



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



JAQUELINE CABRAL VILAS BOAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FENOLOGIA E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Byrsonima intermedia* A. JUSS. E *B. pachyphylla* GRISEB (MALPIGHIACEAE): RECURSOS-CHAVE EM REMANESCENTE DE CERRADO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Orientadora: Dr^a Maria Rosângela Sigrist

CAMPO GRANDE – MS
março/2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



JAQUELINE CABRAL VILAS BOAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FENOLOGIA E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Byrsonima intermedia* A. JUSS. E *B. pachyphylla* GRISEB (MALPIGHIACEAE): RECURSOS-CHAVE EM REMANESCENTE DE CERRADO, MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal junto ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

CAMPO GRANDE – MS
março/2009

LOCAL e DATA: Campo Grande, 13 de março de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª. Maria Rosângela Sigris (Orientadora)

(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Prof. Dr. Leandro Freitas (titular)

(Jardim Botânico do Rio de Janeiro)

Prof. Dr. Erich Arnold Fischer (titular)

(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Drª Patrícia Araujo de Abreu Cara (suplente)

(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul)

Profª Drª Ariadna Valentina de Freitas e Lopes (suplente)

(Universidade Federal de Pernambuco)

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento das atividades de um curso de pós-graduação envolve sempre a contribuição e amizade de várias pessoas, direta ou indiretamente. Ao longo deste trabalho tive a felicidade de conviver e aprender com pessoas maravilhosas. Gostaria, portanto, de agradecê-las:

A Professora Dra. Maria Rosângela Sigríst pela amizade e orientação e por ser um exemplo de excelente profissional. Muito mais que isso, pela grande dedicação, entusiasmo, confiança e apoio durante o período de convivência sob sua orientação;

Aos membros da banca: Ariadna Valentina de Freitas e Lopes, Erich Arnold Fischer, Leandro Freitas e Patrícia Araujo de Abreu Cara por todas as contribuições, leitura crítica e sugestões;

A Andréia Araújo e Erich Arnold Fischer pelas sugestões e críticas durante a qualificação;

Aos professores do Departamento de Botânica da UFMS, pela atenção e formação profissional durante todo o período de pós-graduação;

Ao curso de Pós Graduação em Biologia Vegetal, em especial, Camila, pela dedicação perante o curso;

Aos especialistas que identificaram as espécies de plantas citadas no presente trabalho – Arnildo Pott (UFMS), Vali Joana Pott (UFMS) e Maria Cândida Henrique Mamede (Instituto de Botânica);

Dr. Sebastião Laroca (UFPR) pela identificação das abelhas;

A CAPES/FUNDECT pela concessão da bolsa de estudos;

Ao MSc. Rogério Rodrigues Faria pela ajuda nos dados estatísticos;

A MSc. Ana Lúcia Barros pela grande amizade, companheirismo e auxílio em parte deste trabalho;

A Arly Porto de Oliveiro, Esther Campagna Bertazzoni, Elio de Oliveira Rocha Júnior, Marcelo Leandro Bueno, Morgana Silveira Sazan, Paulo Eduardo Dall'Acqua, Jennifer E. Maier, Márcia Rocha

Vicente e Wesley Silva Covre pelo auxílio na coleta de dados e amizade; à Jennifer, Márcia, Paulo Eduardo e Wesley (em especial) pelas ajudas incansáveis de última hora, muito obrigada meninos!

A minha querida amiga Cristiane Bezerra da Silva pela valiosa ajuda na extração do óleo floral, além disso, pela sua agradável companhia dando força em todos os momentos difíceis;

As técnicas de laboratório Dona Cida e Dona Helena, pela atenção e por estarem sempre disponíveis para qualquer ajuda;

Ao Mestre Anderson Fernandes Souza pelos dados climáticos e pela grande amizade;

Ao mestrando Lucas Pestana pela ajuda na elaboração do “Abstract”;

Aos colegas de pós-graduação do Mestrado em Biologia Vegetal da UFMS pela convivência sempre gentil e bem humorada nestes dois anos de estudo;

A doutoranda Sandra Freitas (UFPE) pela bibliografia Fournier (1974);

Em especial ao Fernando pelo amor incondicional, respeito, dedicação e valiosa ajuda desde a primeira etapa da realização deste trabalho até a sua impressão final;

Aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional e grande paciência durante esses dois anos;

A Fernanda (passoka) pela amizade e pelo socorro muito bem vindo na última hora e por “quebrar todos os galhos”;

As queridas amigas, Cheile, Ana Lúcia, Arly e Fernanda (passoka), que auxiliaram a diminuir o estresse da última etapa.

A todos, muito obrigada!

INDICE

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
Flora - Instruções aos autores	7
Manuscrito - Fenologia e biologia reprodutiva de <i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss. e <i>B. pachyphylla</i> Griseb (Malpighiaceae): Recursos-chave em remanescente de cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil.....	10
Abstract	11
Resumo	12
Introdução	13
Material e métodos	15
Resultados	18
Discussão	22
Referências	29
LEGENDA DAS FIGURAS.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

RESUMO – (Fenologia e biologia reprodutiva de *Byrsonima intermedia* A. Juss. e *B. pachyphylla* Griseb (Malpighiaceae): Recursos-chave em remanescente de cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil)

Byrsonima é o maior gênero da família Malpighiaceae, com cerca de 150 espécies e popularmente conhecidas como “murici”, constituem importante componente do Cerrado, sendo encontradas nas diversas fitofisionomias deste bioma. Representantes de Malpighiaceae são consideradas fontes de óleo floral para guilda de abelhas coletoras de óleo, principalmente das tribos Centridini (*Centris* e *Epicharis*), Tapinotaspidini (e.g., *Monoeca*, *Paratetrapedia*) e Tetrapediini (e.g., *Tetrapedia*) (Apidae não corbiculados). As abelhas da tribo Centridini têm papel importante como polinizadores de numerosas espécies vegetais, e possui cerca de 250 espécies e corresponde o grupo mais diversificado de abelhas coletoras de óleo nas florestas neotropicais e Cerrado, especialmente de espécies de Malpighiaceae. Dessa forma, espécies neotropicais de Malpighiaceae são recursos-chave para a manutenção e sobrevivência das abelhas coletoras de óleo, uma vez que o termo espécie-chave é aplicado a espécies ou recursos que auxiliam a manter ou sustentar a estrutura e complexidade da comunidade ou ecossistema, sendo que a remoção da(s) espécie(s) poderia resultar em desajuste daquela comunidade ou ecossistema. O termo espécie-chave é aplicado a espécies ou recursos que auxiliam a manter ou sustentar a estrutura e complexidade da comunidade ou ecossistema, sendo que a remoção da(s) espécie(s) poderia resultar em desajuste daquela comunidade ou ecossistema. Dentro desse contexto, *Byrsonima crassifolia* foi considerada recurso-chave importante na Costa Rica, pois o atraso e/ou redução na floração desta espécie promoveu declínio de abelhas *Centris* e *Epicharis*. Tendo em vista a manutenção de processos ecológicos como a polinização, fundamentais para a conservação dos ecossistemas naturais, em especial o cerrado, o presente trabalho investiga a biologia reprodutiva de espécies de *Byrsonima*, na Reserva Particular de Patrimônio Natural do *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para compreender a guilda de abelhas coletoras de óleo em flores de espécies de Malpighiaceae nesse bioma.

Palavras-chave: Centridini, *Centris*, *Epicharis*, polinizadores, guilda de abelhas.

ABSTRACT – (Phenology and reproductive biology of *Byrsonima intermedia* A. Juss. and *B. pachyphylla* Griseb (Malpighiaceae): Key resources in a cerrado remnant, Mato Grosso do Sul, Brazil)

Byrsonima is the largest genus within the Malpighiaceae family, comprising about 150 species and commonly known as “murici”, are important components in Cerrado, being found on many phytophysiognomies in this biome. Malpighiaceae members are considered floral oil sources for oil collecting bees guilds, specially those of the tribes Centridini (*Centris* and *Epicharis*), Tapinotaspidini (e.g., *Monoeca*, *Paratetrapedia*) and Tetrapediini (e.g., *Tetrapedia*) (non-corbiculated Apidae). The Centridini bees play an important role as pollinators for numerous plant species, comprises about 250 species and constitute the most highly diversified group of oil collecting bees in the neotropical forests and Cerrado, specially for Malpighiaceae species. In this way, neotropical Malpighiaceae species are the key resources for the maintenance and survivor of the oil collecting bees, once the term key specie is applied to species or resources that help to maintain or support the structure and the complexity of a community or ecosystem, and so the remotion of this (these) specie(s) may result in a disadjustment within that community or ecosystem. In this context, *Byrsonima crassifolia* was considered an important key resource in Costa Rica, because the delay and/or reduction on this specie's floration furthered a declension of the bees *Centris* and *Epicharis*. Having in mind the maintenance of ecological processes such as pollination, fundamental for natural ecosystems conservation, the present work investigates the reproductive biology of *Byrsonima* species inside the Reserva Particular de Patrimônio Natural (Natural Patrimony Particular Reserve) in the Universidade Federal de Mato Grosso do Sul campus, providing a better understanding on the oil collecting bees guild in Malpighiaceae species' flowers in this biome.

Keywords: Centridini, *Centris*, *Epicharis*, pollinators, guild of bees

INTRODUÇÃO GERAL

Malpighiaceae é família amplamente distribuída em todas as regiões tropicais e subtropicais do Hemisfério Sul, possuindo 66 gêneros e cerca de 1200 espécies, das quais aproximadamente 85% são neotropicais (Anderson, 1979, 1990). No Brasil há ocorrência de 32 gêneros e cerca de 300 espécies, distribuídas em formações vegetais diversas como campos, cerrados e restingas, além de florestas pluviais e mesófilas (Barroso et al., 1991; Araújo, 1994). *Byrsonima* é o maior gênero da família, com cerca de 150 espécies (Cronquist, 1981). No Brasil espécies deste gênero são conhecidas como “murici” (Souto e Oliveira, 2005) e constituem importante componente do Cerrado (Neri et al., 2007), sendo encontradas nas diversas fitofisionomias deste bioma (Cavalcante, 1991; Miranda e Absy, 1997).

Na maioria das formações vegetais brasileiras, membros de Malpighiaceae é a principal fonte de óleo floral para guilda de abelhas coletoras de óleo, com a particularidade de que somente as linhagens americanas (945 espécies) desenvolveram no cálice floral glândulas produtoras de óleo (elaióforos, *sensu* Vogel, 1974). Na região neotropical a guilda das abelhas coletoras de óleo é representada por membros das tribos Centridini (*Centris* e *Epicharis*), Tapinotaspidini (e.g., *Monoeca*, *Paratetrapedia*) e Tetrapediini (e.g., *Tetrapedia*) (Apidae não corbiculados). Espécies de *Epicharis* e, especialmente *Centris*, são os principais polinizadores das Malpighiaceae neotropicais (Vogel, 1990; Sigrist e Sazima 2004), algumas de interesse comercial (e.g., *Malpighia emarginata*) (Oliveira e Schlindwein, 2003), mas também de espécies de outras famílias como Bignoniaceae, Leguminosae e Vochysiaceae (Frankie et al., 1983; Oliveira e Gibbs, 1994).

A tribo Centridini possui cerca de 250 espécies e corresponde o grupo mais diversificado de abelhas coletoras de óleo. No Brasil, representantes deste grupo são particularmente bem representados no Cerrado, com Centridini e *Centris* ocupando o segundo lugar em riqueza de espécies (Pinheiro-Machado et al., 2002). Neste bioma Pinheiro-Machado et al. (2002) afirmam que Asteraceae e Malpighiaceae são as famílias mais importantes como fonte de néctar e óleo, respectivamente, para as Centridini.

Neste contexto, espécies neotropicais de Malpighiaceae são recursos-chave (*sensu* Simberloff, 1998; Mack e Wright, 2005) para a manutenção e sobrevivência das abelhas coletoras de óleo. Em áreas de floresta da Costa Rica, *Byrsonima crassifolia* foi considerada recurso-chave, pois o atraso e/ou redução na floração desta espécie promoveu declínio de abelhas *Centris* e *Epicharis* (Frankie et al., 1989, 2005). O termo espécie-chave é aplicado a espécies ou recursos que auxiliam a manter ou sustentar a estrutura e complexidade da comunidade ou ecossistema, sendo que a remoção da(s) espécie(s) poderia resultar em desajuste daquela comunidade ou ecossistema (Mack e Wright, 2005).

Levantamento preliminar realizado em remanescente urbano de cerrado pertencente a Reserva Particular de Patrimônio Natural do *campus* da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (RPPN/UFMS), registrou pelo menos oito espécies de Malpighiaceae. Desta forma, foram selecionadas *Byrsonima intermedia* A. Juss e *B. pachyphylla* Griseb para o estudo da fenologia e a biologia reprodutiva a fim de entender a importância das espécies na manutenção das abelhas coletoras de óleo da área, bem como verificar se as duas espécies vegetais compartilham os mesmos vetores de pólen e se dependem do mesmo modo dos agentes polinizadores, considerando o sistema de compatibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, W.R., 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. *Biotropica*. 11, 219-223.
- Anderson, W.R., 1990. The origin of the Malpighiaceae – the evidence from morphology. *Mem. New York Bot. Gard.* 64, 219-224.
- Araújo, A.R.B., 1994. Morfologia de frutos, sementes e plântulas, tipo e aspectos da germinação de algumas espécies de Malpighiaceae. Tese de Mestrado (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Barroso, G.M., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F., Costa, C.G., Guimarães, E.F., Lima, H.C., 1991. Sistemática de angiospermas no Brasil. Editora UFV, MG.

- Cavalcante, P.B. 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, 190-191.
- Cronquist, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University.
- Frankie, G.W., Rizzardi, M., Vinson, S.B., Griswold, T.L., Ronchi, P., 2005. Changing bee composition and frequency on a flowering legume, *Andira inermis* (Wright) Kunth ex DC. During el niño and la niña years (1997-1999) in northwestern Costa Rica. Journal of the Kansas entomological society. 78, 100-107.
- Frankie, G.W., Vinson, S.B., Williams, H., 1989. Ecological and evolutionary sorting of 12 sympatric species of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. In: Bock, J.H., Linhart, J.B. (Eds.), The evolutionary ecology of plants. Westview Press, Boulder, pp. 536-549.
- Frankie, G.W., Haber, W.A., Opler, P.A., Bawa, K.S., 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones, C.E., Little, R.J. (Eds.), Handbook of pollination biology. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, pp. 411-447.
- Mack, A.L., Wright, D.D., 2005. The frugivore community and the fruiting plant flora in a new fruiting plant flora in a new guinea rainforest: identifying keystone frugivores. In: Dew, J.L., Boubli, J.P. (Eds.), Tropical fruits and frugivores: the search for strong interactors. Printed in the Netherlands, pp. 185-203.
- Miranda, I.S., Absy, L.M., 1997. Flora fanerogâmica das savanas de Roraima. In: Barbosa, R.J., Ferreira, E.J.G., Castelón, E.G. (Eds.), Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Amazonas, pp.445-455.
- Neri, A.V., Neto, J.A.A.M., SILVA, A.F., MARTINS, S.V., JUNIOR, A.W.S., 2007. Composição florística de uma área de Cerrado sensu stricto no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de Cerrado em Minas Gerais. Rev. Árvore. 31, 1109-1119.

- Oliveira, P.E., Gibbs, P.E., 1994. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 10, 509-522.
- Oliveira, M. D., Schlindwein, C., 2003. Espécies de *Centris* e *Epicharis* (Apidae, Centridini) como polinizadores de *Malpighia emarginata* (acerola - Malpighiaceae) na Zona da Mata em Pernambuco. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil. Anais de Trabalhos Completos. Simpósios Biodiversidade, Unidades de Conservação, Indicadores Ambientais, Caatinga, Cerrado. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará. pp. 224-225.
- Pinheiro-Machado, C., Santos, I.A., Imperatriz-Fonseca, V.L., Kleinert, A.M.P., Silveira, F.A., 2002. Brazilian bee surveys: State of knowledge, conservation and sustainable use. In: Kevan, P., Imperatriz-Fonseca, V.L. Pollinating bees. The conservation link between Agriculture and nature. Ministry of Environment. Brasilia, pp. 115-129.
- Sigrist, M.R., Sazima, M., 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: Stigma morphology and its implications for the breeding system. *Ann Bot.* 94, 33-41.
- Simberloff, D., 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological conservation*. 83, 247-257.
- Souto, L.S., Oliveira, D.M.T., 2005. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Bot.* 28, 697-712.
- Vogel, S., 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Akad. Wiss. u. Lit., math.-nat. Kl., Tropische und subtropische Pflanzenwelt*. 7, 285-547.
- Vogel, S., 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Mem. New York Bot. Gard.* 55, 130-142.

Flora – Instructions to Authors

1. FLORA publishes regular articles and reviews, the latter solicited by the editors. Only contributions will be accepted which have not been published previously. **Manuscripts should be submitted** in triplicate to the Editor-in-Chief: Prof. i.R. Dr. Rainer Lösch, Nebensteingasse 1, D-63739 Aschaffenburg, Germany, e-mail: loesch@uni-duesseldorf.de. In cases with difficult postage connections, manuscript submission may occur also in form of an e-mail attachment. An electronic file of the text (by preference in “Word” under “Windows”) should be delivered after manuscript acceptance; it is not needed to add it earlier. Correspondence between authors and editor occurs by preference via e-mail.
2. **Copyright.** Once a paper is accepted, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright, see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). A form facilitating transfer of copyright will be provided after acceptance. If material from other copyrighted works is included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.
3. The manuscript will be **reviewed** by two referees, at least one of them being a Flora Editorial Board member. Decision about acceptance of a manuscript is based upon these reviews.
4. Manuscripts should be written in **English** or **German**; publication in English is recommended. Publication in French or Spanish is possible in exceptional cases by appointment of the editor-in-chief. Authors not using their mother tongue are strongly advised to have the text reviewed by a native speaker before submission. Manuscripts should be **submitted in final form** and prepared in accordance with the journal’s accepted practice, form and content. Manuscripts should be checked carefully to exclude the need for corrections in proof. They should be typed doublespaced throughout, on one side of the paper only and with wide margins.
5. The first page (**title page**) should contain the full title of the paper, the full name(s) and surname(s) of the author(s), name of laboratory where the study was carried out, and the address (incl. e-mail) of the author(s).
6. Each manuscript must be preceded by an **English title** and an **English abstract** which presents briefly the major results and conclusions of the paper. In case of not-English-written papers this summary must be more extensive as normal and may be as long as maximally 1½ printed pages. Immediately following the abstract, up to six English **key words** should be supplied indicating the scope of the paper. **Legends of figures and tables** must be given also **in English** in the case of non- English papers.
7. Papers should be written as concise as possible; as a rule, the total length of an article must not exceed 10 printed pages; exceptions are possible only upon explicit consent of the editors. The main portion of the paper should preferably be divided into four sections: **Introduction, Materials and methods, Results, and Discussion**, followed by **Acknowledgements** (if necessary) and **References**. Each section and sub-section must bear a heading.
8. **Text marking:** Names of Authors should not be written in capitals. Scientific names up to the genus are to be written in italics or underlined with a wavy line (*Viola alba* subsp. *alba*); plant community names are not to be printed in italics (Seslerietum, but *Sesleria*-slope). The SI-System of units must be used wherever possible.
9. The beginning of a paragraph should be indented. The section “References”, captions for illustrations and tables will be printed in small print (petit).
10. Each **table** should be typed on a separate sheet of paper resp. on a separate page of a file. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. “Table 1, Table 2”, etc., and attached to the end of the text. Tables should be supplied with headings, kept as simple as possible.
11. **Figures** (including photographic prints, line drawings and maps) should be numbered consecutively in Arabic numerals, e.g. “Fig. 1, Fig. 2”, etc. and attached to the text after the tables.

Legends for figures should be listed consecutively on a separate page. Plan all figures to suit a column width of 7.9 cm or a page width of 16.7 cm. Figures, in particular photographs, may be combined to a maximum plate size of 16.7 cm x 22.0 cm. Submit illustration **files** separately from text files. Files for full color images must be in a CMYK color space. All illustration files should be in TIFF or EPS formats. Journal quality reproduction will require greyscale and color files at resolutions yielding approximately 300 dpi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions yielding 600-1200 dpi.

12. **Photographs** should be black-and-white, high-contrast, sharp glossy prints of the original negative and in a square or rectangular format. **Free colour reproduction.** If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour figures can be printed only if the costs are covered by the author (€ 450.00 for first colour page, € 350.00 for every following colour page). For further information on the preparation of electronic artwork, please see www.elsevier.com/locate/authorartwork. Magnification of microphotographs should be indicated by a scale bar. Inscriptions, marks, and scale bars should preferably be drawn neatly in black ink in an appropriate size on the face of the illustrations. When several pictures are used to produce a single plate, please ensure that they fit each other in size, are of equal contrast, and that they correspond to the caption in number and description.

13. **Line drawings** (incl. maps) should be large enough in all their details to permit a suitable reduction. Important points to note are thickness of lines, size of inscriptions, size of symbols, adequate spacing of shaded and dotted areas. Line drawings must be submitted as black drawings on white paper. If computerplotted they must have laser-print quality. If traditionally drawn the originals must be prepared with Indian ink according to the established methods of technical drawing.

14. Figures and tables should always be mentioned in the text in numerical order. The author should mark in the margin of the manuscript where figures and tables are to be inserted.

15. When quoting **references** in the text, the following format should be used: Meyer (1999) resp. (Meyer, 1999), Meyer and Smith (1995) resp. (Meyer and Smith, 1995) or Meyer et al. (1990) resp. (Meyer et al., 1990). Several papers by the same author(s) published in the same year should be differentiated in the text, and in the list of references, by a, b, c following the year of publication. "et al." Should be used in the text in the case of more than two authors. Quotations of references from different authors within one pair of brackets must be separated by semicolons, commata are to be put between the years of publication of papers of the same author: (Meyer, 1992, 1999; Meyer and Smith, 1995; Jones et al., 1998a, b).

References should be listed alphabetically. Listings of several works by the same author should be grouped in chronological order. Then, papers of this author each with another one will follow according to the alphabetical order of the second author names, papers with three and more authors ("et al." in the text) will then be arranged again in the chronological order. The style to be used is shown in the following examples:

a. Papers published in periodicals:

Akhalkatsi, M., Wagner, J., 1996. Reproductive phenology and seed development of *Gentianella caucasea* in different habitats in the Central Caucasus. *Flora* 191, 161-168.

Zotz, G., Patiño, S., Tyree, M.T., 1997. CO₂ gas exchange and the occurrence of CAM in tropical woody hemiepiphytes. *J. Exp. Biol.* 192, 143-150.

b. Books:

Takhtajan, A., 1959. *Die Evolution der Angiospermen*. G. Fischer, Jena.

c. Papers published in multiauthor books:

Mathes, U., Feige, G.B., 1983. Ecophysiology of lichen symbiosis. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (Eds.), *Physiological plant ecology. II. Responses to the chemical and biological environment. Encyclopedia of plant physiology. New Series, vol. 12C*, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 423-467.

The titles of books and papers in periodicals should always be quoted completely and exactly. Titles of periodicals should be abbreviated according to the usual rules listed e.g. in the World List of Scientific Periodicals or in Biological Abstracts. The number of the volume should be given in Arabic numerals.

16. When papers are cited which were originally published in languages which use alphabets other than Latin (e.g. Russian Cyrillic etc.), then the author, title of the paper and the periodical name itself must be **transliterated** using standards like ISO 1 or ISO 2 (cf. *Taxon* **30**: 168-183).

17. FLORA is produced directly in **page set**. Consequently the author only receives the final page proofs for checking and approval. *Extended corrections are not more possible at this stage.*

18. Publication of an article of normal size and without color photographs in FLORA is **free of charge** to the author(s). In exchange, the **Copyright** of the article is transferred to the publisher. However, the author(s) will be free to use single figures or tables of the article in subsequent own work. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively 30 free paper offprints. The PDF file is watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints may be ordered when proofs are returned. Authors who pay for printed colour figures will be sent another 50 free off-prints. Until publication of the print edition, corrected proofs will be available at online first (www.sciencedirect.com).

19. **Funding body agreements and policies.** Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Fenologia e biologia reprodutiva de *Byrsonima intermedia* A. Juss. e *B. pachyphylla* Griseb (Malpighiaceae): Recursos-chave em remanescente de cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil

Jaqueline Cabral Vilas Boas ^{a,*}, Márcia Rocha Vicente^b, Maria Rosângela Sigrist ^c

^a Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, CCBS, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS. Brasil.

^b Graduação em Ciências Biológicas, CCBS, DBI, Laboratório de Botânica, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS. Brasil.

^c Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CCBS, DBI, Laboratório de Botânica, Caixa Postal 549, 79070-900, Campo Grande, MS. Brasil.

* Autor para correspondência:

jaquelinevilasboas@yahoo.com.br (J.C. Vilas Boas)

ABSTRACT – (Phenology and reproductive biology of *Byrsonima intermedia* A. Juss. and *B. pachyphylla* Griseb (Malpighiaceae): Key resources in a cerrado remnant, Mato Grosso do Sul, Brazil)

In Cerrado areas the species of *Byrsonima* are the main source of floral oil, essential for the feeding and development of the oil collecting bees' larvae of the tribes Centridini, Tapinotaspidiini and Tetrapiidiini (non-corbiculated Apidae). Phenology and reproductive biology aspects of *Byrsonima intermedia* and *B. pachyphylla* were studied in urban cerrado remnant at Campo Grande, Brazil. *B. intermedia* is a shrub with individuals varying 0.5-2.0 m tall, and *B. pachyphylla* has a tree habit ranging up to 10 meters high. The flowering of *B. pachyphylla* lasted for five months (from April to August) in the dry season, displaying a small overlap among the species. In *B. intermedia* the fructification episodes lasted for about eight months, occurring specially during the rainy season, with a peak between December and January. The fructification of *B. pachyphylla* lasted up to six months and occurred specially in the dry season, having a peak between September and October. In 2008 the fructification intensity of *B. pachyphylla* was weaker than the one observed the preceding year, when there were no register of mature fruits. The flowers are yellow, zygomorphous, hermaphrodites, pentamers, diplostemone, unguiculated and alternated to the sepals and grouped in terminal racemes. In both species the flower opening process takes about forty minutes and is characterized by the slow detachment and emplacing, stamens and styles/stigmas. At the opening moment, the stigmas are turgid and the anthers open, and there's no odor emission. All the elaiophores are functional since the pre-anthesis, and so the oil production persists during the entire flower's lifetime. The species are self-incompatible, but *B. intermedia* shows some degree of self-compatibility because of the occurrence, in 2008, of a small percent of fructification due to manual self-pollination. For the two species, *Epicharis flava* had the most frequent visitors, followed by *Centris varia* (*B. intermedia*) or *Paratrigona lineata* (*B. pachyphylla*). *C. varia* and *E. flava* were the main pollinators for the *Byrsonima* species. During the visits, these bees positioned over the flower so they could contact stigmas and anthers with the ventral portion of their thorax and/or abdomen (sternotriby). The contact with the reproductive elements occurs either in the visits for oil as well as for nectar collecting. *Paratrigona lineate* is also considered pollinator of those species due to its high visit frequency and the fructification obtained in the reproductive efficiency experiments. The other bee species are considered pillagers when they collect oil, because they do not contact anthers/stigmas during the visit, and when they collect pollen (contacting anthers/stigmas), they are considered occasional pollinators. The *Byrsonima* species share the same pollinators, displaying a high overlapping rate regarding floral visitors. Because of its self-incompatibility *B. pachyphylla* is apparently more dependent on pollination agents rather than *B. intermedia*, that has some level of self-compatibility.

Keywords: oil collecting bees, *Epicharis flava*, *Centris varia*, reproductive system, self-compatibility

Resumo (Fenologia e biologia reprodutiva de *Byrsonima intermedia* A. Juss. e *B. pachyphylla* Griseb (Malpighiaceae): Recursos-chave em remanescente de cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil)

Em áreas de Cerrado espécies de *Byrsonima* constituem a principal fonte de óleo floral, imprescindível na alimentação e desenvolvimento das larvas de abelhas coletoras de óleo das tribos Centridini, Tapinotaspidini e Tetrapediini (Apidae não corbiculados). A fenologia e aspectos da biologia reprodutiva de *Byrsonima intermedia* e *B. pachyphylla* foram estudados em remanescente urbano de cerrado, Campo Grande, MS. *Byrsonima intermedia* é arbusto com indivíduos variando de 0,5-2,0m de altura e *B. pachyphylla* tem hábito arbóreo e atinge até 10 metros de altura. A floração de *B. pachyphylla* durou cinco meses (abril-agosto) na estação seca, ocorrendo pequena sobreposição entre as espécies. Em *B. intermedia* os episódios de frutificação duraram cerca de oito meses, ocorrendo principalmente na estação chuvosa, com pico em dezembro-janeiro. A frutificação de *B. pachyphylla* durou até seis meses e ocorreu especialmente na estação seca, com pico em setembro-outubro. Em 2008 a intensidade de frutificação de *B. pachyphylla* foi menor que a observada no ano anterior, quando não houve registro de frutos maduros. As flores são amarelas, zigomorfas, hermafroditas, pentâmeras, diplostêmones, unguiculadas e alternas às sépalas e estão agrupadas em racemos terminais. Nas duas espécies, o processo de abertura da flor dura cerca de quarenta minutos e caracteriza-se pelo afastamento e posicionamento lento das pétalas, estames e estiletos/estigmas. No momento da abertura, os estigmas estão túrgidos e as anteras abertas e não há emissão de odor. Todos os elaióforos são funcionais desde a pré-antese, sendo que a produção do óleo persiste durante todo o período de vida da flor. As espécies são autoincompatíveis, porém *B. intermedia* apresenta certo grau de compatibilidade pela ocorrência, em 2008, de pequeno percentual frutificação após autopolinização manual. Nas duas espécies, *Epicharis flava* foi a espécie mais frequente seguida por *Centris varia* (*B. intermedia*) ou *Paratrigona lineata* (*B. pachyphylla*). *Centris varia* e *Epicharis flava* foram os principais polinizadores das espécies de *Byrsonima*. Durante as visitas, estas abelhas posicionam-se sobre a flor de modo a contatarem estigmas e anteras com a porção ventral do tórax e/ou abdômen (esternotribia). O contato com os elementos reprodutivos ocorre tanto nas visitas para coleta de óleo quanto nas de pólen. *Paratrigona lineata* é também considerada polinizador das espécies em função da elevada frequência de visita e da frutificação obtida nos experimento de eficácia reprodutiva. As demais espécies de abelhas são consideradas pilhadoras quando coletam óleo, pois não contatam anteras/estigmas durante a visita e, quando coletam pólen (se contatam anteras/estigmas) são consideradas polinizadores eventuais. As espécies de *Byrsonima* compartilham os mesmos polinizadores, ocorrendo elevada sobreposição quanto aos visitantes florais. Por ser autoincompatível *B. pachyphylla* é aparentemente mais dependente de agentes polinizadores que *B. intermedia*, que possui certo grau de compatibilidade.

Palavras-chave: abelhas coletoras, óleo, *Epicharis flava*, *Centris varia*, sistema reprodutivo, autocompatibilidade.

Introdução

Byrsonima é gênero neotropical e possui cerca de 150 espécies, sendo o maior gênero da família Malpighiaceae (Cronquist, 1981). No Brasil espécies deste gênero são conhecidas como “murici” (Souto e Oliveira, 2005) e constituem importante componente do Cerrado (Neri et al., 2007), sendo encontradas nas diversas fitofisionomias deste bioma (Cavalcante, 1991; Miranda e Absy, 1997).

Como a maioria das espécies neotropicais de Malpighiaceae, representantes de *Byrsonima* apresenta glândulas de óleo (elaióforos) na base das sépalas. Em *Byrsonima* e algumas espécies de *Bunchosia* todas as sépalas possuem um par de elaióforos, sendo esta condição considerada a mais primitiva entre as malpighiáceas do Novo Mundo (Anderson, 1990; Vogel, 1990). Nos demais gêneros, a supressão dos elaióforos na sépala inferior parece estar relacionada à pressão seletiva das abelhas polinizadoras, cujas pernas anteriores e medianas não conseguem acessar os elaióforos dessa sépala durante a coleta de óleo (Anderson, 1990; Vogel, 1990).

Abelhas fêmeas das tribos Centridini (*Centris*, *Epicharis*), Tapinotaspidini (*Monoeca*, *Paratetrapedia*) e Tetrapediini (*Tetrapedia*) (Apidae não corbiculados) coletam o óleo floral que é componente essencial na alimentação das larvas dessas abelhas, bem como é utilizado na impermeabilização dos ninhos (Neff e Simpson, 1981; Buchmann 1987; Vinson et al., 1997). Neste contexto, espécies neotropicais de Malpighiaceae são recursos-chave (*sensu* Simberloff, 1998; Mack e Wright, 2005) para a manutenção e sobrevivência das abelhas coletoras de óleo. Em áreas de floresta da Costa Rica, *Byrsonima crassifolia* foi considerada recurso-chave, pois o atraso e/ou redução na floração desta espécie promoveu declínio de abelhas *Centris* e *Epicharis* (Frankie et al., 1989; 2005). Espécies de *Epicharis* e, especialmente *Centris*, são os principais polinizadores das Malpighiaceae neotropicais (Vogel, 1990; Sigrist e Sazima, 2004), mas também de espécies de outras famílias como Bignoniaceae, Leguminosae e Vochysiaceae (Frankie et al., 1983; Oliveira e Gibbs, 1994).

Registros sobre a polinização de espécies de *Byrsonima* por abelhas Centridini são comuns (e.g. Albuquerque e Rego, 1989; Rêgo e Albuquerque, 1989; Barros, 1992; Teixeira e Machado, 2000;

Benezar e Pessoni, 2006; Costa et al., 2006). Autocompatibilidade parece ser comum em espécies do gênero como, por exemplo, *B. coccolobifolia* (Barros, 1992; Benezar e Pessoni, 2006), *B. muricata* (Bawa, 1974), *B. crassa*, *B. guilleminiana*, *B. laxiflora*, *B. subterranea*, *B. umbellata* e *B. verbascifolia* (Barros, 1992). Entretanto, *B. sericea* é autoincompatível e em *B. microphylla* ocorre certo grau de compatibilidade (Costa et al., 2006). Autopolinização espontânea foi verificada em sete espécies simpátricas de *Byrsonima* em área de cerrado (Barros, 1992).

Informações fenológicas para espécies de *Byrsonima* geralmente estão inseridas em estudos de biologia reprodutiva, sendo mais freqüentes dados sobre floração que sobre frutificação ou eventos de fenologia vegetativa. Florescimento limitado e/ou restrito à estação seca foi registrado para diversas espécies simpátricas no Distrito Federal (Barros, 1992) e Maranhão (Albuquerque e Rêgo, 1989). *Byrsonima microphylla* e *B. gardnerana* florescem praticamente o ano todo, embora em *B. gardnerana* os indivíduos floresçam em anos alternados (Costa et al., 2006). *Byrsonima sericea* pode apresentar floração anual (Teixeira e Machado, 2000) ou supra-anual, com múltiplos ciclos irregulares ao longo do ano (Costa et al., 2006). *Byrsonima coccolobifolia* é relatada como espécie brevidecídua com sincronização da caducifolia seguida por brotação e reprodução sexuada (Benezar e Pessoni, 2006). Nesta espécie a floração é concentrada no início da estação chuvosa (Barros, 1992; Pott e Pott, 1994) ou pode apresentar episódios de florescimento na seca (Benezar e Pessoni, 2006).

Neste trabalho estudamos comparativamente a fenologia e a biologia reprodutiva de *Byrsonima intermedia* A. Juss e *B. pachyphylla* Griseb. em remanescente urbano de cerrado a fim de responder as seguintes questões: (i) estas espécies de Malpighiaceae são importantes na manutenção das abelhas coletoras de óleo na área de estudo? (ii) possuem a mesma estratégia fenológica? (iii) sobrepõem período de floração e frutificação? (iv) compartilham os mesmos visitantes florais e/ou polinizadores? (v) dependem do mesmo modo dos agentes polinizadores, considerando o sistema de compatibilidade?

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido de abril/2007 a janeiro/2009 em remanescente de cerrado pertencente a Reserva Particular de Patrimônio Natural da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (RPPN/UFMS) (20°27'S, 54°37'W), Campo Grande, MS. A área possui cerca de 36 ha e apresenta vegetação composta principalmente por cerrado e cerradão. O clima da região é do tipo Tropical Chuvoso de Savana (subtipo Aw cf. Köppen, 1948) com duas estações bem definidas, uma seca e fria (inverno), de maio a setembro, e outra chuvosa e quente (verão), de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1.532 mm, a umidade relativa é geralmente baixa, raramente atingindo 80% e as temperaturas médias anuais estão entre 20 e 22°C (Embrapa-CNPQC, 1985) (Fig. 1).

Espécies estudadas

Byrsonima intermedia é arbusto com indivíduos variando de 0,5-2,0m de altura e *B. pachyphylla* tem hábito arbóreo e atinge até 10 metros de altura. Ambas as espécies apresentam inflorescências terminais e racemosas, com flores hermafroditas, zigomorfas, pentâmeras e diplostêmones (Fig. 2A-B). As pétalas são unguiculadas, dialipétalas, alternas às sépalas e dispostas do seguinte modo: uma ocupa posição superior (pétala-posterior, quinta-pétala ou vexilo), duas ocupam posição lateral (latero-posteriores) e duas posição inferior (latero-anteriores) em relação ao eixo floral (Fig. 2B). Todas as sépalas possuem externamente um par de glândulas produtoras de óleo (elaióforos) (Fig. 2C). O gineceu possui ovário súpero, tricarpelar, com um óvulo por lóculo e três estiletos livres e afastados entre si. Possuem fruto drupóide e globoso, de pirênio único dividido em três lóculos, com pericarpo alaranjado quando maduro (Souto e Oliveira, 2005) e disperso por aves (Oliveira, 2006; Vallilo et al., 2007). Material testemunho de *B. intermedia* (CGMS 21176) e *B. pachyphylla* (CGMS 21177) está depositado no Herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande (CGMS).

Fenologia

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente, durante dezessete meses, de setembro/2007 a janeiro/2009, em vinte indivíduos marcados de *B. intermedia* e dez de *B. pachyphylla*, sendo que em 2008, ocorreu crescimento anormal dos ramos das plantas de *B. pachyphylla* por problemas fitossanitários. Foram avaliadas as seguintes fenofases: brotamento (formação de brotos e/ou folhas novas até expansão total), queda foliar, floração (subdividida em botões e flores) e frutificação, subdividida em frutos imaturos (verdes) e maduros (amarelados). A quantificação das fenofases foi realizada a partir da metodologia proposta por Fournier (1974), que avalia individualmente as fenofases, utilizando a escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada categoria. Mensalmente foi feita a soma dos valores obtidos para todos os indivíduos da população estudada, dividindo-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). Este valor, que corresponde a uma proporção, é multiplicado por 100, para transformar-se em valor percentual. O comportamento fenológico das espécies foi classificado conforme Sarmiento e Monasterio (1983) e o padrão de floração e frutificação segundo Newstrom et al., (1994).

Morfologia e biologia floral

No campo foi quantificado o número de inflorescências por planta e de flores abertas diariamente por inflorescência (n=30). Registros sobre o comprimento da raque da inflorescência (n=30), morfometria das flores (n=30) (Tabela 1) e coloração das partes florais foram realizadas em campo e/ou no laboratório, a partir de flores frescas e/ou fixadas em álcool 70%. A presença de odor floral foi verificada para flores de primeiro dia (n=50) acondicionadas em placas de petri pequenas e colocadas em congelador por 1 a 2 minutos. Após foram retiradas, aquecidas entre as mãos, destampadas, sendo as flores imediatamente cheiradas (modificado de Silva, 1997). A viabilidade dos grãos de pólen foi determinada pela coloração com carmin acético (Dafni et al., 2005) a partir de 30 botões em pré-antese, fixados em FAA 70% e provenientes de dez indivíduos de *B. pachyphylla* e vinte de *B. intermedia*. Para cada flor foram quantificados 100 grãos de pólen/lâmina misturando-se os grãos de todas as anteras. A receptividade do estigma foi verificada

em campo e laboratório, através da observação do aspecto da superfície estigmática, utilizando lupa especial (“Lupenbrille”) e estereomicroscópio, respectivamente. A funcionalidade dos elaióforos foi verificada utilizando Sudan IV (n=35) e a produção de óleo nos elaióforos por flor foi quantificada conforme técnica descrita em Carvalho et al., (2005). A produção diária de óleo por planta foi calculada multiplicando-se a produção de óleo por flor pelo número médio de flores por planta (Tabela 1). Os eventos de biologia floral foram acompanhados em 50 flores marcadas, em cinco indivíduos por espécie, da pré-antese à murcha.

Sistema de reprodução

Os estudos sobre o sistema de reprodução foram conduzidos em 2007 (*B. intermedia*) e/ou 2008 (duas espécies). Para tanto, foram realizados experimentos de polinizações manuais (autopolinização e polinização cruzada) em flores previamente ensacadas e não emasculadas. Alguns botões foram mantidos intactos, sem tratamento após o ensacamento, para verificar a ocorrência de autopolinização espontânea. Flores não ensacadas foram marcadas a fim de avaliar o desenvolvimento de frutos em condições naturais (controle). A partir dos resultados obtidos foram calculados o índice de auto-incompatibilidade ($ISI = \% \text{ frutos formados por flores autopolinizadas manualmente} / \% \text{ frutos formados por polinização cruzada}$) e a eficácia reprodutiva ($ER = \% \text{ frutos formados em condições naturais} / \% \text{ frutos formados por polinização cruzada}$) (*sensu* Sobrevilla e Arroyo, 1982).

Visitantes florais

As observações dos visitantes florais foram realizadas entre 7:00h-17:00h, durante 30 dias não consecutivos, totalizando 172 horas de observação (88 horas para *B. intermedia* e 84 horas para *B. pachyphylla*) em 2007 e 2008. O comportamento dos animais visitantes às flores foi registrado por meio de observações visuais diretas, sendo complementadas com registros fotográficos. Foi registrado o horário, o número de turnos de visitação ou visitas (período em que as flores da planta

focal foram continuamente visitadas por dado visitante floral) (Fischer, 1992), a frequência de visita (=número de turnos/total de horas de observação), o tempo de permanência dos visitantes nas flores, a quantidade de flores visitadas/turno, o recurso procurado e/ou o modo de visitar as flores. Os visitantes florais foram coletados, etiquetados, montados e identificados pelo Dr. Sebastião Laroca (Universidade Federal do Paraná). A eficiência de polinização (EP), ou seja, a taxa de frutificação após uma visita (*sensu* Spears 1983) foi avaliada em 2008 para os três visitantes mais frequentes de cada espécie, ou seja, duas espécies de abelhas Centridini (*Centris varia*, *Epicharis flava*) e uma Meliponini (*Paratrigona lineata*).

Análise estatística

Teste *t* foi utilizado para verificar diferenças na morfologia das inflorescências e flores entre as duas espécies (Sokal & Rohlf, 1981).

Resultados

Fenologia

As plantas das duas espécies apresentaram folhas durante todo o período de estudo. Em *B. intermedia* ocorreu brotamento praticamente o ano todo (exceto setembro/07), com maior intensidade no final da estação seca e início da chuvosa (outubro/novembro) (Fig. 3A), enquanto em *B. pachyphylla*, a formação de brotos e/ou folhas novas ocorreu por doze meses, com pico no final da estação úmida e início da seca (março-abril) (Fig. 3B). Em *B. pachyphylla* não foi registrada queda foliar, sendo que em *B. intermedia* maior perda de folhas ocorreu na estação seca (Figs. 3A-B). *Byrsonima intermedia* floresceu praticamente o ano todo, exceto de maio a junho, com pico no final da estação seca e início da chuvosa (setembro-outubro) (Fig. 3C). A floração de *B. pachyphylla* durou cinco meses (abril-agosto) na estação seca (Fig. 3D), ocorrendo pequena sobreposição entre as espécies (Figs. 3C-D). Em *B. intermedia* os episódios de frutificação duraram

cerca de oito meses, ocorrendo principalmente na estação chuvosa, com pico em dezembro-janeiro (Fig. 3E). A frutificação de *B. pachyphylla* durou até seis meses e ocorreu especialmente na estação seca, com pico em setembro-outubro (Fig. 3F). Em 2008 a intensidade de frutificação de *B. pachyphylla* foi menor que a observada no ano anterior, quando não houve registro de frutos maduros (Fig. 3F).

Morfologia e biologia floral

As inflorescências das duas espécies ficam posicionadas fora da folhagem (Fig. 2A), sendo que nas plantas de *B. intermedia* há maior quantidade de inflorescências em relação às de *B. pachyphylla* (Tabela 1). Embora as inflorescências de *B. pachyphylla* apresentem maior comprimento não há diferença significativa na produção de flor/inflorescência entre as espécies (Tabela 1).

Byrsonima pachyphylla possui flores e elaióforos significativamente maiores que *B. intermedia* com produção de óleo por flor e por planta de 0,183 mg e 524,66 mg e 0,177 mg e 1068,99 mg, respectivamente (Tabela 1). Em ambas as espécies a corola é amarela e todos os elaióforos são funcionais, sendo verdes em *B. pachyphylla* e amarelos em *B. intermedia* (Figs. 2B-C). Nas duas espécies o vexilo apresentou limbo menor e unha mais espessa em relação à pétala latero-posterior. Em *B. pachyphylla* a unha do vexilo foi ligeiramente mais curta que a da pétala latero-posterior, diferindo de *B. intermedia* na qual a unha da quinta-pétala foi mais comprida (Tabela 1). As anteras são rimosas, introrsas e produzem pólen branco, pulverulento e com viabilidade ligeiramente maior em *B. pachyphylla* ($93,2\% \pm 2,1$) que *B. intermedia* ($91,7\% \pm 3,3$). Os estigmas são puntiformes, recobertos por fina cutícula, ficam ligeiramente curvados para o centro da flor e situados acima (*B. pachyphylla*), no mesmo nível e/ou abaixo das anteras (*B. intermedia*).

As flores são diurnas e duram aproximadamente dois dias. A maioria das flores abre por volta das 06:00h (78% em *B. pachyphylla*, 72% em *B. intermedia*), embora ocorram botões abrindo até aproximadamente às 15h00. Nas duas espécies, o processo de abertura da flor dura cerca de quarenta minutos e caracteriza-se pelo afastamento e posicionamento lento das pétalas, estames e estiletos/estigmas. No momento da abertura, os estigmas estão túrgidos e as anteras abertas e não há emissão de odor. Todos os elaióforos são funcionais desde a pré-antese, sendo que a produção do óleo persiste durante todo o período de vida da flor. Nas flores visitadas, após quatro a cinco horas,

praticamente não há mais pólen nas anteras e os estigmas apresentam a cutícula rompida e a região estigmática cheia de pólen. A cutícula dos elaióforos apresenta-se rompida. No final da tarde do primeiro dia os estigmas ainda estão úmidos, sendo que no dia seguinte as flores não emitem odor, as anteras e estigmas geralmente estão escurecidos e, por vezes, danificados. Em *B. pachyphylla*, as pétalas mudam de cor, tornando-se alaranjadas no segundo dia e avermelhadas no terceiro.

Sistema de reprodução

Em ambas as espécies não houve formação de frutos após autopolinização espontânea e após autopolinização manual em flores de *B. pachyphylla* e nos experimentos de *B. intermedia* realizados em 2007 (ISI= 0). Em 2008 pequeno percentual de flores de *B. intermedia* (17,1%) submetidas à autopolinização manual produziram frutos (ISI= 0,23). Para *B. intermedia* em 2007, o percentual de formação de frutos em condições naturais foi maior que após polinização cruzada (ER= 1,08), ocorrendo o inverso em 2008 (ER= 0,78) e com eficácia reprodutiva semelhante à de *B. pachyphylla* (ER= 0,73) (Tabela 2).

Visitantes florais

Quinze espécies de abelhas das famílias Apidae e Halictidae foram registradas visitando as flores de *B. intermedia* (13 spp.) e/ou *B. pachyphylla* (11 spp.), ocorrendo sobreposição de visitantes florais entre as duas espécies (oito espécies, 80% e 67%, respectivamente). Nas duas espécies, *Epicharis flava* (Fig. 2D) foi a espécie mais freqüente seguida por *Centris varia* (*B. intermedia*) ou *Paratrigona lineata* (*B. pachyphylla*) (Fig. 2E) (Tabela 3). As demais espécies visitaram esporadicamente as flores. As abelhas visitaram as flores das duas espécies durante todo o dia (07:00h – 17:00h), com pico de visitação entre 08:00h – 10:00h. *Epicharis flava* apresentou maior número de visitas que *Centris varia* e *Paratrigona lineata* em todas as classes de horários amostradas (Figs. 3A-B).

Todas as espécies coletaram pólen e somente *Centris varia*, *Epicharis flava* (Fig. 2D), *Paratetrapedia* sp. e *Tetrapedia imitatrix* coletaram óleo (Tabela 3). Ao coletar óleo, *C. varia* e *E. flava* aproximam-se das inflorescências, pousam sobre a flor e prendem-se ao vexilo com o auxílio da mandíbula, abraçando a flor. Neste momento, contatam anteras e estigmas com o ventre torácico e, com as pernas anteriores e medianas posicionadas entre as pétalas, raspam os elaióforos. Após alguns segundos abandonam a flor e, em vôo estacionário, transferem o óleo coletado para o terceiro par de pernas. Na seqüência, visitam outras flores da mesma planta ou voam para outros indivíduos próximos. Ao coletar pólen, estas abelhas pousam sobre as flores, vibram o corpo e coletam o pólen por vibração (cf. Sazima e Sazima, 1989) esticando as pernas para trás (Fig. 2D). Após a coleta, as abelhas limpam o corpo com auxílio das pernas anteriores e medianas e transferem o pólen aderido ao corpo para as pernas posteriores. As espécies de Halictidae, *Bombus* sp., *Xanthopedia larocai* e *Xylocopa ordinaria* também coletam pólen por vibração.

Apis mellifera, *Paratetrapedia* sp., *Paratrigona lineata*, *Tetrapedia imitatrix* e *Trigona spinipes* coletam pólen do seguinte modo: pousam sobre anteras e/ou estigmas da flor, agarram-se a um filete ou estilete, com auxílio das mandíbulas, e introduzem a cabeça entre estames e/ou estiletos (Fig. 2E). Após, com as pernas anteriores, coletam o pólen, que é transferido para as pernas posteriores com o auxílio das pernas medianas. Durante a coleta podem contatar anteras e estigmas com as pernas e porção ventral do corpo. Após 1-2 minutos, abandonam a flor, voam para outras flores próximas ou caminham até outra flor da mesma inflorescência (*Apis mellifera*).

Paratetrapedia sp. e *Tetrapedia imitatrix* coletam óleo em botões e flores. Nas flores, pousam diretamente sobre uma pétala ou sépala; no primeiro caso caminham até sépala próxima, dirigem-se aos elaióforos e prendem-se ao pedicelo com as mandíbulas, de modo que, geralmente, ficam de cabeça para baixo. Posteriormente, raspam as glândulas com o primeiro par de pernas, coletando e transferindo o óleo para as escopas das pernas posteriores, sem sair do botão ou flor. Após coletar óleo em diversos elaióforos, caminham para outro botão ou flor da mesma inflorescência ou voam para outra inflorescência, onde retomam a coleta de óleo.

Em flores de *B. intermedia* a eficiência de polinização de *Epicharis flava* foi maior (61,9%) que a de *Paratrigona lineata* (41,8%) e *Centris varia* (16%). Em *B. pachyphylla*, a eficiência de polinização destas três espécies foi baixa, sendo ligeiramente maior para *E. flava* (6,7%), que para *C. varia*. (3,6%) e *P. lineata* (3,3%) (Tabela 2).

Discussão

Fenologia

As espécies estudadas são perenes, com crescimento contínuo e assimilação de carbono o ano inteiro, pois ocorre brotamento durante todo o ano (brotação continuada) (Sarmiento e Monasterio, 1983). O pico de produção de folhas novas coincide total (*B. intermedia*) ou parcialmente (*B. pachyphylla*) com o pico de floração. Este comportamento fenológico é vantajoso, pois garante produção de recursos fotossintéticos o ano todo, mas principalmente na primeira etapa do processo reprodutivo (Oliveira, 1998).

O padrão de floração das duas espécies é anual, intermediário (um a cinco meses) (*B. pachyphylla*) ou estendido (> cinco meses) (*B. intermedia*) (Newstrom et al., 1994). *Byrsonima pachyphylla* e *B. intermedia* florescem sequencialmente na estação seca (floração tardia) e úmida (floração precoce) (cf. Monasterio e Sarmiento, 1983), respectivamente, com pequena sobreposição no período de floração (agosto). A floração extensa, sequencial e assincrônica das espécies garante oferta de óleo durante o ano todo para as abelhas coletoras de deste recurso na área de estudo, bem como reduz fluxo gênico entre as *Byrsonima* spp. Floração sequencial é comum em comunidades constituídas por diversas espécies de Malpighiaceae (e.g. Gottsberger, 1986, Barros, 1992, Sigrist, 2001), sendo imprescindível na manutenção e sobrevivência das abelhas coletoras de óleo, que dependem do óleo floral destas espécies para completar o ciclo de vida (Neff e Simpson, 1981; Buchmann, 1987; Vinson et al., 1997). Assincronia ou divergência no período de floração entre espécies geralmente ocorrem para evitar transferência interespecífica de pólen e hibridização

(Rathcke e Lacey, 1985). Entretanto, a sobreposição na floração pode, num dado momento, aumentar a oferta deste recurso para os polinizadores, favorecendo sua sobrevivência, além de manter estáveis os serviços de polinização das espécies envolvidas. Segundo Brody (1997), as espécies podem competir por polinizadores dentro da mesma área ou podem facilitar a polinização umas das outras (“facilitação”). “Facilitação” ocorre quando as primeiras espécies a florescer possuem polinizadores que visitam também as espécies que florescem posteriormente (“mutualismo sequencial” cf. Waser e Real *apud* Brody, 1997) ou quando as espécies florescem sincronicamente, atraindo proporcionalmente maior número de polinizadores do que poderiam atrair caso florescessem sozinhas. Nas malpigiáceas estudadas os resultados obtidos fornecem indícios da possibilidade de ocorrência de facilitação/mutualismo sequencial uma vez que as espécies estudadas compartilham os principais polinizadores (*Epicharis flava*, *Centris varia*) e possuam flores visualmente semelhantes, embora diferentes no tamanho.

Ambas as espécies possuem padrão de frutificação estendido (frutificam por mais de cinco meses) (Newstrom et al., 1994) e juntas disponibilizam recursos para a fauna frugívora da área de estudo por pelo menos onze meses. *Byrsonima pachyphylla* e *B. intermedia* divergem quanto ao principal período de frutificação (seca e úmida, respectivamente), porém sobrepõem em quatro meses o período de frutificação (final da seca e início da chuvosa) e amadurecem os frutos na estação chuvosa. Espécies lenhosas de cerrado tendem a sincronizar a dispersão com o início da estação chuvosa, a fim de maximizar o período estabelecimento das plântulas, sendo que aquelas disseminadas na chuvosa tendem a apresentar dormência (Oliveira, 1998). Essa associação entre dormência e dispersão durante as chuvas seria uma forma de ajustar a germinação dessas espécies com a estação chuvosa seguinte, maximizando o período de estabelecimento das plântulas. Oliveira (1998) fazendo compilação de dados disponíveis sobre germinação de espécies de Cerrado relaciona zoocoria, dispersão na estação chuvosa e dormência. Esta estratégia pode estar sendo adotada pelas espécies estudadas, uma vez que dormência mecânica e/ou fisiológica é registrada em

espécies de *Byrsonima* (e.g. *B. crassifolia*, *B. sericea*) (Zamith e Scarano, 2004; Carvalho e Nascimento, 2008).

A morfologia floral das espécies estudadas é semelhante à observada nas espécies neotropicais de Malpighiaceae e de *Byrsonima* classificadas como “flores de óleo”, cujo principal atributo é o fornecimento de óleo para os polinizadores (Vogel, 1974). A uniformidade na organização floral entre os membros neotropicais da família está relacionada a este especializado sistema de recompensa floral e a baixa diversidade de polinizadores das Malpighiaceae no Novo Mundo (Anderson, 1979; 1990). Entretanto, entre as espécies ocorre certa variação na dimensão das flores, na forma, tamanho, disposição e coloração das partes florais (ver Anderson, 1979; 1990; Gates, 1982, Anderson, 1997; Sigrist e Sazima, 2004), conforme também registrado neste estudo.

Em *B. intermedia*, *B. pachyphylla* e na maioria das espécies do Novo Mundo (Anderson, 1979, 1990; Vogel, 1990) a disposição e o arranjo das pétalas na flor, a dialipetalia e a ocorrência de unhas nas pétalas são importantes características, pois determinam certo espaço entre cada pétala, que é utilizado pelas abelhas polinizadoras para encaixar as pernas e acessar os elaióforos de modo adequado para coletar o óleo (Vogel, 1990; Sigrist & Sazima, 2004).

A diferenciação no tamanho e forma do vexilo em relação às demais pétalas, especialmente com relação à espessura da unha, é verificada em todas as espécies estudadas e compartilhada por grande número de espécies da família (Anderson, 1979, 1990; Vogel, 1990; Sigrist e Sazima, 2004; Costa et al., 2006). Esta característica confere ao vexilo a função de suporte para o polinizador, uma vez que a unha espessa e reforçada desta pétala confere segurança para a abelha se agarrar com as mandíbulas durante a coleta de óleo (Anderson, 1979; Gottsberger, 1986; Sigrist e Sazima, 2004).

Nas espécies estudadas a produção de óleo por flor foi maior que a registrada por Carvalho et al., (2005) em morfos de *Stigmaphyllon paralias* com dez elaióforos (0,119 mg). Embora *B. pachyphylla* apresente maiores elaióforos e maior produção de óleo/flor, as plantas de *B. intermedia* produzem maior quantidade de óleo, pois apresentam maior número de inflorescências por planta ($235 \pm 32,5$) que *B. pachyphylla* ($122 \pm 38,5$).

A duração das flores das espécies de *Byrsonima* estudadas foi semelhante (Barros, 1992; Teixeira e Machado; Benezar e Pessoni, 2006; Costa et al., 2006), que a registrada em outras espécies do gênero. Alterações das cores da corola também são comuns e podem sinalizar aos visitantes florais o fim da antese e, apesar destas flores geralmente não serem mais visitadas, sua permanência na planta pode contribuir na atratividade da inflorescência e da planta como um todo (Vogel, 1983). Nas espécies estudadas parece ocorrer o padrão de alteração floral do tipo senescência simples (cf. Gori, 1983) no qual as mudanças florais ocorrem sincronicamente em todas as flores, após o final da “vida” da flor. Para as malpigiáceas neotropicais, Anderson (1979) menciona mudança de cores na corola à medida que a flor envelhece. Neste estudo, na maioria das vezes, os polinizadores conseguem reconhecer as mudanças ocorridas na flor, não visitando as flores velhas. Gori (1983) considera que este comportamento do polinizador resulta, por um lado, no aumento da eficiência forrageira ao deixar de visitar flores sem recompensa e, por outro, garante a polinização das flores novas, pelo aumento no número de visitas.

Sistema de reprodução

Nas espécies estudadas, vários mecanismos intraflorais parecem estar restringindo a autopolinização espontânea, como por exemplo, a posição dos estigmas situados acima das anteras e/ou orientados para o centro da flor e a presença de cutícula estigmática que impede a adesão do grão de pólen ao estigma (Sigrist e Sazima, 2004). *Byrsonima pachyphylla* e *B. intermedia* são autoincompatíveis (SI), porém *B. intermedia* apresenta certo grau de compatibilidade pela ocorrência, em 2008, de pequeno percentual frutificação após autopolinização manual. Certo grau de autocompatibilidade parcial também foi registrada em *B. microphylla* por Costa et al., (2006). Em *B. intermedia* o menor percentual de frutificação em condições naturais registrado em 2008 em relação a 2007, sugere que os serviços de polinização em 2008 foram menos eficientes que no ano anterior.

Polinizadores e visitantes florais

Epicharis flava e *Centris varia* são os principais polinizadores das malpiguiáceas estudadas pois apresentam comportamento intrafloral apropriado para garantir a polinização das flores e/ou maior frequência de visita. Durante as visitas, estas abelhas posicionam-se sobre a flor de modo a contatarem estigmas e anteras com a porção ventral do tórax e/ou abdômen (esternotribia). O contato com os elementos reprodutivos ocorre tanto nas visitas para coleta de óleo quanto nas de pólen. Representantes de *Epicharis* e, especialmente *Centris*, são freqüentemente caracterizados como polinizadores das Malpighiaceae neotropicais, tanto em estudos de uma só espécie (e.g., Rêgo e Albuquerque, 1989; Teixeira e Machado, 2000; Carvalho et al., 2005; Benezar e Pessoni, 2006), como com pares de espécies (Sazima e Sazima, 1989; Simpson, 1989) ou em comunidades formadas por vários membros desta família (Gottsberger, 1986; Barros, 1992; Sigrist e Sazima, 2004; Costa et al., 2006). As abelhas da tribo Centridini são os principais polinizadores das Malpighiaceae do Novo Mundo e parecem ter co-evoluído com este grupo de plantas, sendo duvidoso o papel das Tapinotaspidini e Tetrapedini na evolução das malpiguiáceas americanas (Vogel, 1990).

O pequeno tamanho das flores das malpiguiáceas estudadas não foi impedimento para que as abelhas de grande porte (20-25 mm de comprimento) (*sensu* Frankie et al., 1983) visitassem as flores destas espécies. Contribui favoravelmente para isto a morfologia das inflorescências congestas, as abelhas grandes, a disposição e a elevada quantidade de botões/flores por inflorescência que fornecem plataforma de pouso e suporte adicional aos visitantes de maior tamanho, bem como a ocorrência de pedicelo aparentemente flexível, que permite que a flor seja deslocada para baixo quando estas abelhas, que são mais pesadas, pousam sobre a flor.

Paratrigona lineata é também considerada polinizador das espécies em função da elevada frequência de visita e da frutificação obtida nos experimento de eficácia reprodutiva. Entretanto, esta espécie busca as flores para coletar pólen, comportamento que pode ser desfavorável uma vez que parte do pólen fica armazenado nas pernas traseira, indisponível para a polinização

(Westerkamp, 1998). As demais espécies de abelhas são consideradas pilhadoras quando coletam óleo, pois não contatam anteras/estigmas durante a visita e, quando coletam pólen (se contatam anteras/estigmas) são consideradas polinizadores eventuais.

Considerando que todas as abelhas registradas coletaram pólen, as flores de *B. intermedia* e *B. pachyphylla* também podem ser consideradas “flores de pólen”. O pólen, diferente do óleo, não é produzido continuamente e, nestas malpiguiáceas, está totalmente exposto, podendo ser facilmente retirado por qualquer visitante, passivamente ou ativamente, por escovação, vibração ou catação (cf. Vogel, 1978). Em duas espécies de *Byrsonima*, Gaglianone (2000) registra que fêmeas de *Epicharis* coletaram exclusivamente pólen até às 1000h, embora em outros períodos da manhã e em outras espécies tenham misturado, durante o forrageio, coleta de pólen com coleta de óleo.

Coleta de pólen por vibração é fato comumente registrado em flores de malpiguiáceas neotropicais (Sazima e Sazima, 1989; Barros, 1992; Teixeira e Machado, 2000; Sigrist e Sazima 2004; Benezar e Pessoni, 2006; Costa et al., 2006) e, de certo modo, pode ser vantajosa para a polinização das malpiguiáceas, pois geralmente é bastante rápida (1-1,5seg.), de modo que as abelhas realizam grande quantidade de visitas, dentro de um determinado período de tempo. Por outro lado, este modo de coleta acelera a taxa de remoção do pólen das anteras, além de, após a vibração, a abelha geralmente realizar a limpeza do corpo, sendo que boa parte do pólen coletado é armazenado em suas densas escopas e, portanto, torna-se indisponível para a polinização. Assim, visitas para coleta de óleo parecem ser mais vantajosas para a polinização das malpiguiáceas estudadas que as visitas para coleta ativa de pólen, pois no primeiro caso a limpeza do corpo é feita após estas abelhas visitarem diversas flores. Além disso, em visitas para coleta de óleo, o pólen é removido gradualmente da flor e em pequenas quantidades, por aderência ao corpo da abelha, aumentando as chances de mais pólen ser utilizado na polinização.

Maior atividade pela manhã por parte dos visitantes florais provavelmente está relacionada com a maior quantidade de recurso disponível (pólen e óleo) nas flores recém abertas neste período do dia, além das “sobras” do óleo nos elaióforos das flores de segundo dia. Em flores de *B. adenopoda*

e *S. lalandianum* Gaglianone (2000) registrou visitas de abelhas *Epicharis* entre 0600-1300h e, esporadicamente, após este horário. Em *Byrsonima crassifolia* Albuquerque e Rêgo (1989) observaram que as abelhas visitaram as flores preferencialmente de manhã, sendo as espécies de *Centris* mais ativas entre 0800-1000h, apresentando pouquíssima atividade no período da tarde.

As espécies de *Byrsonima* florescem sequencialmente, com ligeira sobreposição no período de floração, e juntas garantem oferta de óleo e pólen o ano todos para as abelhas da área de estudo. Compartilham os mesmos polinizadores, ocorrendo elevada sobreposição quanto aos visitantes florais. Por ser autoincompatível *B. pachyphylla* é aparentemente mais dependente de agentes polinizadores que *B. intemedia*, que possui certo grau de compatibilidade.

Agradecimentos – Dr. Sebastião Laroca (UFPR) pela identificação das abelhas; CAPES/FUNDECT pela bolsa concedida à primeira autora; Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal da UFMS pelo auxílio financeiro; Arly P. De Oliveira, Elio de Oliveira Rocha Junior, Jennifer E. Maier, Marcelo L. Bueno, Paulo Eduardo Dall'Acqua e Wesley S. Covre, pelo auxílio no trabalho de campo. Dra. Maria Candida Henrique Mamede, Dr. Arnildo Pott e Msc Vali Joana Pott pela identificação das espécies de *Byrsonima*. Msc. Rogério Rodrigues Faria pelo auxílio nos tratamentos estatísticos. A Embrapa Gado de Corte pelo fornecimento dos dados climáticos.

Referências

- Albuquerque, P.M.C., Rêgo, M.M.C., 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia* Malpighiaceae). Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. 5, 63-178.
- Anderson, C., 1997. Monograph of Stigmaphyllon (Malpighiaceae). Syst. Bot. 51, 1-313.
- Anderson, W.R., 1990. The origin of the Malpighiaceae – the evidence from morphology. Mem. New York Bot. Gard. 64, 219-224.
- Anderson, W.R., 1979. Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. Biotropica. 11, 219-223.

- Barros, M.A.G., 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). Rev. Bras. Biol. 52, 343-353.
- Bawa, K.S., 1974. Breeding systems of tree species of a lowland community. Evolution. 28, 85-92.
- Benezar, R.M.C., Pessoni, L.A., 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. Acta Amazonica. 36, 159-168.
- Brody, A.K., 1997. Effects of pollinators, herbivores, and seed predators on flowering phenology. Ecology. 78, 1624-1631.
- Buchmann, S.L., 1987. The ecology of oil flowers and their bees. Annual Review of Ecology and Systematics. 18, 343-369.
- Carvalho, J.E.U., Nascimento, W.M.O., 2008. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. Rev. Bras. Frutic. 30, 775-781.
- Carvalho, P. D., Borba, E. L., Lucchese, A. M., 2005. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). Acta Botânica Brasilica. 19, 209-214.
- Cavalcante, P.B., 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. 190-191.
- Costa, C.B.N., Costa, J.A.S., Ramalho, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. Rev. Bras. Bot. 29, 103-114.
- Cronquist, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University.
- Dafni, A., Kevan, P.G., Husband, B., 2005. Practical pollination biology. Enviroquest Ltd., Ontario.
- EMBRAPA – CNPQC., 1985. Boletim Agrometeorológico. Campo Grande, MS.
- Fischer, E.A., 1992. Foraging of nectarivorous bats on *Bauhinia unguolata*. Biotropica. 24, 579-582.
- Fournier, L.A., 1974. Un método cuantitativo para lá medición de características fenológicas en árboles. Turrialba. 24, 422-423.
- Frankie, G.W., Rizzardi, M., Vinson, S.B., Griswold, T.L., Ronchi, P., 2005. Changing bee composition and frequency on a flowering legume, *Andira inermis* (Wright) Kunth ex DC.

- During el niño and la niña years (1997-1999) in northwestern Costa Rica. *Journal of the Kansas entomological society*. 78, 100-107.
- Frankie, G.W., Vinson, S.B., Williams, H., 1989. Ecological and evolutionary sorting of 12 sympatric species of *Centris* bees in Costa Rican dry forest. In: Bock, J.H., Linhart, J.B. (Eds.), *The evolutionary ecology of plants*. Westview Press, Boulder, pp. 536-549.
- Frankie, G.W., Haber, W.A., Opler, P.A., Bawa, K.S., 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones, C.E., Little, R.J. (Eds.), *Handbook of pollination biology*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, pp. 411-447.
- Gates, B., 1982. *Banisteriopsis*, *Diplopterys* (Malpighiaceae). *Flora Neotropica*, Monographs. 30, 1-237.
- Gaglianone, M.C., 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. *Anais IV Encontro Abelhas*, Ribeirão Preto, USP.
- Gori, D.F., 1983. Post-pollination phenomena and adaptative floral changes. In: Jones, C.E., Little, R.J. (Eds.), *Handbook of pollination biology*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, pp. 31-49.
- Gottsberger, G., 1986. Some pollination strategies in neotropical savannas and forests. *Plant Syst. Evol.* 152, 29-45.
- Köppen, W., 1948. *Climatologia*. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires.
- Mack, A.L., Wright, D.D., 2005. The frugivore community and the fruiting plant flora in a new fruiting plant flora in a new guinea rainforest: identifying keystone frugivores. In: Dew, J.L., Boubli, J.P. (Eds.), *Tropical fruits and frugivores: the search for strong interactors*. Printed in the Netherlands, pp. 185-203.
- Miranda, I.S., Absy, L.M., 1997. Flora fanerogâmica das savanas de Roraima. In: Barbosa, R.J., Ferreira, E.J.G., Castelón, E.G. (Eds.) *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. INPA, AM, pp. 445-455.

- Neff, J.L., Simpson, B.B., 1981. Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. *Jour. Kansas Ent. Soc.* 54, 95-123.
- Neri, A.V., Neto, J.A.A.M., SILVA, A.F., MARTINS, S.V., JUNIOR, A.W.S., 2007. Composição florística de uma área de Cerrado sensu stricto no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (MG) e análise de similaridade florística de algumas áreas de Cerrado em Minas Gerais. *Rev. Árvore.* 31, 1109-1119.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W., Baker, H.G., 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica.* 26, 141-159.
- Oliveira, F. F., 2006. Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, DF.
- Oliveira, P.E., 1998. Fenologia e biologia reprodutiva de espécies de cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA, DF, pp. 169-192.
- Oliveira, P.E., Gibbs, P.E., 1994. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in central Brazil. *Jour. Trop. Ecol.* 10, 509-522.
- Pott, A., Pott, V. J., 1994. *Plantas do Pantanal*. EMBRAPA, MS, pp. 187-193.
- Rathcke, B., Lacey, E.P., 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 16, 179-214.
- Rêgo, M.M.C., Albuquerque, P.M.C., 1989. Comportamento de abelhas visitantes do murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. Malpighiaceae. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Série Zoológica.* 5, 179-193.
- Sarmiento, G., Monasterio, M., 1983. Life forms and phenology. In: Bouliere, F. (Ed.), *Ecosystems of the world: tropical savannas*. Elsevier Science, Amsterdam, pp.79-108.
- Sazima, M., Sazima, I., 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Bot. Acta.* 102, 106-111.

- Sigrist, M.R., Sazima, M., 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. *Ann Bot.* 94, 33-41.
- Sigrist, M.R., 2001. Biologia reprodutiva de doze espécies simpátricas de Malpighiaceae em mata semidecídua do sudeste brasileiro. Tese de doutorado (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Silva, A.G., 1997. Fragrâncias e néctar florais na determinação de padrões de horários de visitaç o  s flores de cinco esp cies vegetais. Tese de Doutorado (Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, SP.
- Simberloff, D., 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management pass  in the landscape era? *Biological conservation.* 83, 247-257.
- Simpson, B.B., 1989. Pollination biology and taxonomy of *Dinemandra* and *Dinemagonum* (Malpighiaceae). *Syst. Bot.* 14, 408-426.
- Sobrevila, C., Arroyo, M.T.K., 1982. Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. *Plant Syst. Evol.* 140, 19-37.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J. 1981. *Biometry.* W. H. Freeman, New York.
- Souto, L.S., Oliveira, D.M.T., 2005. Morfoanatomia e ontog nesi do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Bot.* 28, 697-712.
- Spears, E.E., 1983. A direct measure of pollinator effectiveness. *Oecologia.* 57, 196-199.
- Teixeira, L.A.G., Machado, I.C., 2000. Sistema de poliniza o e reprodu o de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Bot. Bras.* 14, 347-357.
- Vallilo, M.I., Pastore, J.A., Eston, M.R., Garbelotti, M.L., Oliveira, E., 2007. Caracteriza o qu mica e valor nutricional de frutos de *Byrsonima myricifolia* Griseb (Malpighiaceae) – alimento de aves silvestres. *Rev. Inst. Flor.* 19, 39-45.

- Vinson, S.B., Williams, H.J., Frankie, G.W., Shrum, G., 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica*. 29, 76-83.
- Vogel, S., 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Mem. New York Bot. Gard.* 55, 130-142.
- Vogel, S., 1983. Ecophysiology of zoophilic pollination. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (Eds.), *Physiological plant ecology III*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 560-623.
- Vogel, S., 1978. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In: Richards, A.J. (Ed.), *The pollination of flower by insects*. Linnean Society Symposium Series. Academic Press, London, 6, 89-96.
- Vogel, S., 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Akad. Wiss. u. Lit., math.-nat. Kl., Tropische und subtropische Pflanzenwelt*. 7, 285-547.
- Zamith, L.R., Scarano, F.R., 2004. Produção de mudas de espécies das Restinga do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta bot. bras.* 18, 161-176.
- Westerkamp, C., 1998. Bee flowers with adaptations against bees: the keel blossoms. *Anais do 3º Encontro sobre abelhas*. Ribeirão Preto, 92-100.

Legendas das figuras

Fig. 1. Precipitação (barras) e temperatura (linha) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, no período de setembro/2007 a janeiro/2009. Fonte: Estação Meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Campo Grande, MS.

Fig. 2A-E. Inflorescência de *B. pachyphylla* (A). Flor de *B. intermedia* (B), mostrando a disposição dos verticilos florais, a pétala posterior (seta) ocupa posição superior em relação aos órgãos sexuais (Foto: Wesley Covre), sendo importante na polinização. Elaióforos (seta) de *Byrsonima intermedia* (C). (Foto: Wesley Covre). *Epicharis flava* (D) coletando pólen em flores de *B. intermedia*. (Foto: Jennifer E. Maier). *Paratrigona lineata* (E) coletando pólen. Barra (escala) = 1,00 cm.

Fig. 3. Fenologia vegetativa (A-B) e reprodutiva (C-F) de *Byrsonima intermedia* (A-C-E) e *B. pachyphylla* (B-D-F), de setembro/2007 a janeiro/2009 em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Fig. 4. Frequência de visitas em flores de *Byrsonima intermedia* (A) e *B. pachyphylla* (B) para todos os visitantes florais (barra preta), bem como para as abelhas *Epicharis flava* (barra hachurada), *Centris* sp. (barra vazia) e *Paratrigona lineata* (barra cinza) em dez classes de horários, em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Tabela 1. Quantidade e/ou dimensão (média \pm desvio padrão) de inflorescências, flores, elaióforos e pétalas de *Byrsonima intermedia* e *B. pachyphylla* em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. s = significativo, n.s. = não significativo

ESTRUTURAS REPRODUTIVAS		<i>Byrsonima intermedia</i> x \pm dp	<i>Byrsonima pachyphylla</i> x \pm dp	Teste t
INFLORESCÊNCIA				
Número de inflorescência por planta		235,0 \pm 32,5	122,0 \pm 38,5	-
Número de flores por inflorescência/dia		25,7 \pm 4,7	23,5 \pm 5,8	n.s. ($P < 0,115$)
Comprimento da raque (mm)		59,7 \pm 10,4	81,7 \pm 21,4	s ($P < 0,0001$)
FLOR				
Comprimento do pedicelo (mm)		5,7 \pm 1,1	8,8 \pm 1,2	s ($P < 0,0001$)
Diâmetro (mm)		10,8 \pm 1,8	13,7 \pm 1,4	s ($P < 0,0001$)
Elaióforo				
Comprimento (mm)		2,5 \pm 0,3	3,0 \pm 0,4	s ($P < 0,0001$)
Largura (mm)		1,4 \pm 0,2	1,7 \pm 0,4	s ($P < 0,0001$)
Produção de óleo por flor (mg)		0,177	0,183	-
Pétala - Unha				
comprimento (mm)	vexilo	2,7 \pm 0,4	3,0 \pm 0,4	s ($P < 0,0005$)
	latero-posterior	2,1 \pm 0,4	3,2 \pm 0,5	s ($P < 0,0001$)
largura (mm)	vexilo	1,0 \pm 0,2	0,8 \pm 0,2	s ($P < 0,0017$)
	latero-posterior	0,7 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1	s ($P < 0,0001$)
- Limbo				
comprimento (mm)	vexilo	2,5 \pm 0,4	3,7 \pm 0,4	s ($P < 0,0001$)
	latero-posterior	2,8 \pm 0,6	4,7 \pm 0,5	s ($P < 0,0001$)
largura (mm)	vexilo	3,2 \pm 0,5	4,9 \pm 0,6	s ($P < 0,0001$)
	latero-posterior	3,4 \pm 0,4	5,2 \pm 0,5	s ($P < 0,0001$)

Tabela 2. Resultados dos experimentos para testar o sistema de reprodução de *Byrsonima intermedia* e *B. pachyphylla* e a eficiência de polinização (taxa de frutificação após uma visita) das abelhas *Centris varia*, *Epicharis flava* e *Paratrigona lineata*, em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. (n° - número).

TRATAMENTO	<i>Byrsonima intermedia</i>		<i>Byrsonima pachyphylla</i>
	2007	2008	2008
	% (n° flores/n° frutos)	% (n° flores/n° frutos)	% (n° flores/n° frutos)
Autopolinização espontânea	0 (0/35)	0 (0/35)	0 (0/22)
Autopolinização manual	0 (0/35)	17,1 (6/35)	0 (0/25)
Polinização cruzada	74,3 (26/35)	71,8 (28/39)	60 (15/25)
Condições naturais	80 (28/35)	56,7 (21/37)	44 (11/25)
ISI	0	0,23	0
ER	1,08	0,78	0,73
Eficiência de polinização			
<i>Centris varia</i>		16 (4/25)	3,6 (1/28)
<i>Epicharis (Epicharis) flava</i>		61,9 (26/42)	6,7 (2/30)
<i>Paratrigona lineata</i>		41,8 (18/43)	3,3 (1/30)

Tabela 3. Comprimento total aproximado do corpo (CTA); frequência de visita (h^{-1}) (número de visitas/total de horas de observação) e recurso floral coletado por abelhas em flores de *Byrsonima intermedia* e *B. pachyphylla* em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. dp = desvio padrão.

VISITANTES (N)	CTA (mm) (média ± dp)	<i>Byrsonima intermedia</i>		<i>Byrsonima pachyphylla</i>	
		Frequência de visita	Recurso floral	Frequência de visita	Recurso floral
APIDAE					
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	11,12 ± 0,42	0,05	Pólen	0,01	Pólen
<i>Bombus</i> sp.	-	-	-	0,01	Pólen
<i>Centris varia</i> (Erichson, 1848)	14,10 ± 0,15	1,38	Pólen e óleo	0,75	Pólen e óleo
<i>Epicharis (Epicharis) flava</i> Friese, 1900	21,0 ± 1,64	2,02	Pólen e óleo	1,69	Pólen e óleo
<i>Paratetrapedia</i> sp.	8,24 ± 0,27	0,26	Pólen e óleo	0,13	Pólen e óleo
<i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)	4,68 ± 0,53	0,81	Pólen	0,92	Pólen
<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille	3,59 ± 0,26	0,17	Pólen	0,15	Pólen
<i>Tetrapedia imitatrix</i> Moure	7,78 ± 0,23	0,16	Pólen e óleo	0,17	Pólen e óleo
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	6,16 ± 0,32	0,42	Pólen	0,1	Pólen
<i>Xanthopedia larocai</i> (Moure, 1995)	8,48 ± 0,96	0,1	Pólen	-	-
<i>Xylocopa ordinaria</i> Smith, 1874	22,09	0,05	Pólen	0,02	Pólen
HALICTIDAE					
<i>Augochloropsis</i> sp.	9,10 ± 0,29	0,1	Pólen	-	-
Halictidae sp. 1	6,8	0,01	Pólen	-	-
Halictidae sp. 2	6,25	0,01	Pólen	-	-
Halictidae sp. 3	6,6	-	-	0,01	Pólen

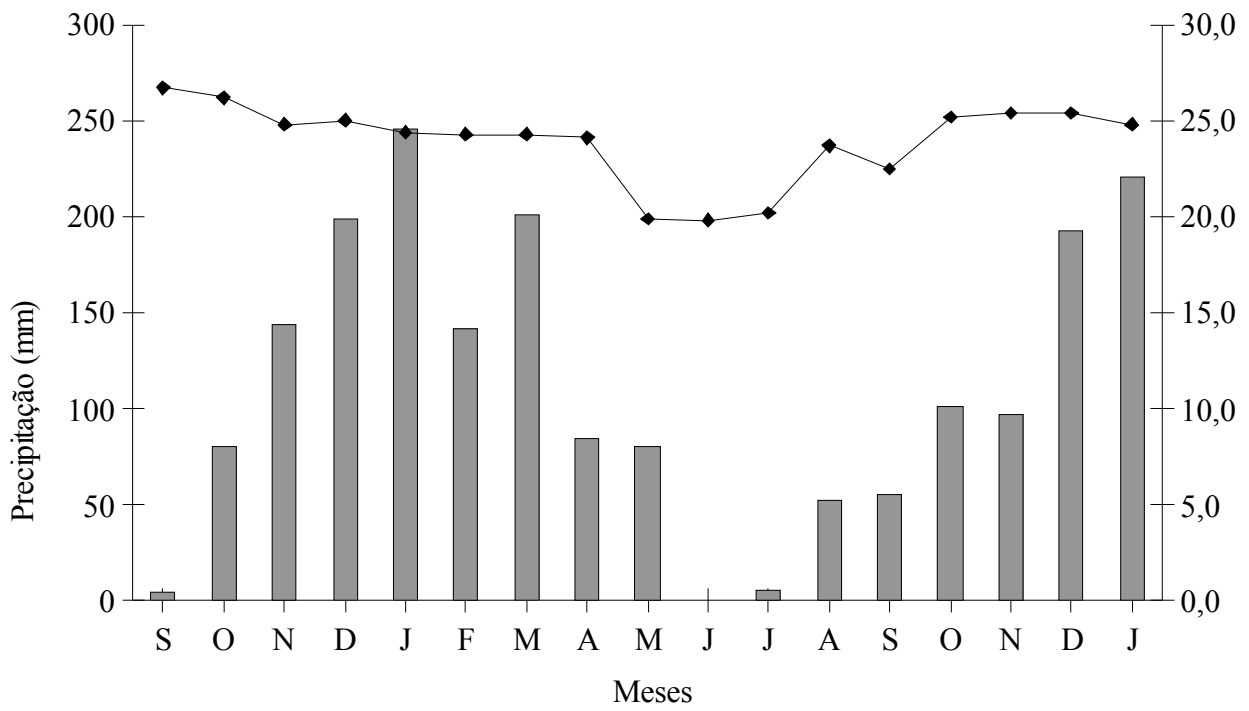


Fig. 1. Precipitação (barras) e temperatura (linha) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, no período de setembro/2007 a janeiro/2009. Fonte: Estação Meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Campo Grande, MS.



Fig. 2A-E. Inflorescência de *B. pachyphylla* (A). Flor de *B. intermedia* (B), mostrando a disposição dos verticilos florais, a pétala posterior (seta) ocupa posição superior em relação aos órgãos sexuais (Foto: Wesley Covre), sendo importante na polinização. Elaióforos (seta) de *Byrsonima intermedia* (C) (Foto: Wesley Covre). *Epicharis flava* (D) coletando pólen em flores de *B. intermedia*. (Foto: Jennifer E. Maier). *Paratrigona lineata* (E) coletando pólen. Barra (escala) = 1,00 cm.

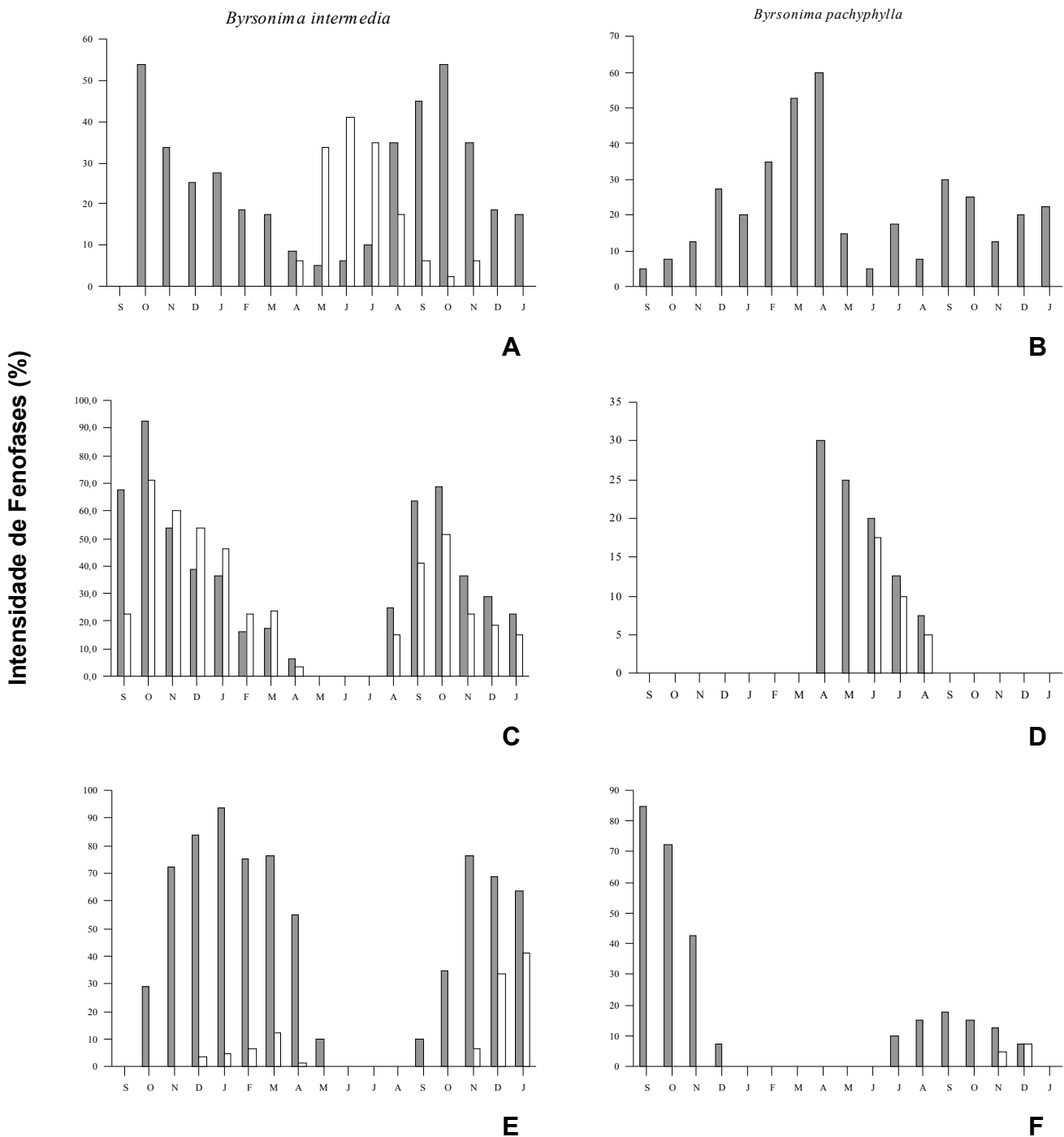


Fig. 3. Fenologia vegetativa (A-B) e reprodutiva (C-F) de *Byrsonima intermedia* (A-C-E) e *B. pachyphylla* (B-D-F), de setembro/2007 a janeiro/2009 em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Barras de cor cinza indicam intensidade de brotamento (A-B), produção de botões (C-D) e frutos imaturos (E-F). Barras vazias indicam queda foliar (A-B), produção de flores (C-D) e frutos maduros (E-F).

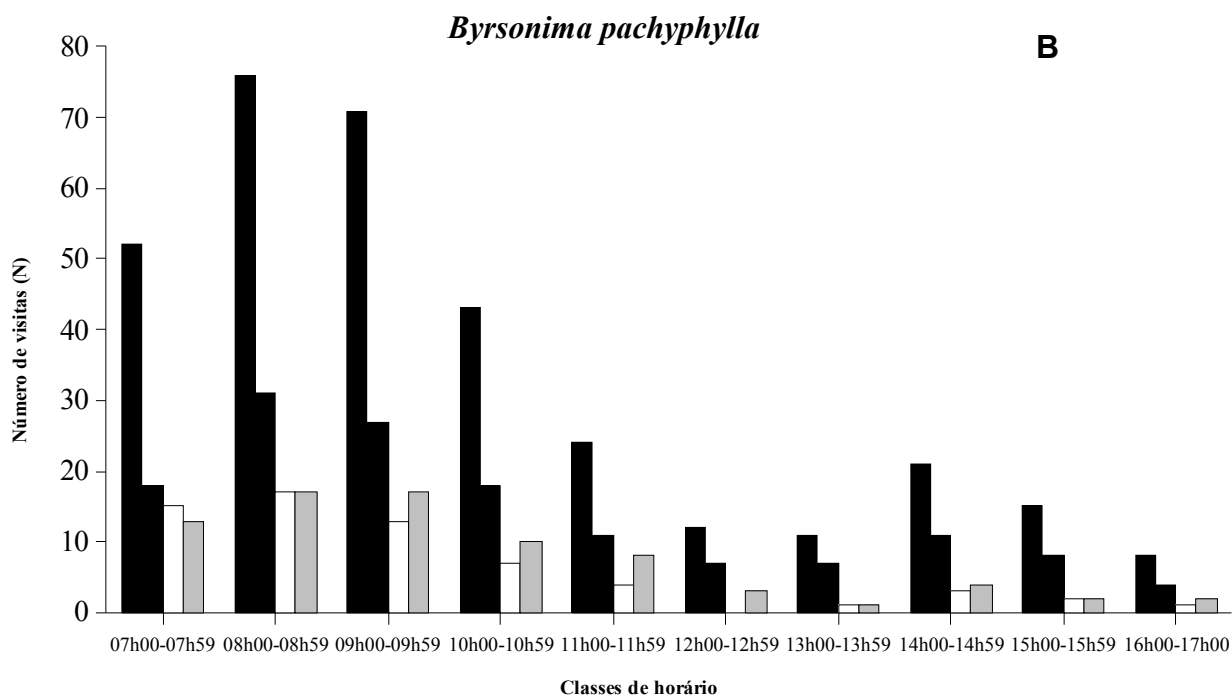
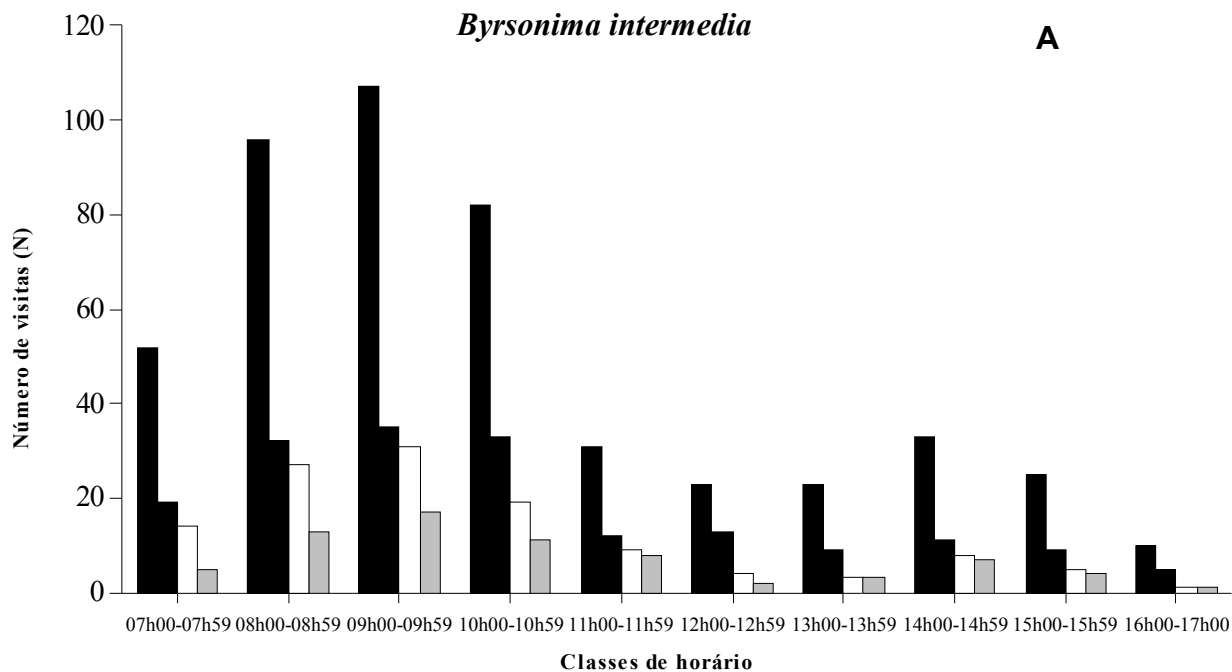


Fig. 4. Frequência de visitas em flores de *Byrsonima intermedia* (A) e *B. pachyphylla* (B) para todos os visitantes florais (barra preta), bem como para as abelhas *Epicharis flava* (barra hachurrada), *Centris* sp. (barra vazia) e *Paratrigona lineata* (barra cinca) em dez classes de horários, em remanescente de cerrado, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espécies ou recursos são considerados “chave” quando mantêm a estrutura local da comunidade e/ou ecossistema, de forma que a retirada desses “agentes” podem resultar na perda de equilíbrio do ecossistema (Mack e Wright, 2005). Neste contexto, *Byrsonima intermedia* e *B. pachyphylla* são recursos-chave na área de estudo, a floração extensa e seqüencial das duas espécies garante recursos florais (óleo e pólen) o ano todo para diversas espécies de abelha, incluindo as coletoras de óleo. Estes dados estão de acordo com vários estudos que indicam a família Malpighiaceae como fonte importante de óleo em diversas formações vegetais como cerrado (Gaglianone, 2000; Barros, 1992), savana amazônica (Benezar e Pessoni, 2006), mata mesófila semidecídua (Sigrist e Sazima, 2004), caatinga (Teixeira e Machado, 2000), dunas costeiras no nordeste brasileiro (Costa et al., 2006).

Referências

- Barros, M.A.G., 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). Rev. Bras. Biol. 52, 343-353.
- Benezar, R.M.C., Pessoni, L.A., 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. Acta Amazonica. 36, 159-168.
- Costa, C.B.N., Costa, J.A.S., Ramalho, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. Rev. Bras. Bot. 29, 103-114.
- Gaglianone, M.C., 2000. Interações de *Epicharis* (Apidae, Centridini) e flores de Malpighiaceae em um ecossistema de cerrado. Anais IV Encontro Abelhas, Ribeirão Preto, USP.
- Mack, A.L., Wright, D.D., 2005. The frugivore community and the fruiting plant flora in a new fruiting plant flora in a new guinea rainforest: identifying keystone frugivores. In: Dew, J.L., Boubli, J.P. (Eds.), Tropical fruits and frugivores: the search for strong interactors. Printed in the Netherlands, pp. 185-203.

Sigrist, M.R., Sazima, M., 2004. Pollination and reproductive biology of twelve species of neotropical Malpighiaceae: stigma morphology and its implications for the breeding system. *Ann Bot.* 94, 33-41.

Teixeira, L.A.G., Machado, I.C., 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Bot. Bras.* 14, 347-357.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)