable and non-viable grains was observed in only one anther per flower, and the total value was estimated. To observe fruit set, there was a biweekly monitoring of previously marked buds and flowers, and the fruits formed were quantified. To verify foliar nutritional quality of *S. polyanthus*, analysis of macro and micronutrients in the leaves of *S. polyanthus* were made. The results showed that there was a difference between floral visitors frequency of *S. polyanthus* in each host, as well as among the visiting species. The most frequent visitors and with greater interaction strength were *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* and *Augochloropsis* sp.1, being these considered effective pollinators. In addition, there was variation in the amount of leaf nutrients, pollen grains and fruits produced by *S. polyanthus* in each host, and the highest productivity of these factors occurred in *P. ramiflora*. The development capacity of *S. polyanthus* was dependent on its host plant, with direct and indirect consequences on its fitness, as well as on its mutualistic interactions. The same should be seen in future studies that focus on interactions of other hemiparasite/holoparasite plants and their hosts. These studies could clarify important points for the ecology of communities and the conservation and recovery of fragmented natural areas.

Keywords: pollinators, insect-plant interaction, hemiparasite

1. INTRODUÇÃO

Muitas das relações entre as plantas e os visitantes florais são exemplos de mutualismos, já que os recursos florais fornecem, entre outras coisas, suprimento energético ao visitante durante e após seu forrageamento, em troca do transporte de pólen entre flores da mesma espécie, mutuamente benéfico para a planta e seu polinizador (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). No entanto, existem interações em que os visitantes florais apenas usufruem do recurso floral, mas são incapazes de promover a polinização, caso dos pilhadores (INOUE, 1980). Sabe-se que o comportamento e a eficiência dos polinizadores e a morfologia das flores visitadas por eles estão altamente relacionados (FAEGRI; VAN DER PIJL, 2013). Em espécies de plantas dioicas, por exemplo, o dimorfismo sexual é um fator crucial que pode influenciar o comportamento do polinizador (OPLER; BAWA, 1978; ASHMAN; MAJETIC, 2006). Portanto, o estudo comportamental dos visitantes florais, associado às características morfológicas e fisiológicas da flor, contribui para o entendimento de tais interações (DECLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2009; MITCHELL, et al., 2009; QUESADA et al., 2008).

As flores das angiospermas possuem grande diversidade de formas, tamanhos, cores e tipo de recurso, e podem ser encontradas abundantemente nos mais variados ambientes terrestres e de águas rasas associadas a muitos animais, principalmente os insetos. Isso se deve às muitas associações de polinização, pilhação e herbivoria floral que surgiram ao longo da história evolutiva de angiospermas e insetos (CREPET, 1984; CREPET; FRISS, 1987; GRIMALDI, 1999; KUKALOVÁ-PECK, 1991; LABANDEIRA, 1998; MISOF et al., 2014; VAN LOON; DICKE, 2005). Sabe-se que em ecossistemas tropicais as espécies dioicas geralmente apresentam polinização por grande variedade de pequenos insetos generalistas (BAWA, 1980; BAWA, et al., 1985; OLIVEIRA, 1996). O grupo das angiospermas atrai seus

visitantes através da oferta de recursos como néctar, pólen (DOBSON, 1994; SIMPSON; NEFF, 1981), óleo (DOBSON, 1994; SIMPSON; NEFF, 1981; VOGEL, 1966), perfume (RAGUSO, et al., 2003; SIMPSON; NEFF, 1981; VOGEL, 1983), tecidos, assim como calor e locais para cópula e nidificação (SIMPSON; NEFF, 1981).

Sob a perspectiva da planta, o comportamento do visitante é de extrema importância, já que é necessário que este toque as partes reprodutivas da mesma e transporte o pólen de flores de uma planta até outra da mesma espécie para que ocorra a polinização (MAYFIELD; WASER; PRICE, 2001; OLSEN, 1997). Outras características importantes são o número de visitas e o ajuste da morfologia da flor e do visitante, que podem afetar a probabilidade de transferência de pólen (MAYFIELD; WASER; PRICE, 2001). Por outro lado, sob a perspectiva do visitante, as relações tróficas inseto-planta são indispensáveis para a nutrição e sobrevivência do mesmo (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 2006; NASCIMENTO; DEL-CLARO, 2007).

Assim, este capítulo teve como objetivo verificar se existe variação dos visitantes florais, da quantidade de grãos de pólen, da frutificação e da qualidade nutricional foliar de *S. polyanthus* entre três diferentes espécies hospedeiras. A principal hipótese é que existe variação destes fatores entre os diferentes hospedeiros, já que a oferta de recursos pode variar de acordo com a espécie hospedeira (FENNER, 1998).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no período de setembro de 2015 a dezembro de 2016, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), numa área de cerrado *stricto sensu*. A Reserva, cuja área total é de 640 ha e a altitude média de 863 m, está localizada à 18°57'45"S e 48°17'30"O, ao sul do centro

urbano de Uberlândia, Minas Gerais. A região é marcada por uma acentuada sazonalidade (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991), exibindo duas estações bem definidas, uma seca, de abril a setembro, e uma estação chuvosa, de outubro a março, e apresenta temperatura média anual de 22°C e total pluviométrico de 1500 mm por ano (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991). Há um predomínio de cerrado *stricto sensu* na vegetação, com árvores de 2-8 m de altura e um sub-bosque com arbustos, trepadeiras, gramíneas e ervas perenes espalhadas (APPOLINARIO; SCHIAVINI, 2002).

2.2 Espécies vegetais

O gênero *Struthanthus* Mart. é típico de regiões tropicais e está amplamente distribuído. No Brasil, é encontrado nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal, Pampas e Cerrado (CAIRES; DETTKE, 2010). Tal gênero apresenta espécies hemiparasitas e dioicas, cujas folhas são simples e opostas e as inflorescências são axilares, com brácteas sobre as três flores da tríade. As flores são pequenas, de até 1 cm, e unissexuais, sendo que as pistiladas contêm estaminódios, e as estaminadas contêm pistilo atrofiado e os frutos são do tipo baga (BARBOZA, 2000). O foco do estudo foi a espécie *Struthanthus polyanthus* Mart. (Loranthaceae), uma planta generalista (ARRUDA; CARVALHO; DEL-CLARO, 2006; TEODORO, 2013) e comum no cerrado *stricto sensu* da área de estudo. Exsiccatas foram preparadas e depositadas no *Herbarium Uberlandensis* (HUFU 68459).

Foram escolhidas três espécies hospedeiras, as quais são abundantes e encontradas facilmente na área de estudo: *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae), *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) e *Plathymenia reticulata* Benth. (Fabaceae-Mimosoideae):

- *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* é encontrada nas áreas de cerrado e campo, em Minas Gerais e Goiás (PENNINGTON; STYLES; TAYLOR, 1981; BARREIROS; SOUZA, 1986). É uma planta dioica (FUZETO; BARBOSA; LOMÔNACO, 2001), apresenta porte arbustivo de 3 a 6 metros de altura (BARREIROS; SOUZA, 1986), com folhas opostas e compostas e flores pequenas, de coloração branco-esverdeada, agrupadas em inflorescências paniculadas (FELIPPI; ARAÚJO; LONGHI, 2015; MOSCHETA et al., 2002). Os frutos são simples vermelhos (PENNINGTON; STYLES; TAYLOR, 1981) e as sementes elipsoides, recobertas por arilo (BARREIROS; SOUZA, 1986).

- *Pouteria ramiflora* ocorre na região Amazônica e Centro-Sul do Brasil (PENNINGTON, 1990) e pode ser encontrada nas fisionomias de cerradão, cerrado sentido restrito, borda de vereda, mata mesofítica (ALMEIDA et al., 1998) e floresta estacional semidecidual (DURIGAN et al., 2004). É uma planta dioica (OLIVEIRA, 1996), com porte arbóreo de 6 a 10 metros de altura e folhas alternas, espiraladas e reunidas no ápice dos ramos (PENNINGTON, 1990). Apresenta flores pequenas, tubulares, de cor esverdeada e agrupadas em inflorescências racemosas (GAMA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2011), e os frutos são do tipo baga (PENNINGTON, 1990).

- *Plathymentia reticulata* pode ser encontrada desde o Amapá até São Paulo e ocorre em áreas do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual (ALMEIDA et al., 1998). Possui porte arbóreo (arvoreta a árvore), podendo chegar a 30 metros de altura; no Cerrado, pode atingir de 6 a 15 metros de altura (LORENZI, 2002). As folhas são alternas e bipinadas (LORENZI, 2002; MENDES; PAVIANI, 1997), as flores são pequenas, hermafroditas e de cor esbranquiçada, arrançadas em inflorescências em espiga, os frutos em vagem e as sementes aladas (LORENZI, 2002).

2.3. Visitantes florais

As observações dos visitantes florais ocorreram em dias de sol forte e durante o meio da florada de 2016 de *S. polyanthus*, nos 30 indivíduos marcados para a fenologia (capítulo 1), de maneira livre e direta, *ad libitum sense* (ALTMANN, 1974). Elas foram realizadas em três períodos distintos do dia: manhã (8:00 às 11:00 h), meio do dia (12:00 às 15:00 h) e tarde (16:00 às 19:00 h), com observações de 40 minutos e intervalos de 20 minutos. Cada planta foi observada uma vez em cada período, sempre em dias diferentes, totalizando 60 horas de observação. Durante as observações foram marcados o tempo de visitação e o número de flores visitadas consecutivamente pelo mesmo inseto numa única visita, desde sua chegada até sua saída da planta, repetindo esse procedimento para outros visitantes recém-chegados dentro do tempo de observação.

Para a categorização dos visitantes florais, foi avaliada a frequência e o comportamento de visitação, especialmente se havia contato ou não com as partes reprodutivas da flor. Foram considerados polinizadores efetivos aqueles com maior frequência de visitação e que tocaram as partes reprodutivas, ou seja, estigma e estilete. Os polinizadores eventuais foram aqueles com baixa frequência de visitação, mas que também tiveram contato com as partes reprodutivas, podendo promover uma pequena taxa de polinização. Foram considerados pilhadores aqueles que coletaram recurso floral, pólen ou néctar, mas não apresentaram comportamento compatível com o de polinização (TOREZAN-SILINGARDI; DEL-CLARO, 1998; TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Espécimes-testemunho foram coletados em plantas não experimentais, montados, identificados e depositados na coleção entomológica do Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações da UFU. Também durante as observações dos visitantes florais, foi registrada a cada hora a condição ambiental do local, incluindo temperatura, umidade relativa do ar e incidência luminosa próximas aos ramos dos indivíduos de *S. polyanthus*, com o uso de um

termo-higrômetro digital (Equitherm - Max.Min int/ext) e de um luxímetro (modelo THDLA-500). A sensibilidade do termo-higrômetro era de 10 a 100% de umidade e do luxímetro de 0 a 20000 Lux de incidência luminosa.

2.4. Grãos de pólen

Foi feita a quantificação dos grãos de pólen logo após a antese, de cinco flores de cada indivíduo estaminado de *S. polyanthus*, em cinco indivíduos de cada espécie hospedeira (75 flores ao todo). Foi realizada a contagem e observada a porcentagem de grãos viáveis e inviáveis em uma antera por flor, estimando-se o valor total de grãos na flor através da multiplicação por seis, já que as flores apresentam seis anteras ao todo. As flores foram previamente ensacadas com sacos de voal a fim de evitar que algum fator biótico ou abiótico afetasse a quantidade inicial de grãos. Logo após a coleta, as flores foram isoladamente levadas ao Laboratório de Morfologia, Microscopia e Imagem (LAMOMI) da UFU para observações. Para a contagem dos grãos e análise da viabilidade polínica, todo o pólen de uma única antera, escolhida ao acaso e de cada uma das flores, foi retirado e distribuído sobre uma lâmina, adicionando-se carmim acético a 2% e fechando-se o conjunto com lamínula (KEARNS; INOUE, 1993). A observação dos grãos foi feita com auxílio de um microscópio óptico e a quantidade de pólen por flor foi estimada segundo Torezan-Silingardi & Oliveira (2004). Estimou-se o percentual de viabilidade do pólen mediante a proporção entre o número de grãos de pólen viáveis e o total de grãos de pólen encontrado na antera (soma dos grãos viáveis e inviáveis). Foram considerados viáveis os grãos de pólen corados e bem desenvolvidos e não viáveis os grãos não corados ou com citoplasma retraído e de tamanho menor.

2.5. Frutos

Para observar o desenvolvimento de frutos, foram previamente marcados 200 botões florais em cada um dos 15 indivíduos de flores pistiladas de *S. polyanthus* marcados para a fenologia (Capítulo 1), totalizando 3.000 botões florais. Houve um acompanhamento mensal desses botões e os frutos formados foram quantificados no mês de julho, uma vez que estes estavam maduros neste período.

2.6. Qualidade nutricional foliar

Para a análise da qualidade nutricional da folha foram selecionados cinco indivíduos pistilados de *S. polyanthus* em cada espécie hospedeira, com apenas um parasita por hospedeira, totalizando 15 plantas. Em cada indivíduo de *S. polyanthus*, foram coletadas, aleatoriamente, seis folhas maduras e saudáveis, completamente expandidas e sem nenhum sinal de dano, resultando em uma amostra para cada espécie hospedeira. As folhas foram analisadas quanto às quantidades de macro e micronutrientes minerais, no Laboratório de Análises de Solos (LABAS) da Universidade Federal de Uberlândia.

2.7. Análise de dados

Para analisar se existia relação entre os fatores abióticos, especificamente temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, e a frequência de visitantes florais, foi feita correlação de Pearson e regressão linear. Dos dados de umidade relativa do ar, foi retirado um valor, por ter sido considerado um *outlier*. Para verificar se existia variação na frequência total de visitantes entre os hospedeiros em relação aos diferentes horários, foi feito o teste de qui-quadrado. Para comparar a taxa de similaridade dos visitantes entre as espécies hospedeiras, foi feita uma análise de agrupamento (do inglês “Cluster analysis”) utilizando o

índice de Jaccard (MCCUNE; GRACE, 2002) e um dendrograma através do pacote “ggdendro” no software R.

Para analisar se existia diferença na quantidade de pólen disponibilizado pelas plantas estaminadas de *S. polyanthus* entre os hospedeiros, assim como diferença na viabilidade polínica, foi feita uma ANOVA, seguida por teste a posteriori de Tukey. Para analisar se existia diferença na quantidade de frutos formados pelas plantas pistiladas de *S. polyanthus* entre os hospedeiros, foi feita uma ANOVA, após os dados serem normalizados através da função raiz ($x+1$) (ver ZAR, 2010), e teste a posteriori de Tukey. O fator sexo não foi levado em consideração nessa análise, pois as plantas masculinas não apresentam formação de frutos.

Todos os gráficos e análises passaram por testes de normalidade e verificação de seus respectivos pressupostos. Além disso, os gráficos foram efetuados através do programa Graphpad Prism 6.0 e as análises foram conduzidas ao nível de 5% de significância no software R 3.3.2 (R CORE TEAM, 2016).

3. RESULTADOS

3.1. Visitantes florais

Houve relação positiva significativa entre a temperatura ambiente e a frequência dos visitantes florais ($r = 0,785$, $p < 0,05$; $F_{[1,7]} = 11,29$, $p < 0,05$, $R^2 = 0,617$; Fig. 1a) e relação negativa significativa entre a umidade relativa do ar e a frequência dos visitantes florais ($r = -0,874$, $p < 0,01$; $F_{[1,6]} = 19,54$, $p < 0,01$, $R^2 = 0,765$; Fig. 1b) para as três espécies hospedeiras. Porém, não houve correlação entre a luminosidade e a frequência dos visitantes florais ($r = 0,5971$, $p = 0,08$; Fig. 1c).

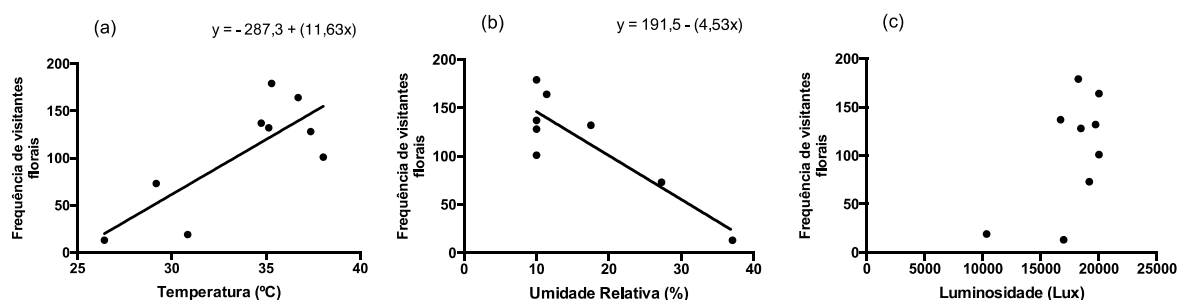


FIGURA 1. Frequência dos visitantes florais de *Struthanthus polyanthus* relacionada aos fatores abióticos ambientais na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. Correlação de Pearson e regressão linear da frequência de visitantes com (a) a temperatura e (b) a umidade relativa do ar e (c) correlação de Pearson da frequência de visitantes com a luminosidade. (a): $r = 0,785$, $p < 0,05$; $F_{[1,7]} = 11,29$, $p < 0,05$, $R^2 = 0,617$; (b): $r = -0,874$, $p < 0,01$; $F_{[1,6]} = 19,54$, $p < 0,01$, $R^2 = 0,765$; (c): $r = 0,5971$, $p = 0,08$. Notar que no gráfico “b” tem-se apenas oito pontos devido à retirada de um *outlier* (ver análise dos dados).

Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar (média de todos os dias de observações), bem como a frequência total de visitantes das flores de *S. polyanthus* encontrada em cada hospedeiro, em cada horário (somatório da frequência de visitantes em todos os dias de observações), estão representados na Figura 2. De forma geral, foi observado que a frequência de visitantes teve uma ascensão desde as 8:00 até às 16:00 h, com exceção dos horários de 12:00 e 14:00 h (em *P. ramiflora*), e 12:00 e 13:00 h (em *P. reticulata*), em que houve uma redução. Nota-se que nesses horários de redução, a temperatura atingiu seus maiores valores ($38,04 \pm 2,18$ °C às 12:00 h, $37,37 \pm 1,74$ °C às 13:00 h e $36,70 \pm 2,88$ °C às 14:00 h; média $\pm$ desvio padrão). A partir das 17:00 h, houve uma queda acentuada de visitantes. Os horários com menor frequência foram 8:00 e 18:00 h e os com maior frequência foram 14:00 h (em *P. reticulata*) e 16:00 h (em *C. canjerana polytricha* e *P. ramiflora*).

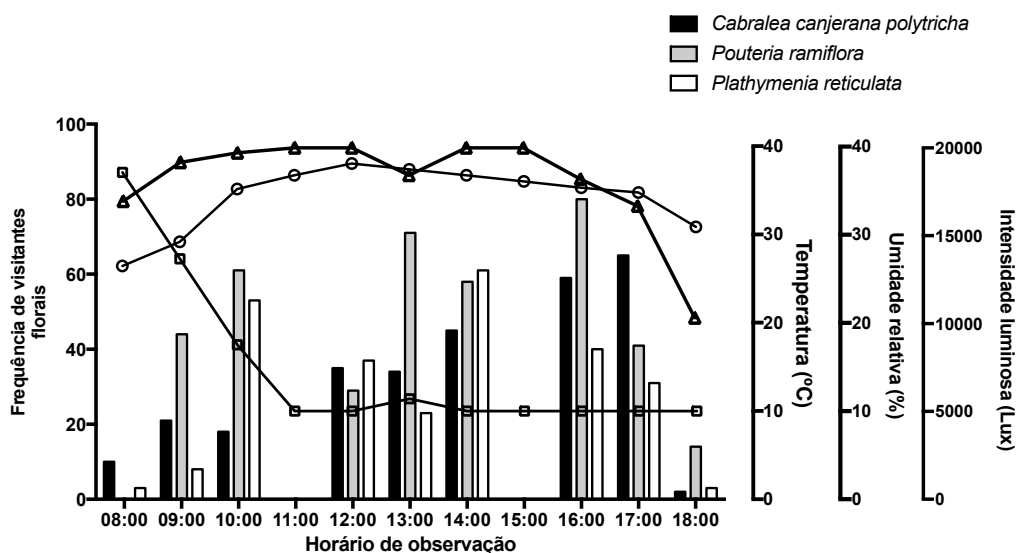


FIGURA 2. Frequência total de visitantes florais de *Struthanthus polyanthus* e valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa encontrados em cada hospedeiro, em cada horário de observação na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. Círculos representam temperatura, quadrados representam umidade e triângulos representam intensidade luminosa.

A frequência total de visitantes florais de *S. polyanthus*, para cada espécie hospedeira e em cada período de observação (manhã, meio do dia e tarde) está representada na Figura 3. Foi observado que as flores de *S. polyanthus*, nos três hospedeiros, receberam uma menor frequência de visitantes no período da manhã. O período de maior visitação foi no meio do dia, exceto para os indivíduos em *C. canjerana polytricha*, os quais apresentaram frequência de visitantes um pouco maior durante a tarde. Os resultados mostraram que existe diferença significativa na frequência de visitantes em *S. polyanthus* entre os diferentes hospedeiros durante os diferentes períodos do dia ($\chi^2 = 18,33$, $df = 4$; $p < 0,001$; Fig. 3).

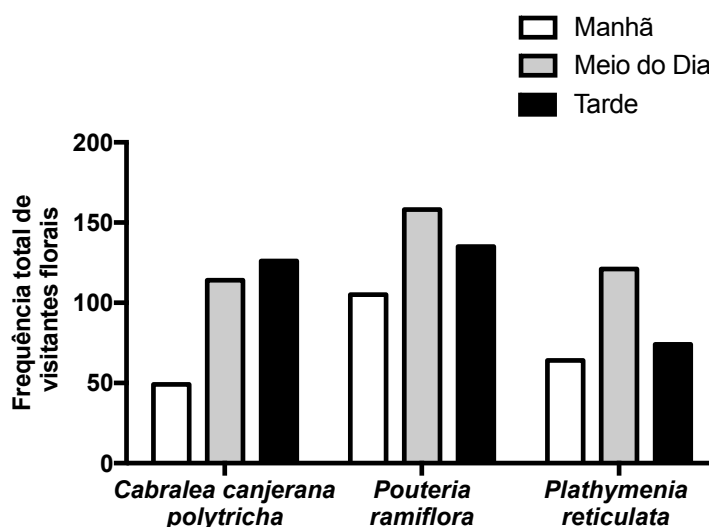


FIGURA 3. Frequência total de visitantes florais de *Struthanthus polyanthus* na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais, considerando a espécie hospedeira e o período de observação. $\chi^2 = 18,33$, $df = 4$; $p < 0,001$.

Foram registrados insetos pertencentes às ordens Hymenoptera (18 espécies), Lepidoptera (duas espécies) e Diptera (uma espécie) (ver Tabela 1; Fig. 4). Nos indivíduos estaminados de *S. polyanthus* (independente do hospedeiro), foram observados 479 insetos, distribuídos em 18 espécies. Já nos indivíduos pistilados, foram observados 467, distribuídos em 12 espécies. Considerando-se apenas a espécie hospedeira, independente do sexo das flores de *S. polyanthus*, foram observados 289 insetos, de 16 espécies, nos indivíduos em *C. canjerana polytricha*, 398 insetos, de 9 espécies, nos indivíduos em *P. ramiflora* e 259 insetos, de 13 espécies, nos indivíduos em *P. reticulata*. Do total de 946 insetos registrados, 576 eram da espécie *Apis mellifera*, sendo esta o visitante mais frequente, seguida das espécies *Trigona spinipes* e *Augochloropsis* sp.1, com 131 e 96 indivíduos, respectivamente (Tabela 1). Além disso, apenas essas três espécies visitaram os indivíduos de *S. polyanthus* de ambos os sexos presentes nos três hospedeiros e foram consideradas como polinizadores efetivos. *Villa* sp.1, *Augochlora* sp.1, *Brachygastra lecheguana*, *Pachymenes* sp.1, *Pepsis* sp.1 e *Pepsis* sp.2 foram consideradas como polinizadores eventuais e o restante das espécies foram consideradas como pilhadores.

TABELA 1. Número de registros, seguido pela frequência relativa (%), e classificação funcional das espécies de insetos associadas às flores de *Struthanthus polyanthus* em cada uma das espécies hospedeiras e separados pelo sexo da flor, na florada de 2016 no Cerrado de Uberlândia, Minas Gerais.

Visitante floral	Espécies de hospedeiro e sexo da flor de <i>S. Polyanthus</i> ¹						Total	Atividade
Ordem/Espécie	1	2	3	4	5	6		
Hymenoptera								
Abelhas								
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	115(68,45) ²	60(49,59)	111(61,67)	130(59,63)	104(79,39)	56(43,75)	576(60,89)	PEF ³
<i>Augochlora</i> sp.1	0(0)	0(0)	0(0)	5(2,29)	4(3,05)	0(0)	9(0,95)	PEV
<i>Augochloropsis</i> sp.1	14(8,33)	26(21,49)	7(3,89)	10(4,59)	13(9,92)	26(20,31)	96(10,15)	PEF
<i>Ceratina</i> sp.1	1(0,6)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,11)	PI
<i>Plebeia</i> sp.1	2(1,19)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(0,21)	PI
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	3(1,79)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(0,32)	PI
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	15(8,93)	4(3,31)	50(27,78)	37(16,97)	3(2,29)	22(17,19)	131(13,85)	PEF
Vespas								
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille 1824)	0(0)	3(2,48)	0(0)	0(0)	2(1,53)	4(3,13)	9(0,95)	PEV
<i>Campsomeris</i> sp.1	3(1,79)	0(0)	1(0,56)	0(0)	0(0)	0(0)	4(0,42)	PI
Hymenoptera sp.1	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,76)	0(0)	1(0,11)	PI
Hymenoptera sp.2	0(0)	1(0,83)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,11)	PI
Hymenoptera sp.3	2(1,19)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(0,21)	PI
Hymenoptera sp.4	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,78)	1(0,11)	PI
Hymenoptera sp.5	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(1,53)	0(0)	2(0,21)	PI
<i>Pachymenes</i> sp.1	4(2,38)	14(11,57)	0(0)	22(10,09)	0(0)	9(7,03)	49(5,18)	PEV
<i>Pepsis</i> sp.1	4(2,38)	5(4,13)	8(4,44)	0(0)	0(0)	4(3,13)	21(2,22)	PEV
<i>Pepsis</i> sp.2	2(1,19)	4(3,31)	2(1,11)	11(5,05)	0(0)	3(2,34)	22(2,33)	PEV
Sphecini sp.1	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,76)	0(0)	1(0,11)	PI
Lepidoptera								
<i>Calycopsis</i> sp.1	1(0,6)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0,76)	0(0)	2(0,21)	PI
Hesperiidae sp.1	0(0)	4(3,31)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(0,42)	PI
Diptera								
<i>Villa</i> sp.1	2(1,19)	0(0)	1(0,56)	3(1,38)	0(0)	3(2,34)	9(0,95)	PEV
Total	168(17,76)	121(12,79)	180(19,03)	218(23,04)	131(13,85)	128(13,53)	946(100)	

¹Código numérico das espécies de plantas hospedeiras e respectivo sexo de *S. polyanthus*: (1) *Cabralea canjerana polytricha* - masculino, (2) *C. canjerana polytricha* - feminino, (3) *Pouteria ramiflora* - masculino, (4) *P. ramiflora* - feminino, (5) *Plathymenia reticulata* - masculino, (6) *P. reticulata* - feminino; ²Número de registros (frequência relativa em %); ³PEF - polinizador efetivo, PEV - polinizador eventual, PI - pilhador.

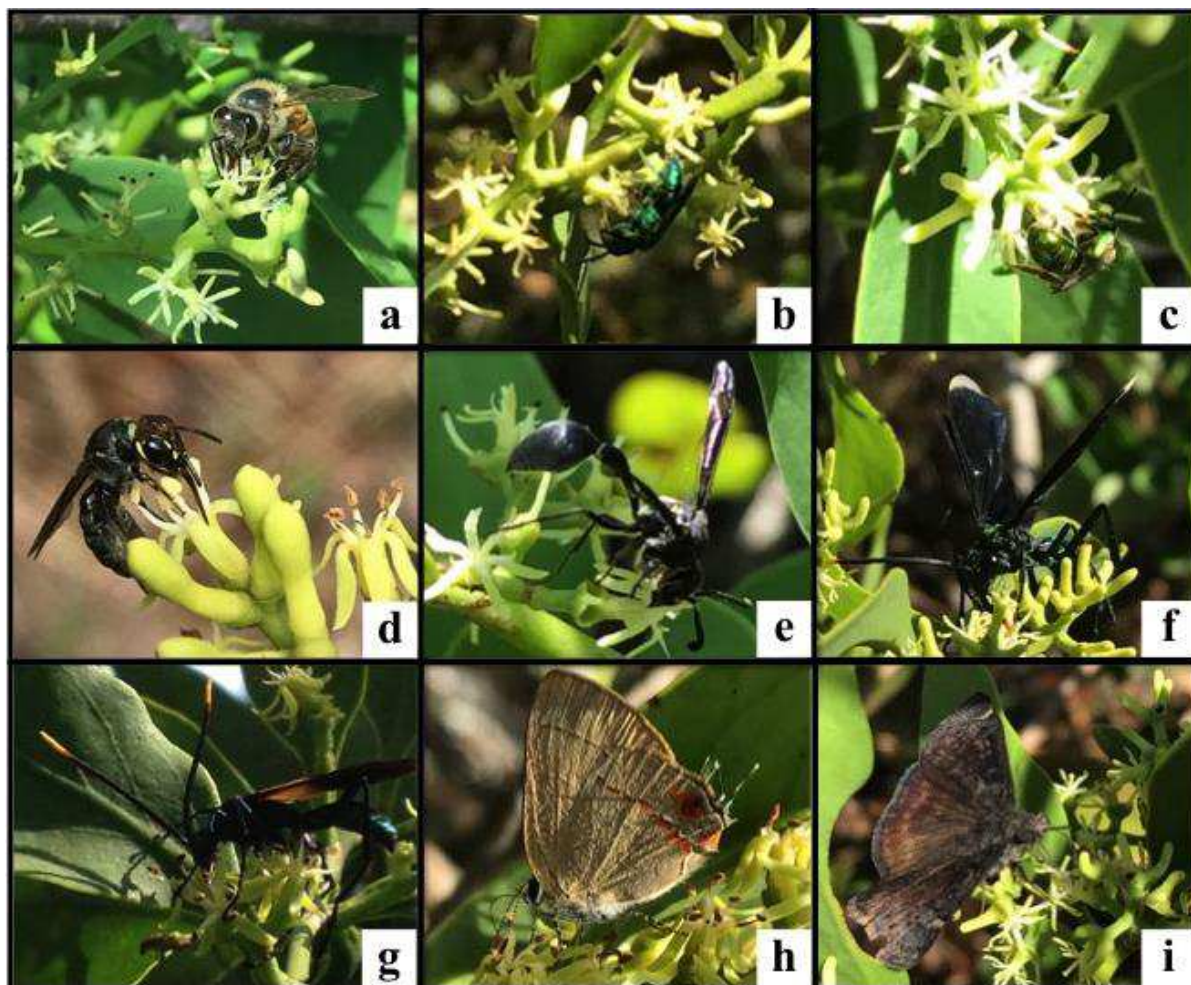


FIGURA 4: Exemplares de visitantes florais de *Struthanthus polyanthus* na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. (a) *Apis mellifera*, (b) *Augochlora* sp.1, (c) *Augochloropsis* sp.1, (d) *Ceratina* sp.1, (e) *Pachymenes* sp.1, (f) *Pepsis* sp.1, (g) *Pepsis* sp.2, (h) *Calycopsis* sp.1, e (i) *Hesperiiidae* sp.1.

Os resultados da análise de agrupamento mostraram que houve 78% de similaridade entre os visitantes florais de *S. polyanthus* em *C. canjerana polytricha* e *P. reticulata*. Já entre os visitantes florais de *S. polyanthus* nestas duas espécies e em *P. ramiflora*, a similaridade foi de, aproximadamente, 52% (Fig. 5).

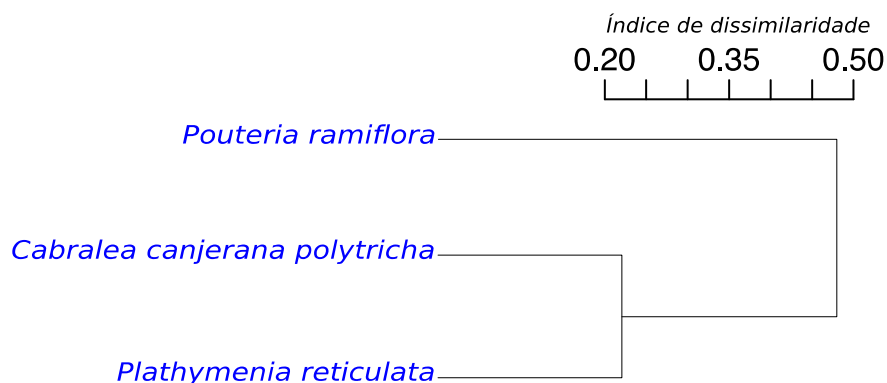


FIGURA 5: Análise de agrupamento dos visitantes florais de *Struthanthus polyanthus* em três espécies hospedeiras (*Pouteria ramiflora*, *Cabralea canjerana polytricha* e *Plathymenia reticulata*), na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais (Índice de Jaccard).

O número médio de flores visitadas pelo mesmo inseto, consecutivamente, a duração média da visita por planta e a duração média da visita por flor, são mostrados na Figura 6. Observa-se uma maior variação desses parâmetros para os visitantes florais de *S. polyanthus* em *C. canjerana polytricha* e *P. reticulata*. Já em *P. ramiflora*, tais parâmetros apresentam-se mais homogêneos entre os visitantes. *Pepsis* sp.2 foi o que visitou maior número de flores, permanecendo pouco tempo em cada flor. *Calycopis* sp.1 e *Plebeia* sp.1 visitaram menos flores, mas permaneceram mais tempo em cada uma delas.

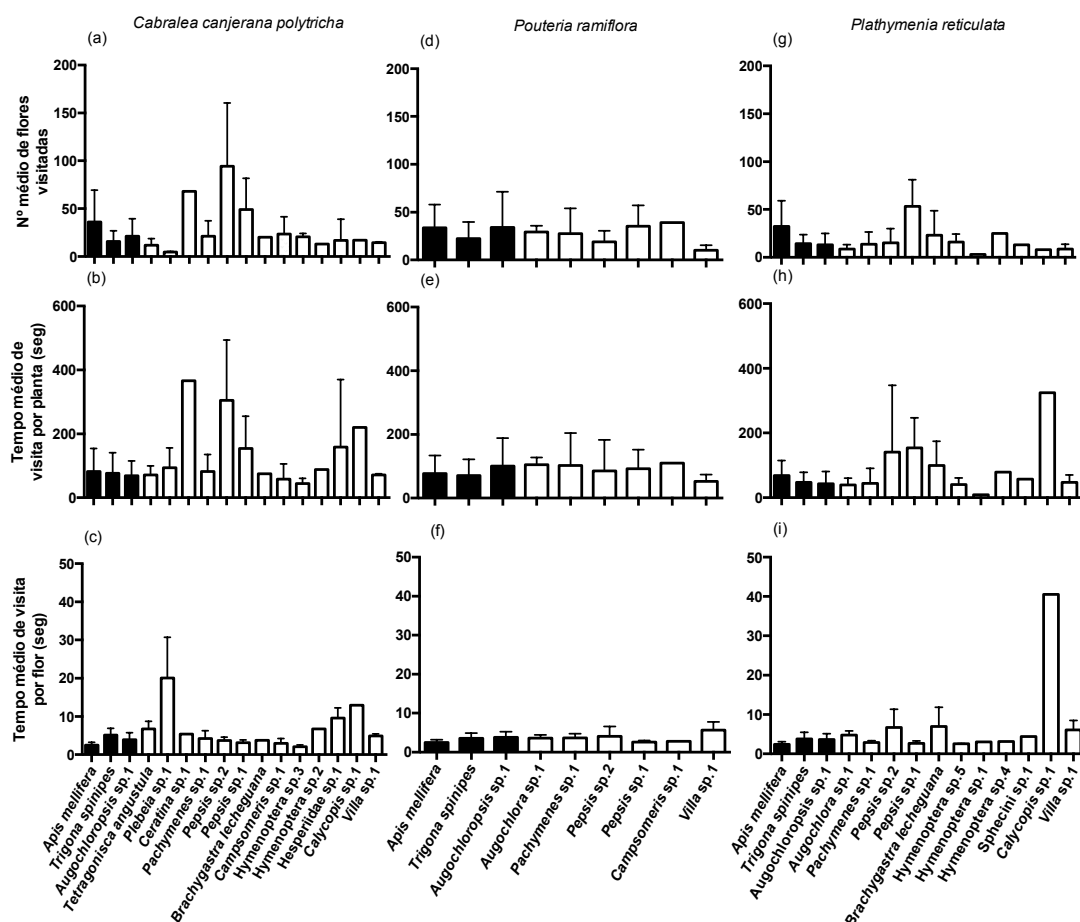


FIGURA 6. Visitação nas flores de *Struthanthus polyanthus* na florada de 2016 considerando cada espécie hospedeira no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. (a, d, g) número médio de flores visitadas, (b, e, h) tempo médio de visita por planta e (c, f, i) tempo médio de visita por flor. Barras em preto representam os polinizadores efetivos.

3.2. Pólen

As flores estaminadas de *S. polyanthus* apresentaram maior quantidade de grãos de pólen produzidos quando se desenvolveram sobre o hospedeiro *P. ramiflora* ($F_{[2,72]} = 7,324$, $p < 0,01$; Fig. 7); nos outros hospedeiros tiveram quantidade menor e estatisticamente similar entre si (Tabela 2). No entanto, a viabilidade polínica de *S. polyanthus* foi igual estatisticamente em todas as espécies de hospedeiras ($F_{[2,72]} = 0,465$, $p = 0,629$).

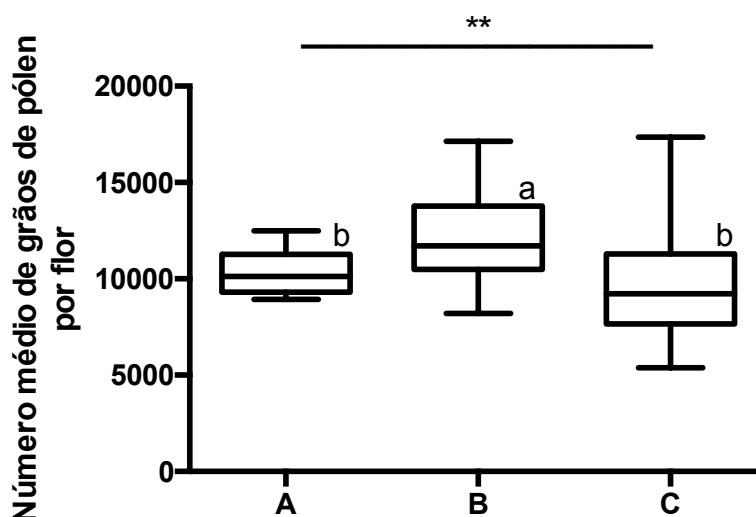


FIGURA 7. Quantidade média de grãos de pólen por flor de *Struthanthus polyanthus*, logo após a antese, separada pelos diferentes hospedeiros na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. Caixas representam primeiro e terceiro quartil, mediana e valores máximo e mínimo. **Anova $F_{[2, 72]} = 7,324$, $p < 0,01$. Letras diferentes representam diferença entre os grupos pelo post-hoc de Tukey. Hospedeiros: A = *Cabranea canjerana polytricha*, B = *Pouteria ramiflora*, C = *Plathymenia reticulata*.

TABELA 2. Quantidade média de grãos de pólen presente nas flores estaminadas de *Struthanthus polyanthus* nos diferentes hospedeiros logo após a antese e percentual de viabilidade, na florada de 2016 no Cerrado de Uberlândia, Minas Gerais.

Hospedeiro	Grãos de pólen presentes na flor*	Grãos de pólen viáveis	Grãos de pólen inviáveis	Viabilidade (%)
<i>Cabranea canjerana polytricha</i>	10.340 ^b	9.612	728	92,9
<i>Pouteria ramiflora</i>	12.080 ^a	11.176	904	92,7
<i>Plathymenia reticulata</i>	9.853 ^b	9.016	837	92,3

* Letras diferentes representam diferença entre os grupos pelo teste post-hoc de Tukey.

3.3. Frutos

Os frutos em desenvolvimento ficaram evidentemente visíveis cerca de quatro meses após o fim da florada. Em indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *C. canjerana polytricha*, foi observada a proporção de um fruto formado para cerca de 12 botões (85 frutos/1000 botões), o que representa uma taxa de frutificação de 8,5%. Em indivíduos de *S. polyanthus* parasitando *P. ramiflora*, foi observada a proporção de um fruto formado para cerca de 7 botões (145 frutos/1000 botões), com 14,5% de frutificação. Em indivíduos de *S. polyanthus*

parasitando *P. reticulata*, foi observada a proporção de um fruto formado para cerca de 14 botões (70 frutos/1000 botões), com 7% de frutificação. Houve diferença significativa no número médio de frutos formados de *S. polyanthus* entre *P. ramiflora* e os outros dois hospedeiros ($F_{[2,12]} = 9,464$, $p = 0,034$; Fig. 8).

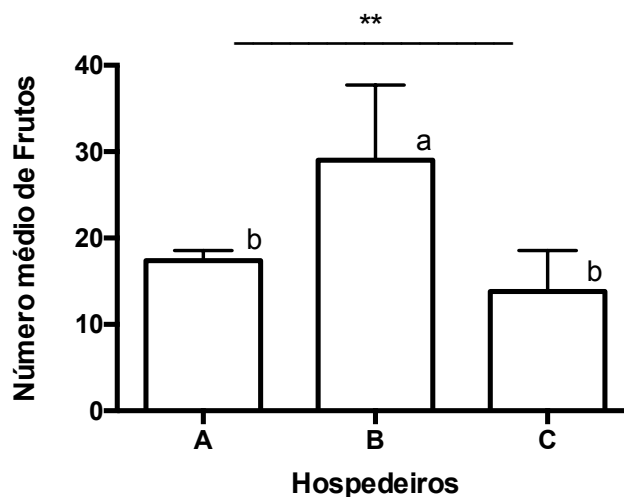


FIGURA 8. Número médio de frutos formados a partir de 200 botões de *Struthanthus polyanthus*, de acordo com cada hospedeiro na florada de 2016 no cerrado de Uberlândia, Minas Gerais. Barras representam media e desvio padrão. **Anova $F_{[2,12]} = 9,464$, $p = 0,034$. Letras diferentes representam diferença entre os grupos pelo post-hoc de Tukey. Hospedeiros: A = *Cabranea canjerana polytricha*, B = *Pouteria ramiflora*, C = *Plathymenia reticulata*.

3.4. Qualidade nutricional foliar

A qualidade nutricional das folhas de *S. polyanthus* variou de acordo com a espécie hospedeira em que os indivíduos se encontravam, sendo que as maiores quantidades de quase todos os nutrientes analisados foram associados à hospedeira *P. ramiflora* (Fig. 9).

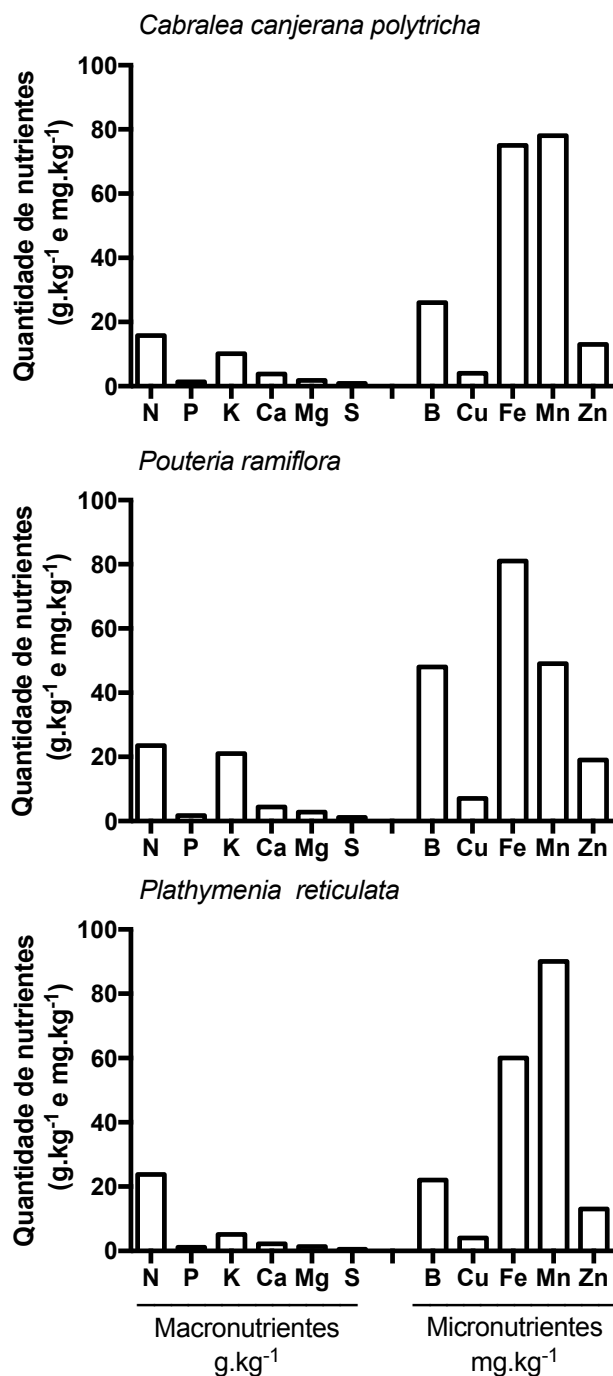


FIGURA 9. Macro e micronutrientes encontrados nas folhas dos indivíduos de *Struthanthus polyanthus* em cada uma das três espécies hospedeiras.

4. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que houve diferença de riqueza e frequência de visitantes florais de *S. polyanthus* em cada hospedeiro. Além disso, apesar da qualidade do solo ser a mesma, houve variação na quantidade de nutrientes nas folhas, na quantidade de grãos de

pólen e de frutos produzidos pelos indivíduos de *S. polyanthus* em cada hospedeiro, corroborando, assim, as principais hipóteses deste capítulo.

4.1. Visitantes florais

Foi visto que a frequência dos visitantes florais está positivamente relacionada com a temperatura e negativamente relacionada com a umidade relativa do ar. Diversos autores mostraram que os principais fatores abióticos que podem afetar a atividade dos visitantes florais são a temperatura, a intensidade luminosa, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento (ALMEIDA-SOARES et al., 2010; HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2000; KLEINERT et al., 2009; SIHAG; ABROL, 1986; VICENS; BOSCH, 2000), sendo a temperatura o mais importante deles (MCCALL; PRIMACK, 1992). Abelhas, por exemplo, têm, geralmente, maiores índices de forrageio nos períodos de altas temperaturas e intensidade luminosa e baixa umidade relativa e velocidade do vento (ANTONINI et al., 2005; CORBET et al., 1993; HEINRICH; RAVEN, 1972; KLEINERT-GIOVANNINI, 1982), como visto em nosso estudo. Abrol (1990) observou uma correlação positiva entre a abundância das abelhas e a temperatura do ar e negativa com a umidade relativa. Estudos de Almeida-Soares *et al.* (2010) mostraram uma correlação positiva da atividade de *A. mellifera* com a temperatura e Polatto, Chaud-Netto e Alves-Junior (2014) também mostraram tal correlação para *A. mellifera*, *T. spinipes* e *Centris varia*. Assim, essa relação com a temperatura pode ser considerada um padrão para a maioria das abelhas (ANTONINI et al., 2005; ALMEIDA-SOARES et al., 2010), especialmente para *A. mellifera*. No presente estudo, não foi encontrada relação estatisticamente significativa entre a luminosidade e a frequência dos visitantes florais, porém nota-se que os visitantes atingiram maiores índices de forrageio quando a intensidade luminosa estava alta.

Verificou-se que os visitantes florais apresentaram maiores taxas de visitação nos momentos com maiores valores de temperatura e menores de umidade. No entanto, nos horários de 12:00 e 13:00 h, os quais apresentaram os dois mais altos valores de temperatura (38 e 37°C em média, respectivamente), houve uma redução na visitação. Vários autores observaram uma diminuição na atividade diária de *A. mellifera* nos dias mais quentes ao longo do período de observação (KUMAR; SINGH; CHAND, 2002; MORGADO et al., 2002; PATIL; VIRAKTAMATH, 2001; SIHAG; KHATKAR, 1999). Kovac, Stabentheiner e Schmaranzer (2010) também mostraram que a atividade das abelhas parou quando a temperatura atingiu valores próximos a 40°C. Recentemente, Alattal e Alghamdi (2015), em trabalhos com as espécies *A. mellifera ligustica*, *A. mellifera jemenitica* e *A. mellifera carnica*, em climas desérticos e semi-áridos, observaram que houve uma baixa sobrevivência das mesmas durante os meses de verão, em que a temperatura variou de 38 a 46°C. De acordo com Hilário, Imperatriz-Fonseca e Kleinert (2000), temperaturas extremas (muito quentes ou muito frias) podem reduzir a atividade de forrageio de abelhas e, além disso, sob temperaturas muito altas, várias abelhas e vespas podem aumentar a temperatura corporal a níveis quase letais, assim como podem desidratar sob condições de umidade relativa muito baixas (COELHO; ROSS, 1996; KASPER et al., 2008).

Os resultados também mostraram uma diferença na frequência de visitantes florais nas flores de *S. polyanthus* nos três hospedeiros, em cada período do dia. Esse fato é uma das consequências dos fatores abióticos já mencionados, que influenciam diretamente no padrão de forrageamento de abelhas e vespas (ALMEIDA-SOARES et al., 2010; ANTONINI et al., 2005; CORBET et al., 1993; KLEINERT-GIOVANNINI, 1982; POLATTO; DUTRA; ALVES-JUNIOR, 2007; POLATTO et al., 2012). Nesse estudo foi encontrado uma amplitude térmica de 13,8°C entre às 08:00 e 18:00 horas. Diversas espécies apresentam atividade de

forrageamento em faixas específicas de temperatura, como é o caso de *A. mellifera* (ver PERNAL; CURRIE, 2010; CORBET et al., 1993; KLEINERT et al., 2009).

O presente estudo é o primeiro a mostrar a variação da frequência de visitantes florais da espécie parasita condicionada à espécie hospedeira. Há, no entanto, estudos que mostram variações na produção de botões, flores e frutos dependendo da espécie hospedeira (LENZI; ORTH, 2004; PÉREZ-CRESPO; LARA; ORNELAS, 2016). O que pode ser sugerido aqui é que existe uma influência da quantidade de água e nutrientes retirados do hospedeiro, bem como a capacidade deste em captá-los do solo. Se uma espécie de hospedeiro possui uma maior quantidade de nutrientes que outra, consequentemente a espécie parasita terá uma maior quantidade de recursos disponíveis, como foi visto no presente estudo, para serem alocados no desenvolvimento de estruturas importantes, como as partes reprodutivas. Sendo assim, a oferta de néctar e/ou pólen pode variar e, consequentemente, os visitantes florais podem escolher plantas com maior quantidade ou qualidade de néctar ou pólen disponível. A presença de néctar floral é conhecida no gênero *Struthanthus* (REIF; ANDREATA, 2011; TEODORO, 2013), no entanto, a espécie *S. polyanthus* apresenta flores de dimensões tão reduzidas que não foi possível quantificar o néctar no interior da corola, nem com tubo capilar, nem com seringa e agulha.

Dentre os visitantes encontrados, foram registrados insetos das ordens Hymenoptera (abelhas e vespas), Lepidoptera (borboletas) e Diptera (mosca), sendo a maioria pertencente à primeira com 21 espécies. Estudos com outras plantas dioicas encontraram resultados semelhantes: Lenzi e Orth (2004) observaram que os visitantes de *Schinus terebinthifolius* eram, principalmente, abelhas, moscas e vespas, os mesmos encontrados por Oliveira (1996) para outras seis espécies dioicas de cerrado; Fuzeto *et al.* (2001) observou que *C. canjerana polytricha* é polinizada por abelhas e vespas; Lenza e Oliveira (2005) verificaram que a maioria das espécies de visitantes de *Tapirira guianensis* pertenciam às

ordens Hymenoptera e Diptera. A literatura mostra que dentre os grupos de visitantes florais das angiospermas, destacam-se os insetos, em particular abelhas e vespas, as quais representam os visitantes mais frequentes e são consideradas como principais polinizadores em diversos ecossistemas (POTTS et al., 2010; CLEMENTE et al., 2012). De acordo com Bawa (1980), Bawa e Opler (1975), Bawa et al. (1985) e Oliveira (1996), espécies dioicas de ambientes tropicais são, geralmente, polinizadas por uma grande diversidade de pequenos insetos generalistas e pouco especializados, com destaque para pequenas abelhas sociais generalistas e moscas (BAWA, 1980; GIVNISH, 1982).

Apis mellifera foi a espécie mais frequente no presente estudo, representando 60% das visitas, seguida das espécies *T. spinipes* (13%) e *Augochloropsis* sp.1 (10%). Trabalhos de d'Avila e Marchini (2008) com himenópteros visitantes florais em área de cerradão, mostraram que *A. mellifera* representou 55,8% dos visitantes, seguida de *T. spinipes*, e Almeida (2002), em um estudo com abelhas, também em área de cerradão, observou que *A. mellifera* foi responsável por 79,5% dos indivíduos coletados. Segundo Roubik (1989), *A. mellifera* e *T. spinipes* estão entre as espécies sociais mais abundantes da família Apidae devido a várias características como hábito generalista, amplo período de forrageamento, sistema de comunicação desenvolvido e alta densidade populacional. Além disso, trabalhos mostraram que a família Apidae é a mais abundante em áreas de Cerrado, particularmente essas duas espécies supracitadas (MATEUS, 1998; ALMEIDA, 2002; ANDENA, 2002).

Com base na frequência de visitação, no comportamento durante a visita (tocando ou não as partes reprodutivas) e no sexo da flor de *S. polyanthus* visitada, *A. mellifera*, *T. spinipes* e *Augochloropsis* sp.1, foram consideradas como polinizadores efetivos, já que elas tiveram altas frequências de visitação, foram encontradas em flores masculinas e femininas de *S. polyanthus*, nas três hospedeiras, e tocaram constantemente as partes reprodutivas durante as visitas. *Villa* sp.1, *Augochlora* sp.1, *Brachygastra lecheguana*, *Pachymenes* sp.1,

Pepsis sp.1 e *Pepsis* sp.2 foram consideradas como polinizadores eventuais, pois tiveram baixas frequências de visitação, mas visitaram flores masculinas e femininas e tocaram as partes reprodutivas. O restante das espécies foi considerado como pilhadores, já que tiveram uma baixa frequência de visitação, visitaram flores de apenas um sexo e, no caso de *Hesperiidae* sp.1 e *Calycopis* sp.1, não tocaram as partes reprodutivas.

O fato de ter sido observado maior número de insetos visitantes nas flores de indivíduos estaminados de *S. polyanthus* pode estar relacionado com a oferta de pólen e de néctar por essas flores, o que as torna mais atrativas do que as pistiladas, que oferecem apenas néctar (BAWA, 1980; VAUGHTON; RAMSEY, 1998). O mesmo resultado encontrado nesse estudo foi observado por Lenzi e Orth (2004), estudando *S. terebinthifolius*, e Dötterl *et al.* (2014), estudando *Salix caprea*. No entanto, essa diferença pode não representar uma desvantagem, pois a função feminina de receber o pólen, na maioria das vezes, necessita menores taxas de visitação do que a função masculina de dispersar esses grãos (BLAIR; WOLFE, 2007, WILSON *et al.*, 1994), além disso um maior número de visitantes nas flores pistiladas pode causar danos no estilete, comprometendo a frutificação posterior (TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Já a diferença no número de visitantes florais nos indivíduos de *S. polyanthus* em cada espécie hospedeira, pode estar relacionada com a quantidade de recursos ofertados pelas flores. Foi visto que as flores de *S. polyanthus* em indivíduos de *P. ramiflora* produziram maior número de grãos de pólen do que nas outras duas espécies hospedeiras e tiveram uma maior frequência de visitação. No presente estudo, não foi realizada a quantificação do néctar produzido, mas, com base nos resultados da quantidade de pólen, sugere-se que a hospedeira *P. ramiflora* possa também favorecer uma maior produção de néctar pelas flores de *S. Polyanthus*, já que a maioria dos visitantes florais foram vistos com comportamentos de coleta de néctar.

Os resultados da análise da rede de interações mostraram que as três espécies de visitantes florais com maior número de interações e maior força de interação foram *A. mellifera*, *T. spinipes* e *Augochloropsis* sp.1. De acordo com Bascompte e Jordano (2007), a métrica “força de interação”, dentro de redes mutualísticas, significa valores de dependência entre os indivíduos associados, a qual pode ser medida pela espessura das ligações dentro de um gráfico de rede bipartida. *A. mellifera*, por exemplo, apresentou o maior valor de força de interação, o que significa que existe uma forte dependência dos indivíduos de *S. polyanthus*, dentro dos grupos de hospedeiros, por essa espécie de visitante. Como já foi discutido, tais espécies, em especial *A. mellifera* e *T. spinipes*, mostram um alto poder de interações na área estudada.

4.2. Pólen

Os resultados apontaram uma diferença estatística entre a quantidade de pólen produzida pelas flores estaminadas de *S. polyanthus* nas três espécies hospedeiras, apesar de a viabilidade dos grãos não ter apresentado diferença. Como já foi citado, o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de uma planta parasita é influenciado pela planta hospedeira (ADLER, 2002; AHONEN; PUUSTINEN; MUTIKAINEN, 2006; ATSATT; STRONG, 1970; MATTHIES, 1996). Nosso estudo é o primeiro que mostra a diferença na produção de grãos de pólen condicionada à espécie hospedeira. Na literatura atual, apenas fatores como a produção de flores, frutos e a quantidade de nutrientes nas folhas são citados como dependentes da espécie hospedeira.

4.3. Frutos

A frutificação encontrada para os indivíduos de *S. polyanthus*, 8,5%, 14,5% e 7% para aqueles em *C. canjerana polytricha*, *P. ramiflora* e *P. reticulata*, respectivamente, assemelha-se ao que foi relatado por Oliveira (1996) em trabalhos com seis espécies dioicas no Cerrado,

nos quais observou uma taxa de frutificação entre 0,5 e 9%. Por outro lado, foi baixa comparada à de outras espécies dioicas, como *Tapirira guianensis* (23,5%), em uma área de cerrado (LENZA; OLIVEIRA, 2005), e *C. canjerana polytricha* (32%), na mesma área de estudo do presente trabalho (FUZETO et al., 2001). A alta variação das taxas de frutificação nesses casos sugere que espécies dioicas não seguem um padrão na produção de frutos (HERRERA, 1982; LLOYD, 1982). A diferença significativa no número médio de frutos formados em indivíduos de *S. polyanthus* entre os diferentes hospedeiros foi notável. Um estudo recente de Pérez-Crespo, Lara e Ornelas (2016) mostrou um resultado semelhante para indivíduos de *Psittacanthus calyculatus*, uma espécie de Loranthaceae, que também apresentou diferença significativa na taxa de frutificação entre quatro diferentes hospedeiros. Assim, percebe-se que a espécie hospedeira pode influenciar no sucesso reprodutivo de *S. polyanthus*, o que pode estar ligado à variação nutricional das folhas da parasita, que foi vista nesse estudo.

4.4. Qualidade nutricional foliar

Os resultados mostraram que, apesar da qualidade do solo ser a mesma, houve grande variação na qualidade nutricional das folhas de *S. polyanthus* já que ela é condicionada à espécie hospedeira. Diversos autores mostraram que a quantidade de água e nutrientes fornecidos pela planta hospedeira, bem como a quantidade desses compostos que será absorvida pelas espécies hemiparasitas, pode variar de acordo com as espécies associadas (GOVIER; HARPER, 1965; GOVIER; NELSON; PATE, 1967; PRESS; GRAVES; STEWART, 1990). Sabe-se também que as espécies de plantas leguminosas representam uma grande fonte de nitrogênio, devido ao fato de apresentarem bactérias fixadoras de nitrogênio em suas raízes, e parecem ser, portanto, melhores hospedeiras e preferidas pelas espécies parasitas (GIBSON; WATKINSON, 1989, 1991; SEEL; COOPER;

PRESS, 1993; MATTHIES, 1996; MARVIER, 1998; ADLER, 2002). Entretanto, outros trabalhos evidenciaram que essas plantas leguminosas nem sempre garantem uma melhor performance do parasita (ATSATT; STRONG, 1970; MARVIER, 1996; JIANG et al., 2008), fato que também foi encontrado nesse estudo. As folhas dos indivíduos de *S. polyanthus* em *P. ramiflora* apresentaram quantidades de nitrogênio praticamente iguais às folhas de *S. polyanthus* em *P. reticulata* (23,5 e 23,8 g.kg⁻¹, respectivamente), apesar de *P. ramiflora* não pertencer à família Fabaceae. Além disso, as folhas de *S. polyanthus* em *P. ramiflora* apresentaram maiores quantidades de outros nutrientes como potássio, bromo e ferro, sugerindo que esta espécie seja melhor hospedeira do que as outras. Vale ressaltar que tal espécie favoreceu também uma maior produção de grãos de pólen e frutos, assim como uma maior frequência de visitantes florais.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados desse estudo, pode-se concluir que os hospedeiros em que *S. polyanthus* se instala interferem na qualidade nutricional das folhas e na produção de recursos florais, como o pólen, com consequências diretas e indiretas sobre a frequência de visitantes florais e a frutificação. Além disso, fatores bióticos como os diferentes hospedeiros apresentam um papel extremamente relevante, já que podem interferir intensamente no sucesso reprodutivo da espécie de hemiparasita em questão. Portanto, a partir desse estudo, percebe-se a importância de se analisar mais detalhadamente os fatores envolvidos nas interações ecológicas que envolvem vários níveis tróficos, pois alterações bióticas e também abióticas locais, condicionarão as muitas relações entre os diversos tipos de espécies interagentes. Estudos com enfoque nas distintas associações ecológicas entre espécies parasitas e seus hospedeiros relacionando-os com a frutificação e os visitantes florais, podem esclarecer esse tipo de associação tri-trófica ainda negligenciada na literatura atual.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABROL, D. P. Pollination activity of alfafa-pollinating subtropical bees *Megachile flavipes* (Hymenoptera: Megachilidae). **Tropical Ecology**, v. 31, p. 106-115, 1990.

ADLER, L. S. Host effects on herbivory and pollination in a hemiparasitic plant. **Ecology**, v. 83, p. 2700-2710, 2002. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2700:HEOHAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2700:HEOHAP]2.0.CO;2)

AHONEN, R.; PUUSTINEN, S.; MUTIKAINEN, P. Host use of a hemiparasitic plant: no trade-offs in performance on different hosts. **Journal of evolutionary biology**, v. 19, n. 2, p. 513-521, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2005.01024.x>

ALATTAL, Y.; ALGHAMDI, A. Impact of temperature extremes on survival of indigenous and exotic honey bee subspecies, *Apis mellifera*, under desert and semiarid climates. **Bulletin of Insectology**, v. 68, n. 2, p. 219-222, 2015.

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação de méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ALMEIDA, S. D., et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 pp.

ALMEIDA-SOARES, S. et al. Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): Floral Biology and Visitors. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 941-948, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600015>

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, Leiden, v. 40, n. 3, p. 227-267, 1974. <https://doi.org/10.1163/156853974X00534>

ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I.; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador?. **Rodriguésia** (Online), v. 67, p. 295-307, 2016. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667202>

ANDENA, S. R. **A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores**. 2002. 240f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

ANTONINI, Y. et al. (2005) Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 555-564, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400004>

APPOLINÁRIO, V.; SCHIAVINI, I. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de cerrado (*stricto sensu*) em Uberlândia - Minas Gerais (Caça e Pesca). **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 10, p. 57-75, 2002.

ARRUDA, R.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. **Flora**, v. 201, p. 127-134, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.07.001>

ASHMAN, T. L.; MAJETIC, C. J. Genetic constraints on floral evolution: a review and evaluation of patterns. **Heredity**, v. 96, p. 343-352, 2006. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800815>

ATSATT, P. R.; STRONG, D. R. The population biology of annual grassland hemiparasites. I. The host environment. **Evolution**, v. 24, p. 278-291, 1970. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1970.tb01761.x>

BARBOZA, M. A. **Loranthaceae e Viscaceae no bioma Cerrado**. 2000. 115f. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília.

BARREIROS, H. D. S.; SOUZA, D. S. E. Notas Geográficas e Taxonômicas sobre *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. no Brasil (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, n. 1, p. 17-26, 1986.

BARROS, M. G. Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 21, n. 2, p. 159-166, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0100-84041998000200008>

BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 15-39, 1980. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000311>

_____.; OPLER, P. A. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, v. 29, p. 167-179, 1975. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1975.tb00824.x>

_____. et al. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. **American Journal of Botany**, p. 346-356, 1985. <https://doi.org/10.2307/2443527>

BLAIR, A. C.; WOLFE, L. M. The association between floral longevity and pollen removal, pollen receipt, and fruit production in flame azalea (*Rhododendron calendulaceum*). **Canadian Journal of Botany**, v. 85, n. 4, p. 414-419, 2007. <https://doi.org/10.1139/B07-025>

CAIRES, C. S. Loranthaceae. In: STEHMANN, J. R., et al. (Orgs.). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009, p. 312-313.

_____.; DETTKE, G. A. Loranthaceae. In: FORZZA, R. C., et al. (Orgs.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 2, p. 1172-1177.

CLEMENTE, M. A. et al. Flower-visiting social wasps and plants interaction: network pattern and environmental complexity. **Psyche: The Journal of Entomology**, v. 2012, p. 1-10, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/478431>

COELHO, J. R.; ROSS, A. J. Body temperature and thermoregulation in two species of

Yellowjackets *Vespula germanica* and *V. maculifrons*. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 166, p. 68-76, 1996. <https://doi.org/10.1007/BF00264641>

CORBET, S. A. et al. Temperature and pollination activity of social bees. *Ecological Entomology*, v. 18, p. 17-30, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1993.tb01075.x>

CREPET, W. L. Advanced (constant) insect pollination mechanisms: pattern of evolution and implications vis-à-vis angiosperm diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 71, p. 607-630, 1984. <https://doi.org/10.2307/2399041>

_____.; FRIIS, E. M. The evolution of insect pollination in angiosperms. In: FRIIS, E. M.; CHALONER, W. G; CRANE, P. R. (Orgs.). **The origins of angiosperms and their biological consequences**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987, p. 181-201.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 271-279, 2008. <https://doi.org/10.5902/19805098465>

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Insect-plant interactions: new pathways to a better comprehension of ecological communities in neotropical savannas. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 159-164, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000200001>

DOBSON, H. E. M. Floral volatiles in insect biology. **Insect-plant interactions**, v. 5, p. 47-81, 1994.

DÖTTERL, S. et al. Floral reward, advertisement and attractiveness to honey bees in dioecious *Salix caprea*. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e93421, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093421>

DURIGAN, G., et al. **Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. 475 pp.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **Principles of pollination ecology**. Elsevier, 2013.

FELIPPI, M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Morfologia da flor, fruto, semente, plântula e muda de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Cerne**, v. 21, n. 3, p. 387-394, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521031466>

FUZETO, A. P.; BARBOSA, A. A. A.; LOMÔNACO, C. *Cabralea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae), a dioecious species. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 167-175, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200003>

GAMA, L. U.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 3, p. 375-387, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011>

GIBSON, C. C.; WATKINSON, A. R. The host range and selectivity of a parasitic plant: *Rhinanthus minor* L. **Oecologia**, v. 78, n. 3, p. 401-406, 1989. <https://doi.org/10.1007/BF00379116>

_____; WATKINSON, A. R. Host selectivity and the mediation of competition by the root hemiparasite *Rhinanthus minor*. **Oecologia**, v. 86, n. 1, p. 81-87, 1991. <https://doi.org/10.1007/BF00317393>

GIVNISH, T. J. Outcrossing versus ecological constraints in the evolution of dioecy. **The American Naturalist**, v. 119, p. 849-865, 1982. <https://doi.org/10.1086/283959>

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. **Life in cerrado: a South American tropical seasonal vegetation**. Ulm: Reta Verlag, 2006.

GOVIER, R. N; HARPER, J. L. Angiospermous hemiparasites. **Nature**, v. 205, p. 722-723, 1965. <https://doi.org/10.1038/205722a0>

_____; NELSON, M. D.; PATE, J. S. Hemiparasitic nutrition in angiosperms. I. The transfer of organic compounds from host to *Odontites verna* (Bell.) Dum. (Scrophulariaceae). **New Phytologist**, v. 66, p. 285-297, 1967. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1967.tb06006.x>

GRIMALDI, D. The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, p. 373-406, 1999. <https://doi.org/10.2307/2666181>

HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. Energetics and Pollination Ecology. **Science**, v. 176, p. 597-602, 1972. <https://doi.org/10.1126/science.176.4035.597>

HERRERA, C. M. Breeding systems and dispersal-related maternal reproductive effort of southern Spanish bird-dispersed plants. **Evolution**, v. 36, p. 1299-1314, 1982. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1982.tb05499.x>

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. Flight Activity and Colony Strength in the Stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 299-306, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0034-71082000000200014>

INOUE, D. W. The terminology of floral larceny. **Ecology**, v. 61, p. 1251-1253, 1980. <https://doi.org/10.2307/1936841>

JIANG, F. et al. Does legume nitrogen fixation underpin host quality for the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*? **Journal of experimental botany**, v. 59, n. 4, p. 917-925, 2008. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern015>

KASPER, M. L. et al. Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. **Insectes Sociaux**, v. 55, p. 288-295, 2008. <https://doi.org/10.1007/s00040-008-1004-7>

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. University Press of Colorado, 1993.

KLEINERT, A. M. P. et al. Abelhas Sociais (Bombini, Apini, Meliponini). In: PANIZZ, A. R.; PARRA, J. R. P. (Orgs). **Bioecologia e Nutrição de Insetos: Base Para o Manejo Integrado de Pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p. 371-424.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina friese* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, p. 1-13, 1982.

KOVAC, H.; STABENTHEINER, A.; SCHMARANZER, S. Thermoregulation of water foraging honeybees: balancing of endothermic activity with radiative heat gain and functional requirements. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 1834-1845, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.08.002>

KUMAR, M.; SINGH, R.; CHAND, H. Foraging activity of *Apis cerana indica* and *Apis mellifera* visiting sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Shashpa**, v. 9, n. 1, p. 31-34, 2002.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 179-190, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000100015>

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.

LLOYD, D. G. Selection of combined versus separate sexes in seed plants. **American naturalist**, v. 120, p. 571-585, 1982. <https://doi.org/10.1086/284014>

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 pp.

MARVIER, M. A. Parasitic plant- host interactions: plant performance and indirect effects on parasite- feeding herbivores. **Ecology**, v. 77, n. 5, p. 1398-1409, 1996. <https://doi.org/10.2307/2265537>

_____. A mixed diet improves performance and herbivore resistance of a parasitic plant. **Ecology**, v. 79, n. 4, p. 1272-1280, 1998. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[1272:AMDIPA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[1272:AMDIPA]2.0.CO;2)

MATEUS, S. **Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do cerrado da estação ecológica de Jataí - Luiz Antônio - SP**. 1998. 163f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MATTHIES, D. Interactions between the root hemiparasite *Melampyrum arvense* and mixtures of host plants: heterotrophic benefit and parasite mediated competition. **Oikos**, v. 75, p. 118-124, 1996. <https://doi.org/10.2307/3546328>

MAYEFIELD, M. M; WASER, N. M.; PRICE, M. V. Exploring the 'Most Effective Pollinator Principle' with Complex Flowers: Bumblebees and *Ipomopsis aggregate*. **Annals of Botany**, v. 88, n. 4, p. 591-596, 2001. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1500>

- MCCALL, C.; PRIMACK, R. B. Influence of flower characteristics, weather, time of day, and season on insect visitation rates in 3 plant-communities. **American Journal of Botany**, v. 79, p. 434-442, 1992. <https://doi.org/10.2307/2445156>
- MCCUNE, B.; GRACE, J. B. **Analysis of ecological communities**. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design, 2002. 304 p.
- MITCHELL, R. J. et al. Ecology and evolution of plant-pollinator interactions. **Annals of Botany**, v. 103, p. 1355-1363, 2009. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp122>
- MORGADO, L. N. et al. Fauna of bees (Hymenoptera: Apoidea) on sunflower flowers, *Helianthus annuus* L., in Lavras, Minas Gerais, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1167-1177, 2002.
- MOSCHETA, I. S., et al. Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Cabrera canjerana* (Vell.) Mart. (MELIACEAE). **Acta Científica Venezolana**, v. 53, n. 4, p. 239-244, 2002.
- NASCIMENTO, E. A.; DEL-CLARO, K. Floral visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby (Fabaceae-Caesalpinoidea) at cerrado of Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 619-624, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400024>
- OLIVEIRA, P. E. Dioecy in the Cerrado vegetation of Central Brazil. **Flora**, v. 191, n. 3, p. 235-244, 1996. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30718-1](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30718-1)
- OLSEN, K. M. Pollination effectiveness and pollinator importance in a population of *Heterotheca subaxillaris* (Asteraceae). **Oecologia**, v. 109, p. 114-121, 1997.
- OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, v. 32, p. 812-821, 1978. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1978.tb04636.x>
- PATIL, B. S.; VIRAKTAMATH, S. Foraging behaviour of two species of honey bees on sesamum. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 14, n. 3, p. 796-798, 2001.
- PENNINGTON, T. D. **Flora Neotropica: Sapotaceae**. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 770 pp.
- _____; STYLES, B. D.; TAYLOR, D. A.H. Meliaceae. **Flora Neotropica Monograph**, v. 28, p. 235-244, 1981.
- PÉREZ-CRESPO, M. J.; LARA, C.; ORNELAS, J. F. Uncorrelated mistletoe infection patterns and mating success with local host specialization in *Psittacanthus calyculatus* (Loranthaceae). **Evolutionary Ecology**, v. 30, n. 6, p. 1061-1080, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10682-016-9866-z>
- PERNAL, S. F.; CURRIE, R. W. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 51, p. 53-68, 2010. <https://doi.org/10.1007/s002650100412>

- POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of Bees. **Journal of Insect Behavior**, v. 27, p. 593-612, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10905-014-9452-6>
- _____.; CHAUD-NETTO, J.; DUTRA, J. C. S.; ALVES-JUNIOR, V. V. exploitation of floral resources on *Sparattosperma Leucanthum* (Bignoniaceae): foraging activity of the pollinators and the nectar and pollen thieves. **Acta Ethologica**, v. 15, p. 119-126, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10211-011-0116-7>
- _____.; DUTRA, J. C. S.; ALVES-JUNIOR, V. V. Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, p. 46-57, 2007.
- POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- PRESS, M. C.; GRAVES, J. D.; STEWART, G. R. Physiology of the interaction of angiosperm parasites and their higher plant hosts. **Plant, Cell & Environment**, v. 13, n. 2, p. 91-104, 1990. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1990.tb01281.x>
- QUESADA, M. et al. Evolutinary ecology of pollination and reproduction of tropical plants. In: International Commission on Tropical Biology and Natural Resources (Orgs). **Encyclopedia of Life Support Systems**. Oxford: Eolss Publishers, 2008.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20/09/2016.
- RAGUSO, R. A. et al. Fragrance chemistry, nocturnal rhythms and pollination “syndromes” in Nicotiana. **Phytochemistry**, v. 63, n. 3, p. 265-284, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00113-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00113-4)
- ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia, MG. **Sociedade e Natureza**, v. 3, p. 91-108, 1991.
- REIF, C.; ANDREATA, R. H. P. Contribuição à taxonomia de Loranthaceae no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 62, p. 71-115, 2011.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 1989. 514pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511574641>
- SEEL, W. E.; COOPER, R. E.; PRESS, M. C. Growth, gas exchange and water use efficiency of the facultative hemiparasite *Rhinanthus minor* associated with hosts differing in foliar nitrogen concentration. **Physiologia Plantarum**, v. 89, n. 1, p. 64-70, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1993.tb01787.x>
- SIHAG, R. C.; ABROL, D. P. J. Correlation and path-coefficient analysis of environmental factors influencing flight activity of *Apis florea* F. **Journal of Apicultural Research**, v. 25, n. 4, p. 202-208, 1986. <https://doi.org/10.1080/00218839.1986.11100718>

_____.; KHATKAR, S. Foraging pattern of three honeybee species on eight cultivars of oilseed crops. 1. Diurnal foraging. **International Journal of Tropical Agriculture**, v. 17, p. 245-252, 1999.

SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 301-322, 1981. <https://doi.org/10.2307/2398800>

TEODORO, D. P. C. **Herbivoria e reprodução em *Struthanthus polyanthus* (Loranthaceae): variação fenológica e sazonal em um fragmento de cerrado no Triângulo Mineiro**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Flores e animais: uma introdução à história natural da polinização. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Orgs.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012, p.111-139.

_____.; DEL-CLARO, K. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 281-284, 1998.

_____.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in central Brazil. **Phyton**, v. 44, p. 23-43, 2004.

VAUGHTON, G.; RAMSEY, M. Floral display, pollinator visitation and reproductive success in the dioecious perennial herb *Wurmbea dioica* (Liliaceae). **Oecologia**, v. 115, n. 1-2, p. 93-101, 1998. <https://doi.org/10.1007/s004420050495>

VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, v. 29, p. 413-420, 2000. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.3.413>

VOGEL, S. Scent organs of orchid flowers and their relation to insect pollination. In: DE GARMO, L. R. (Org.). **Proceedings of the 5th World Orchid Conference**. Long Beach, California, 1966, p. 235-259.

_____. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: LANGE, O. L., et al. (Orgs.). **Physiological plant ecology III**. Berlin: Springer Verlag, 1983, p. 559-624. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68153-0_16

WILSON, P. et al. Beyond floral Batemanian: gender biases in selection for pollination success. **American Naturalist**, v. 143, p. 283-296, 1994. <https://doi.org/10.1086/285604>

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice-Hall, 2010. 944 pp.

CONCLUSÃO GERAL

Esse estudo é o primeiro a analisar a fenologia, a qualidade foliar, a quantidade de recursos florais relacionando-os com os visitantes florais e o sucesso reprodutivo de uma espécie hemiparasita, *S. polyanthus*, condicionados à três diferentes espécies hospedeiras. Conclui-se que diferentes fatores, sejam eles abióticos (e.g. sazonalidade, temperatura, umidade, solo) ou bióticos (e.g. polinizadores, hospedeiros), influenciam direta e indiretamente na performance de *S. polyanthus* no cerrado. É importante ressaltar que estudos como esse, analisando sistemas interativos como um todo, podem identificar associações mais vantajosas para determinadas espécies, auxiliando na nossa compreensão sobre os processos que estruturam e moldam o ecossistema. Estudos futuros que enfoquem espécies parasitas associadas a diversos hospedeiros podem apontar mais associações multitróficas com características semelhantes, tanto no cerrado como em outros ecossistemas.