

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**BIOLOGIA FLORAL, FENOLOGIA REPRODUTIVA,
ENTOMOFAUNA E VALOR ECONÔMICO DOS
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS REALIZADOS PELOS
POLINIZADORES DE *Campomanesia adamantium*
(Cambessédes) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE
CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL -
BRASIL**

MATEUS NUCCI

DOURADOS-MS
(AGOSTO /2016)

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

MATEUS NUCCI

**BIOLOGIA FLORAL, FENOLOGIA REPRODUTIVA,
ENTOMOFAUNA E VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS REALIZADOS PELOS POLINIZADORES DE
Campomanesia adamantium (Cambessédes) O. Berg – MYRTACEAE
EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL -
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior

DOURADOS-MS
(AGOSTO /2016)

BIOGRAFIA

Meu nome é Mateus Nucci, tenho 34 anos, sou natural de Floreal/SP. Estudei a maior parte em escola pública e apenas no 3º ano do ensino médio tive a oportunidade de estudar em um colégio particular. Sou filho de Rosângela Alves Nucci (Professora) e Osmar Nucci (Produtor Rural). Tive contato com a natureza desde de muito jovem, pelo fato do meu pai trabalhar no sítio e de ter me dado a oportunidade de aprender as coisas da terra com ele, fato que despertou o meu interesse pela Ciências Biológicas. Em 2000 prestei vestibular para este curso na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul sendo classificado em segundo lugar. Desde do 2º ano da Universidade comecei a lecionar em colégios particulares e atualmente sou professor efetivo da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul, coordenador pedagógico em uma rede privada e proprietário de um escritório de consultoria ambiental (Biodomus).

Logo no 1º ano de faculdade interessei pela pesquisa, tendo o privilégio de trabalhar em diversas áreas, terminando o curso com vários trabalhos apresentados em eventos científicos. Fui bolsista de iniciação científica pela UEMS sob a orientação do professor Dr. João Clóvis Stanzani Dutra, trabalhando na área de entomologia. Em 2012 conclui o mestrando pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) com a dissertação “Visitantes Florais em *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – Myrtaceae: Uma avaliação dos processos e interações entre plantas-polinizadores” sob a orientação do professor Dr. Valter Vieira Alves Junior. Em 2013 ingressei no doutorado pela UFGD sob a orientação do professor Dr. Valter Vieira Alves Junior, concluindo o mesmo com a Tese “Biologia floral, Fenologia reprodutiva, Entomofauna e Valor Econômico dos Serviços Ecosistêmicos realizados pelos polinizadores em *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – Myrtaceae em Área de Cerrado no Sul do Mato Grosso do Sul – Brasil”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha existência e pelas oportunidades que ele tem colocado em minha vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Valter Vieira Alves Júnior pela confiança depositada e por acreditar no meu potencial. Pessoa humana, parceiro que tornou possível o meu título de mestre e agora tornou realidade o meu título de doutor. Só tenho a agradecer por Deus ter confiado esta pessoa em minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado.

E por fim agradeço a todos, pais, esposa, filhos, sogro, sogra, irmãs, avós e amigos que acreditaram no meu potencial e me acompanharam durante estes anos dando incentivo e motivação para sempre seguir em frente. Obrigados a todos!

Dedico este trabalho,

À minha esposa Ana Paula, meus filhos Henrique e Hugo pela compreensão, paciência, confiança e companheirismo durante esta longa jornada.

Esta Tese está dividida em três capítulos, sendo eles apresentados na forma de artigo e formatados de acordo com as normas da revista (Anexo I, II e III) a ser submetido para publicação.

Os capítulos são:

1 – BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL - BRASIL

Revista Interciência. Normas em Anexo I

2 – COMPORTAMENTO E DIVERSIDADE DOS VISITANTES FLORAIS DE *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE

Revista Colombiana de Entomologia - Socolem. Normas em Anexo II

3 – VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS PELAS ABELHAS EM *Campomanesia adamantium* (DC.) O. BERG. (MYRTACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL – BRASIL

Formatado segundo a revista Sociobiology. Normas anexo III (arquivo em formato PDF.).

SUMÁRIO

BIOLOGIA FLORAL, FENOLOGIA REPRODUTIVA, ENTOMOFAUNA E VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS REALIZADOS PELOS POLINIZADORES DE *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO

RESUMO GERAL.....	VII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
Cap. I – BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE <i>Campomanesia adamantium</i> (CAMBESSÉDES) O. BERG – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO DO MATO GROSSO DO SUL - BRASIL.....	20
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
RESUMEN.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4. CONCLUSÃO.....	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
Cap. II – COMPORTAMENTO E DIVERSIDADE DOS VISITANTES FLORAIS DE <i>Campomanesia adamantium</i> (CAMBESSÉDES) O. BERG – MYRTACEAE.....	43

RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
RESUMEN.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4. CONCLUSÃO.....	59
5. AGRADECIMENTO.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
Cap. III – VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS PELAS ABELHAS EM <i>Campomanesia adamantium</i> (DC.) O. BERG. (MYRTACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL – BRASIL.....	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67
MATERIAL E MÉTODOS.....	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXO I.....	86
ANEXO II.....	88
ANEXO III.....	99

RESUMO GERAL

Campomanesia adamantium (Cambessédes) O. Berg, pertence à família Myrtaceae conhecida popularmente como guavira, gabiroba, etc. É um arbusto que normalmente ocorre em moitas, com flores pequenas de coloração creme esbranquiçada, em fisionomia campestre de Cerrado e em Cerrado típico, sendo abundante no Estado de Mato Grosso do Sul. O presente estudo teve como objetivo avaliar em *C. adamantium*, seu sistema reprodutivo, eventos fenológicos, biologia floral, comportamento de forrageamento dos visitantes florais, procurando identificar os polinizadores efetivos e a valoração dos serviços ecossistêmicos realizados pelas abelhas. As capturas foram desenvolvidas durante o período de floração plena, nos primeiros 15 minutos de cada hora, entre as 06h e 18h15min, em diferentes plantas de *C. adamantium*, aleatoriamente definidas. Nos demais 45 minutos, foi avaliado o comportamento dos visitantes, em número indeterminado de flores de outras 10 plantas. Os visitantes florais foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila, separados em relação ao período de coleta, transportados ao Laboratório de Apicultura (LAP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados-MS (UFGD), preparados e identificados com auxílio de literatura especializada, ou de especialistas. Para a avaliação do sistema reprodutivo da guavira, foram desenvolvidos testes de polinização controlada, envolvendo xenogamia, geitonogamia, apomixia, autopolinização manual, autopolinização espontânea e o controle (polinização natural). Foram registradas mensalmente a presença e ausência das fenofases de brotamento, caducifólia, botões, flores e frutos numa população de 25 indivíduos. Foram marcados 200 botões para avaliar a valoração/produktividade dos polinizadores, divididos em cinco grupos de 40, sendo eles: Avaliação da polinização livre (controle) (T1), por *Apis mellifera* (T2), por Abelhas nativas (T3), Autopolinização (T4) e Polinização pelo vento (anemofilia) ou outro agente não identificado (T5). A valoração foi calculada pela metodologia da proporção de produção dependente do polinizador, sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Foi verificada a produção em média $42,6 \pm 14,15$ botões florais por inflorescência. A antese é de ocorrência matutina por volta das 5h, ficando o estigma

receptivo até as 13h. Todo o processo de desenvolvimento, desde a abertura da flor (antese), até a presença de frutos maduros, teve uma duração média de 63 dias. Os recursos oferecidos aos visitantes foram o pólen e o néctar (em pequena quantidade). A razão fruto-flor foi de 0,66, representando um baixo custo energético no processo reprodutivo, garantindo uma quantidade significativa de frutos. A espécie apresentou auto-incompatibilidade, necessitando dos polinizadores para obter uma produção considerável de frutos. O sistema reprodutivo predominante foi a xenogamia, sendo realizado efetivamente por abelhas. Foram amostradas 31 espécies de visitantes compreendidos nas seguintes ordens: Hymenoptera (79,30%), Coleoptera (11,34%), Diptera (9,1%) e Hemiptera (0,24%). Dentre o grupo dos himenópteros, três espécies foram consideradas dominantes, sendo elas: *A. mellifera* africanizada, *Brachygastra* sp. (vespa) e *Trachymyrmex* sp. (formiga). As abelhas *A. mellifera* destacaram-se como os polinizadores efetivos representando 53,24% dos visitantes coletados. A maior parte das vespas, formigas e alguns coleópteros estavam associados à atividade de herbivoria dos tecidos florais. Os melhores índices de frutificação aconteceram nos tratamentos em que a planta teve contato direto com as abelhas, não diferindo estatisticamente entre si, mas sim, dos demais tratamentos. Foi observado o aborto de frutos, que pode ter como causa, intempéries climáticas ou outros fatores, como a herbivoria. Foram relacionados 245,44 frutos/Kg com custo médio de R\$ 8,63 o quilo no mercado informal. O valor dos serviços realizados pelas *A. mellifera* foi de R\$ 4,32/Kg e das abelhas nativas, em torno de R\$ 4,31/Kg. Valores próximos e que mostram a importância das abelhas para uma produtividade eficiente da guavira.

Palavras chave – guavira, pólen, abelhas, comportamento, polinização.

ABSTRACT

Campomanesia adamantium (Cambessédes) O. Berg, belongs to the Myrtaceae family popular known as guavira, gabirola, etc. It's a shrub usually found in bushes, with tiny flowers of whitish cream colour, in rural physiognomy of Cerrado and in typical Cerrado, being abundant in the State of Mato Grosso do Sul. This current study has as an objective evaluate *C. adamantium*, its reproductive system, phenological events, floral biology, behavior of foraging of the floral visitors, trying to identify the effective polinizator and the valuation of ecosystemic services accomplished by the bees. The captured ones were developed during the full bloom period, in the first 15 minutes of each hour, between 06h00min and 18h15min, in different plants of *C. adamantium*, randomly defined. The other 45 minutes, was evaluated the visitors behavior, in an indefinite number of flowers of other 10 plants. The floral visitors were killed in deadly chamber with ethyl acetate, separated in relation to the collection period, transported to the Laboratório de Apicultura (LAP), of the Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) of the Federal University of Grande Dourados-MS (UFGD), prepared and identified with the help of specialized literature, or specialists. To evaluate the guavira reproductive system, were developed tests of controled pollination, involving xenogamy, geitonogamy, apomixia, manual autopollination, spontaneous autopollination and the control (natural pollination). Mounthly, were recorded the presence and absence of phenophases of budding, deciduous, buttons, flowers and fruits in a population of 25 individuals. 200 buttons were marked to evaluate the valuation/productivity of the pollinators, divided by five groups of 40 being: Evaluation of free pollination (controled) (T1), by *Apis mellifera* (T2), by native bees (T3), Autopollination (T4) and Pollination by the wind (anemophily) or another non-identified agent (T5). The valuation was calculated by the methodology of proportion of dependent prodution of the pollinator, submitting the results to the analysis of variance (ANOVA) and the test of Tukey. Production in average 42.6 ± 14.15 was observed floral buttons per inflorescence. The anthesis is of morning occurrence around 5h00min, establishing the receptive stigma until 13h00min. All the development process, from the flower opening (anthesis), to the presence of ripe fruits, had an average duration of 63 days. The offered resources to the visitors were the pollen and

the nectar (in small amount). The fruit-flower reason was of 0.66, representing a low energetic cost in the reproductive process, ensuring the significant amount of fruits. The species showed auto-incompatibility, requiring the pollinators for a considerable fruit production. The predominant reproductive system was the xenogamy, effectively performed by bees. 31 species of visitors were shown in the following order: Hymenoptera (79.30%), Coleoptera (11.34%), Diptera (9.1%) e Hemiptera (0.24%). Among the group of hymenoptera, three species were considered ruling, being: he *A. mellifera* africanized, *Brachygastra* sp. (wasp) and *Trachymyrmex* sp. (ant). The bees *A. mellifera* stood out as the effective polinizators representing 53.24% of collective visitors. The greatest amount of wasps, ants and some coleoptera were associated to the activity herbivory of the floral tissues. The best rates of fruiting happened during the treatments in which the plant had direct contact with the bees, making no difference statistically between the other treatments. The abortion of fruits was observed, which can have as a cause, the climate phenomena or other factors, as the herbivory. 245.44 fruits/Kg were related with the medium costs of R\$ 8.63 the kilo in the informal market. The value of the services done by the *A. mellifera* was of R\$ 4.32/Kg and the native bees, around R\$ 4.31/Kg. Close values which demonstrates the importance of the bees to the effective production of the guavira.

Key words – guavira, pollen, bees, behavior, pollination.

INTRODUÇÃO GERAL

Entre os ecossistemas do Brasil, o Cerrado é atualmente o mais ameaçado, principalmente quando comparada a sua diversidade e o tamanho da área ocupada, havendo carência de estudos voltados para a identificação de plantas úteis do mesmo. Devido à destruição dessa cobertura vegetal original e o fato de que muitas espécies do Cerrado são produtoras de frutos e que apresentam características organolépticas interessantes, acabam atraindo uma quantidade significativa de insetos (SILVA *et al.*, 1994).

Esse ecossistema reúne o maior número de estudos específicos sobre a biologia reprodutiva de mirtáceas e as abelhas, formam o principal grupo de polinizadores dessa família na Região Central do Brasil e em área de ocorrência natural da maior parte do Cerrado no país (PROENÇA & GIBBS, 1994; OLIVEIRA & GIBBS, 2000).

Muitas plantas do Cerrado destacam-se tanto pelos recursos naturais e econômicos que representam para as populações humanas, como pelo seu papel ecológico. Dentre as espécies com grande potencial econômico do Cerrado, encontra-se a *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. da família das Myrtaceae, que é uma espécie nativa do Brasil, encontrada amplamente no Cerrado das regiões Sudeste e Centro Oeste, como em outros países da América do Sul (DOUSSEAU *et al.*, 2011). É um arbusto decíduo de 0,5 – 1,5 m de altura. As folhas são subcoriáceas, glabras quando adulta, com 3 a 10 cm de comprimento. As flores são solitárias, compondo inflorescências andróginas, formadas de setembro a outubro. Os frutos amadurecem em novembro/dezembro, com polpa suculenta, de sabor doce-acidulado, com muitas sementes moles (LORENZI *et al.*, 2006).

A interação entre abelhas e plantas garantiu aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, que constitui numa importante adaptação evolutiva das plantas, aumentando o vigor das espécies e a produção de frutos e sementes (COUTO & COUTO, 2002).

Sendo assim, a polinização se torna um mecanismo primordial para a manutenção da diversidade de plantas nativas e indiretamente, responsável pela existência de outros organismos que dependem dos recursos vegetais produzidos (POTTS *et al.*, 2006; KREMEN *et al.*, 2007). Segundo Silveira *et al.* (2002), o Cerrado

é caracterizado por uma fauna de abelhas muito rica e uniformemente distribuída por todo o Bioma, com frequências relativamente altas de espécies de determinados gêneros, principalmente das tribos Apini e abelhas coletoras de óleo, tais como: Centridini, Tetrapediini e Tapinotaspidini (ZAMBÃO, 2011).

Cabe ressaltar que nem sempre visitantes florais são polinizadores. Polinizadores efetivos depositam grãos de pólen de plantas co-específicas nos estigmas; para isto devem mostrar fidelidade floral, transportar grãos de pólen, tocar os estigmas e se deslocar entre indivíduos da mesma espécie (SCHLINDWEIN, 2004). Kageyama (1987) salienta que a ausência de um polinizador específico, pela sua interferência no ecossistema, pode ocasionar alteração na estrutura genética da espécie vegetal em questão, ou até mesmo provocar o seu desaparecimento do ambiente.

Muitos insetos são altamente especializados, visitando unicamente um tipo de flor. Outros são generalistas e capazes de buscar sua fonte alimentar em diversas espécies de flores. Morales & Köhler (2008) confirmam que plantas com recursos menos atraentes podem apresentar visitantes mais específicos, isso pode também estar ligado à morfologia das flores, a qual pode promover ou inibir a visita de insetos.

As abelhas são um dos grupos de organismos mais importantes para a polinização das plantas e, portanto, crítico para a recuperação e manutenção das comunidades vegetais em muitos ecossistemas. Elas são responsáveis por 80% a 90% do processo de polinização e conseqüentemente, do sucesso reprodutivo das plantas com flores, enquanto que os outros 10% a 20% dependem dos demais grupos de organismos polinizadores ou ainda de outros fatores (HUFFAKER & RABB, 1984; NEFF & SIMPSON, 1993; MICHENER, 2000).

Os serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores são fundamentais na manutenção da biodiversidade e da composição florística (KEVAN & VIANA, 2003; KLEIN *et al.*, 2003; BIESMEIJER *et al.*, 2006; POTTS *et al.*, 2010) e sua conservação é de valor incalculável, pois atuam na base da cadeia alimentar dentro dos biomas. Sem polinizadores muitas plantas não se reproduzem nem produzem sementes ou frutos e as populações que delas dependem, também declinam (IMPERATRIZ- FONSECA *et al.*, 2012), pois insetos e plantas constituem seres vivos essenciais para a manutenção da vida no planeta (PAULINO, 2005).

Pouco se conhece sobre o valor dos serviços prestados pelos polinizadores naturais para a agricultura brasileira (DRUMOND, 2013), isto porque estes não são

avaliados como um fator de produção na agricultura, ou para conservação dos ecossistemas silvestres (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). No Canadá o valor da polinização para a alfafa (*Medicago sativa*) chega a 6 milhões de dólares por ano, enquanto que nos Estados Unidos, apenas as abelhas *Apis mellífera*, são responsáveis por 14,6 milhões de dólares relativos ao aumento de produtividade e qualidade dos frutos e sementes produzidos (MORSE & CALDERONE, 2000; KEVAN & PHILIPS, 2001). Segundo Ribeiro (2015), nos últimos anos para o estado de Goiás, os polinizadores podem contribuir com cerca de R\$ 1 bilhão e 70 milhões de dólares para as culturas de soja (*Glicine max* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), algodão (*Gossypium herbaceum* L.), café (*Coffea arabica* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e laranja (*Citrus* spp.).

Segundo Giannini *et al.* (2015), em 85 das 141 culturas analisadas, entre elas, café, maçã, maracujá, girassol, trigo, algodão arbóreo e cana-de-açúcar, há dependência de polinizadores e um terço do total apresenta dependência grande ou essencial desses elementos. O que se leva a necessidade de compreender e quantificar o impacto econômico na produção agrícola decorrente da ação de polinizadores. Isso pode contribuir para o manejo adequado das culturas visando a introdução de abelhas e a conservação das espécies (MELO-SILVA *et al.*, 2013; KLEIJN *et al.*, 2015).

Estudos relacionados com a interação dessas plantas com seus visitantes florais podem indicar não só a importância das plantas na dieta e manutenção das populações desses visitantes, mas também mostrar a importância dos visitantes no processo de polinização das mesmas. Desta forma, o destino de muitas plantas depende da preservação de suas relações mutualísticas com os polinizadores (KEARNS & INOUE, 1997).

A importância econômica e ecológica dos agentes polinizadores, especialmente das abelhas, dos serviços que prestam à agricultura e às matas nativas e seu declínio ao redor do mundo, não têm sido levado em conta nos programas governamentais de desenvolvimento, na política de incentivo e financiamento de pesquisas e na valorização das informações e técnicas visando promover a biodiversidade em agroecossistemas (EARDLEY *et al.*, 2006). Atualmente, o serviço ecossistêmico de polinização realizado pelas abelhas continua sendo um argumento insuficiente para que as espécies de abelhas sejam protegidas e conservadas (KLEIJN *et al.*, 2015).

A competição com espécies introduzidas também vem sendo apontada como outro fator responsável por declínios populacionais de espécies nativas de abelhas (GOULSON, 2003), pois elas podem acarretar diversos efeitos numa comunidade, o que inclui extinções e alterações substanciais na densidade de espécies nativas (PIMM, 1991).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos: Estudar a biologia floral e o sistema reprodutivo da *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg; inventariar os visitantes florais; analisar o comportamento de forrageio das abelhas visitantes para a identificação dos efetivos polinizadores da espécie, avaliar a eficiência das abelhas no processo de polinização, com os esforços concentrados na *Apis mellifera* africanizada, analisar a possível interferência da *Apis mellifera* em relação às espécies de abelhas nativas na competição durante a atividade de forrageio dos recursos florais utilizados por elas, estimar o valor econômico do serviço ecossistêmico de polinização prestado pelas abelhas em relação à produção da guavira e avaliar o quanto a espécie *Apis mellifera* é responsável pelo processo de polinização da guavira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFEFERS, A. P.; POTTS, S.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNIN, W. E. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-pollinated Plants in Britain the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. 2002. Apicultura: manejo e produtos. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 192 p.

DOUSSEAU, R. S.; ALVARNGA, A. A.; GUIMARÃES, R.M.; SILVA. T.; TELDE, L.; CUSTÓDIO, N.; CHAVES, I. S. 2011. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. *Ciência Rural*, 41 (8): 1362-1368.

DRUMOND, P. M. 2013. Serviço valoroso: Quanto custa para a agricultura brasileira os serviços prestados pelos polinizadores naturais? *Embrapa Acre*, v. 696. Pag 24- 27.

- EARDLEY, C.; ROTH, D.; CLARKE, J.; BUCHMANN, S.; GEMMILL, B. 2006. Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice. Pretoria: African Pollinators Initiative, 77p.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2005. A importância econômica da polinização. Mensagem Doce No. 80: 44-46. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/msg80.htm> (acesso em: 06/2016).
- GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2015. The Dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 108(3): 849-57.
- GOULSON, D. 2003. Effects of introduced bees on native ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34: 1-26.
- HUFFAKER, C. B.; RABB, R. L. 1984. *Ecological Entomology*. New York: John Wiley & Sons.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. 2012. Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Ed. USP: São Paulo, 488 p.
- KAGEYAMA, P.Y. 1987. Conservação in situ de recursos genéticos de plantas. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais*, 35: 7-37.
- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. 1997. Pollinators, owering plants, and conservation biology. *BioScience*, 47: 297–306.
- KEVAN, P.; VIANA, B. F. 2003. The global decline of pollination services. *Biodiversity*, 4:3-8.
- KEVAN, P. G.; PHILLIPS, T.P. 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology*, 5(1): p.8.
- KLEIJN, D.; WINFREE, R. *et al.* 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, 6(7414): 1-16.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. 2003. Pollination of *Coffea canefora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, 40: 837-845.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMIL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VÁZQUEZ, P.; WIFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEIT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology letters*, 10: 199-314.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. 2006. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: Plantarum, 640p.

MELO-SILVA, C.; GOMES, F. L.; GONÇALVES, B. B.; BERGAMINI, L.; BERGAMINI, B.; ELIAS, M. A. S.; FRANCESCHINELLI, E. V. 2013. Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. *Journal of Pollination Ecology*, 11, 41-45.

MICHENER, C. D. 2000. The bees of the world. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913p.

MORALES, M. N.; KÖHLER, A. 2008. Comunidade de Syrphidae (Diptera): diversidade e preferências florais no Cinturão Verde (Santa Cruz do Sul, RS, Brasil). *Revista Brasileira Entomologia*, 52(1): 41-49.

MORSE, R. A.; CALDERONE, N. W. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Medina: A.I. Root company, 15p.

NEFF, J. L.; SIMPSON, B. B. 1993. Bees, Pollination systems and plant diversity. In Ed. LaSalle. J. Gauld ID. Hymenoptera and Biodiversity C.A.B. International Oxon, UK, 143-168.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195 (1): 311-329.

PAULINO, W. R. 2005. *Biologia - seres vivos/ fisiologia*. São Paulo: Ática, v.2.

PIMM, S. L. 1991. The natural history of pollination. Portland, Timber Press. p. 479.

- POTTS, S. G.; PETANIDOU, T.; ROBERTS, S.; O'TOOLE, C.; HULBERT, A.; WILLMER, P. 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation*, 129: 519-529.
- POTTS, S.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6): 345-353.
- PROENÇA, C. E. B.; GIBBS, P. E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist*, 126 (1): 343-354.
- RIBEIRO, A. C. C.; SILVA-NETO C. M.; MELO, A. P. C.; NETO, J. N. M.; GONÇALVES, B. B.; BUZIN, E. J. W. K. 2015. Valoração econômica da polinização por abelhas em culturas agrícolas no estado de Goiás. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, 11(22): p. 2798.
- SILVA, J.A.; SILVA, D.B.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. 1994. Frutas nativas dos Cerrados. Brasília: EMBRAPA, 166 p.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, Fundação Araucária, 253p.
- SCHLINDWEIN, C. 2004. Are oligolectic bees always the most effective pollinators. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.). *Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination*. Imprensa Universitária, UFC, Fortaleza-CE, Brasil, 231-240.
- ZAMBÃO, F. R. 2011. Polinização do “Murici” (*Byrsonima intermedia*): floração, visitantes florais e sistema reprodutivo, em área de Cerrado no distrito de Itahum, Município de Dourados-MS. Dissertação de Mestrado apresentada Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA/UFGD, 73 p.

CAPÍTULO I

BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL - BRASIL

BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DE *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO SUL - BRASIL

M. Nucci¹; V. V. Alves-Junior²

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mateusnucci@gmail.com, Tel: (67) 9916-1455.

²Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

Resumo. *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg, pertence à Família Myrtaceae com cerca de 140 gêneros sendo, conhecida popularmente como guavira, gabiroba, etc. É um arbusto muito ramificado, frequentemente ocorre em moitas, sendo abundante no Estado de Mato Grosso do Sul. O presente estudo teve como objetivo avaliar em *C. adamantium*, seu sistema reprodutivo, os eventos fenológicos e a biologia floral. Foram desenvolvidos testes de polinização controlada, envolvendo xenogamia, geitonogamia, apomixia, autopolinização manual, autopolinização espontânea e o controle (polinização natural). Foram registradas mensalmente as fenofases de brotação, produção de botões florais, florescimento, produção de frutos maduros e caducifólios, em 25 indivíduos. A produção média de botões florais por inflorescência foi de $42,6 \pm 14,15$. A antese é de ocorrência matutina, por volta das 5h, ficando o estigma receptivo até as 13h. Todo o processo de desenvolvimento, desde a abertura da flor (antese), até a presença de frutos maduros teve uma duração média de 63 dias. Os recursos oferecidos aos visitantes foram o pólen e o néctar (em pequena quantidade). A razão fruto-flor foi

de 0,66, representando um baixo custo energético no processo reprodutivo, garantindo uma quantidade significativa de frutos. A espécie apresentou autoincompatibilidade, necessitando dos polinizadores para obter uma produção considerável de frutos. O sistema reprodutivo predominante foi a xenogamia e a polinização natural, sendo realizado efetivamente por abelhas. O principal recurso oferecido aos seus visitantes foi o pólen.

Palavras chave – Guavira, Pólen, atrativos florais, polinizadores.

FLORAL BIOLOGY AND REPRODUCTIVE SYSTEM OF *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE IN AREA OF CERRADO IN THE SOUTH MATO GROSSO DO SUL - BRAZIL

Abstract. *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg, belongs to the Myrtaceae Family with about 140 genres, being popularly known as guavira, gabiroba, etc. It's a branched tree, very often found in thickets, being abundant in Mato Grosso do Sul State. The paper had as aims to evaluate its reproductive system, the phenological events and the floral biology. Tests of controlled pollination were developed, involving xenogamy, geitonogamy, apomixia, manual self-pollination, spontaneous self-pollination and the control (natural pollination). The presence and absence of phenophases of budding, production of flower buds, flowering, mature fruits' production and were registered in a population of 25 individuals. The average production of flower buds by inflorescence was of 42.6 ± 14.15 . The antithesis happens around 5am, staying the receptive stigma until 1pm. The whole development had an average duration of 63 days, since the flower opening (antithesis) until the presence of mature fruits. The resources offered to the visitors were pollen and nectar (this one a small amount), being pollen, the main resource. The reason flower-fruit was 0.66,

representing a low energetic cost in the reproductive process, ensuring a significant quantity of fruits. The species presented self-incompatibility, requiring pollinators to get a considerable production of fruits. The predominant reproductive system was xenogamy, being effectively done by bees, being the *Apis mellifera* its main agent.

Key words – Guavira, Pollen, floral attractions, pollinators.

BIOLOGÍA FLORAL Y SISTEMA REPRODUCTOR *Campomanesia adamantium*
(CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE EN LA ZONA DEL CERRADO EN
SUR MATO GROSSO DEL SUR - BRASIL

Resumen: *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg, pertenece a la Familia Myrtaceae con cerca de 140 géneros y es conocida popularmente como Guavira, gabiroba, etc. Es un arbusto muy ramificado, a menudo se produce en los matorrales, siendo abundante en el Estado de Mato Grosso del Sur. El estudio tuvo como objetivo evaluar el sistema reproductivo, fenología y la biología floral. Se desarrollaron pruebas de polinización controlada, que implica xenogamy, geitonogamia, la apomixis, la polinización manual, el autocontrol espontánea (polinización natural), mensual se registró la presencia y ausencia de fenofases en ciernes, la producción de capullos de flores, la floración, la producción de fruta madura y de hoja caduca en una población de 25 individuos. La producción media de capullos de flores por inflorescencia fue $42,6 \pm 14,15$. Anthesis ocurre alrededor de 5h00min, conseguir el estigma receptivo a 13:00. Todo el desarrollo, a partir de la apertura de la flor (anthesis) a la presencia de fruta madura tuvo una duración media de 63 días. Los recursos que se ofrecen a los visitantes fueron el polen y néctar (esta pequeña cantidad), el polen, la característica principal. La relación de fruta-flor era 0,66, lo que representa un bajo coste de energía en el proceso

de reproducción, asegurando cantidad significativa de fruta. Las especies mostraron autoincompatibilidad, lo que requiere un polinizador para la producción de fruta considerable. El sistema reproductivo predominante fue xenogamy está realizando de manera efectiva por las abejas, *Apis mellifera* ser el protagonista.

Palabras clave – Guavira, polen, atracciones florales, los polinizadores.

1. INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso do Sul detém uma grande diversidade de vegetação nativa com especial destaque a Família Myrtaceae (Sciamarelli *et al.* 2009). Várias dessas plantas são utilizadas para a alimentação humana, contudo, poucos são os estudos sobre biologia floral, sistema reprodutivo e seus polinizadores. Os estudos sobre biologia floral visam o melhoramento, a conservação genética e produção de sementes e devem ser baseados no conhecimento do modo de reprodução da espécie (Gusson *et al.* 2006). Já a fenologia reprodutiva é importante para os mecanismos de polinização, predação e dispersão de frutos e sementes, pois os aspectos temporais e de disponibilidade de recursos vegetais, podem influenciar a dinâmica populacional de animais relacionados diretamente com estes mecanismos (Gleeson 1981; Schaik *et al.* 1993; Nakagawa *et al.* 2003; Silva e Pinheiro 2007).

Campomanesia adamantium (Cambessédes) O. Berg a espécie vegetal desse estudo pertencente a Família Myrtaceae, é uma frutífera nos Campos e Cerrados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, até Santa Catarina. A Família Myrtaceae possui cerca de 140 gêneros, mais de 3000 espécies descritas, e seus principais centros de dispersão são América e Austrália (Joly 1993; Ribeiro 1999). Esta espécie vegetal além de fornecer subsídios para a sua inserção no mercado consumidor a partir de

implantação de lavouras comerciais, seu cultivo oferece renda para os pequenos fruticultores devido a sua participação no cardápio regional da população (Dousseau *et al.* 2011).

Dessa forma, teve-se como objetivo, determinar os eventos fenológicos da espécie; sua biologia floral; identificar e avaliar o sistema reprodutivo; determinar os mecanismos que a espécie utiliza para atrair os visitantes florais e inferir sobre a necessidade ou não dos visitantes florais no processo da polinização de *C. adamantium*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo - O estudo foi desenvolvido em bordas de fragmento de Cerrado com aproximadamente 4 hectares, na Fazenda Carambola, situado na latitude de 22°36'29,61" S, longitude de 55°37'08,69" O, no Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. O fragmento apresenta solo pedregoso e o entorno, lavouras de soja e milho, sofrendo impacto direto dos agrotóxicos utilizados nas culturas (Figura 1).

O clima da região é do tipo Aw (tropical de altitude) de acordo com a classificação de Zavatini (1992). O mês de fevereiro é considerado o mais quente, média de 23,6°C, e julho o mais frio, com média de 16,4°C. A precipitação média anual é de 1.660 mm, sem estação seca, e verões mais úmidos que os invernos. O mês mais chuvoso é o de novembro, com média de 212 mm, e julho mais seco, com média de 55 mm (dados fornecidos pelo INMET 2015).



Figura 1- Localização da área de estudo na Fazenda Carambola, localizada no município de Ponta Porã-MS (Fonte Google Earth, 2016).

Os indivíduos de *C. adamantium* ocorriam em moitas, distantes entre si entre 5 m a 150 m. A vegetação geral da área, constituía-se de arbustos e semi-arbustos típicos do Cerrado, com predominância de duas espécies de guavira (*C. adamantium* e *Campomanesia* sp), com outras árvores de médio porte também características do bioma.

2.2. Biologia floral e fenologia - A fenologia de floração e frutificação compreende os períodos de brotação, produção de botões florais, florescimento, produção de frutos maduros e caducifólia em 25 indivíduos, durante 18 meses compreendidos entre abril e setembro.

Considerou-se como brotamento, o surgimento de folhas novas, pequenas e de cor verde claro e a caducifólia, como a senescência foliar. O período de floração foi indicado pela presença de botões e flores abertas, e a frutificação, pelo início da formação de frutos e sua presença na planta até o amadurecimento.

Descreveu-se as modificações florais durante a antese, que foram acompanhadas desde botões prestes a se abrirem até a queda de pétalas e sépalas.

Em 15 inflorescências de seis plantas de *C. adamantium* no período de floração plena, foi calculada a média de botões florais por inflorescência e de frutos produzidos. A receptividade do estigma foi verificada a cada hora, em flores em botão e senescência, pela observação visual de seu aspecto viscoso-úmido, e com a ajuda de lupa manual, a formação de bolhas sobre a superfície do estigma, aplicando peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 3% (Kearns e Inouye 1993).

A presença de néctar foi avaliada em função do comportamento das moscas e das abelhas, não sendo possível quantificar com o auxílio de micropipeta, devido a baixa quantidade produzida.

A presença de células produtoras de odor (osmóforos) foi detectada utilizando a técnica proposta por Dafni (1992). Essas avaliações ocorreram em três fases distintas de desenvolvimento: no início da antese, durante o período reprodutivo e na fase de senescência.

2.3. Sistema reprodutivo - O sistema reprodutivo foi avaliado pelo isolamento individualizado de 120 botões no início da antese (momento da abertura dos lobos da corola), envolvidos com sacos de tecido do tipo organza, impedindo seu contato com os visitantes florais, em 6 plantas adultas.

Foram desenvolvidos em 20 flores por tratamento, os seguintes testes: a) autopolinização espontânea; b) autopolinização manual; c) geitonogamia, pela transferência do pólen para o estigma de flores diferentes da mesma planta; d) xenogamia (polinização cruzada), com a transferência de pólen para o estigma entre flores de plantas diferentes; e) apomixia, pela emasculação das flores. Com exceção da autopolinização espontânea, todos os testes tiveram as flores emasculadas, garantido a

eficácia dos experimentos e após a manipulação, as flores foram novamente isoladas. Visando minimizar possíveis influências pela manipulação e analisando a eficácia dos polinizadores naturais, outras 20 flores foram marcadas como controle, sem passar por manuseio posterior, para se avaliar a produção de frutos em condições naturais (polinização natural) (Freitas e Oliveira 2002).

Considerando que a flor apresenta um ciclo de 24 horas, retirou-se a proteção de organza no dia seguinte, procurando minimizar possíveis influências nos resultados, e assim, os frutos desenvolver-se-iam livremente. As flores tratadas tiveram seu desenvolvimento acompanhado até a formação de frutos (quando ocorreu), avaliados quantitativamente.

Calculou-se os índices de Autopolinização Espontânea (ISA = percentual de frutos formados por autopolinização espontânea, dividido pela porcentagem de frutos formados por autopolinização manual), de Autoincompatibilidade (ISI = percentual de frutos resultantes de autopolinização manual, dividido pelo percentual de frutos oriundos de xenogamia) e a Eficácia Reprodutiva (ER = percentual de frutos provenientes de polinização natural, dividido pela porcentagem de frutos formados por xenogamia), de acordo com a metodologia de Sobrevila e Arroyo (1982).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Fenologia - *Campomanesia adamantium* teve pico de floração entre setembro e outubro, com média $42,6 \pm 14,15$ botões por inflorescência e floração sincrônica entre as plantas no primeiro ano e no seguinte, assincrônica. O auge na emissão dos botões florais ocorreu entre os meses de agosto e outubro, com pico em setembro (Figura 2).

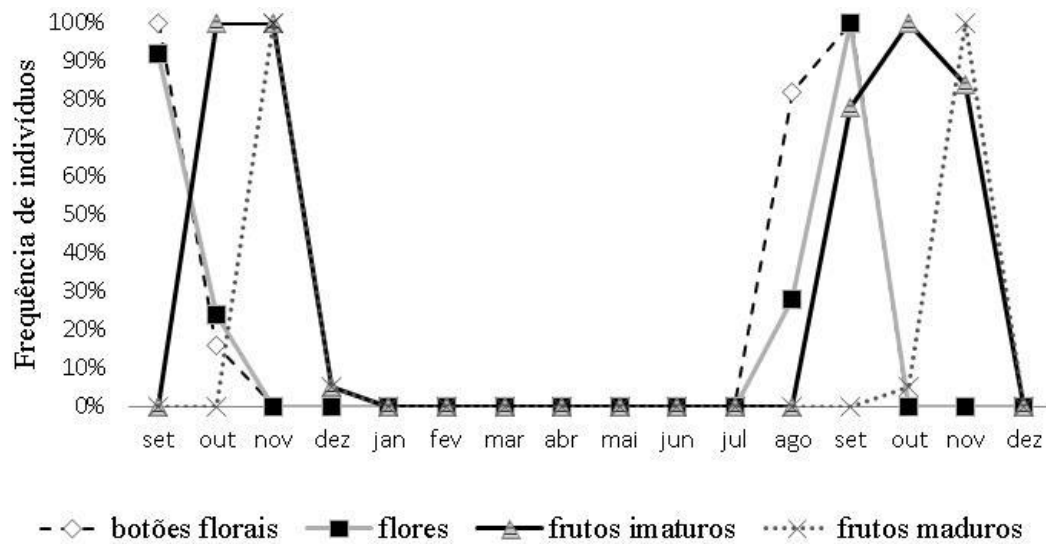


Figura 2- Fenograma representando os períodos de produção de botões, flores e frutos (imatuos e maduros) em *Campomanesia adamantium* na Fazenda Carambola, Município de Ponta Porã – MS.

O período entre as primeiras flores e as últimas plantas florirem, foi em média de 20 dias, considerando-se os dois anos de avaliação. A antese foi por volta das 05h00min, com as flores apresentando sinais de senescência no final da tarde, com ausência de pólen e odor.

Nas Figuras 2 e 3, observa-se que o período de floração de *C. adamantium* estaria relacionado com o aumento dos índices anuais de precipitação, e assim, a redução do índice de precipitação no primeiro ano, teria condicionado o sincronismo da floração.

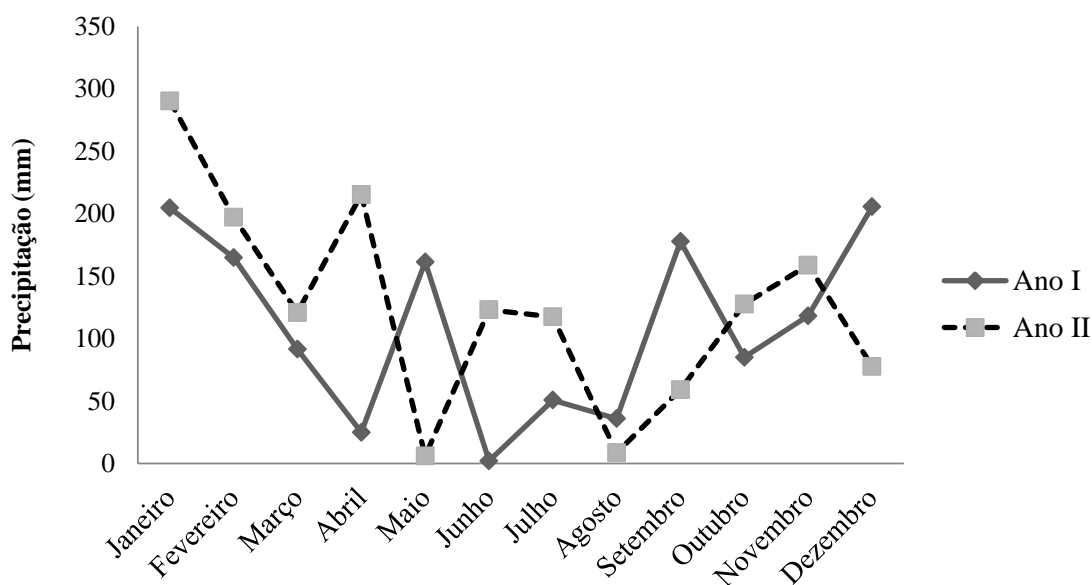


Figura 3: Média mensal do índice de precipitação, de janeiro a dezembro, para os períodos de avaliação. (Fonte: Embrapa Dourados – Disponível em: www.cpa0.embrapa.br/clima/ acesso em: 05/01/2012).

A intensificação do florescimento de *C. adamantium*, coincide com o progressivo aumento das chuvas. Estudos feitos fora do Brasil mostraram que o florescimento das Myrtaceae segue conforme o aumento progressivo na umidade do ambiente, que ocorre durante a transição da estação seca para a chuvosa (Kawasaki 1989; Proença e Gibbs 1994; Silva e Pinheiro 2007; Fidalgo e Kleinert 2009).

O processo de frutificação atingiu seu pico de desenvolvimento e maturação durante o mês de novembro, com variação de 10 dias, para os dois anos (Figura 2).

Foi observado para *C. adamantium*, que o auge do processo de frutificação coincidiu também com o aumento das precipitações após a estação seca (Figura 2 e Figura 3). Para Oliveira (1994) no Bioma Cerrado, a maturação dos frutos antes ou durante o início das chuvas é favorável, porque as sementes terão melhores condições para se dispersarem e se desenvolverem posteriormente.

Todo o processo de desenvolvimento, desde a abertura floral, até a presença de frutos maduros em *C. adamantium*, foi em média de 63 dias.

Silva (2009) relata para *C. pubescens*, um estágio de desenvolvimento com aproximadamente 65 dias, tendo observado ainda que o ápice de floração para a espécie ocorreu no mês de setembro, quando também foi observado o início do processo de frutificação, com o pico no mês de outubro.

Os diferentes estágios de desenvolvimento podem sofrer alterações relacionadas às variações climáticas, com forte influência do ciclo das chuvas, uma vez que o início da floração estaria condicionada a transição entre o final da estação seca e o início da estação úmida.

A perda das primeiras folhas teve início com o final das chuvas (Figura 4). Segundo Gouveia e Felfile (1998), em geral a perda das folhas no período de seca, resulta em trocas gasosas menos intensas e economia de água, estando relacionada a estratégias para evitar a dessecação nesse período.

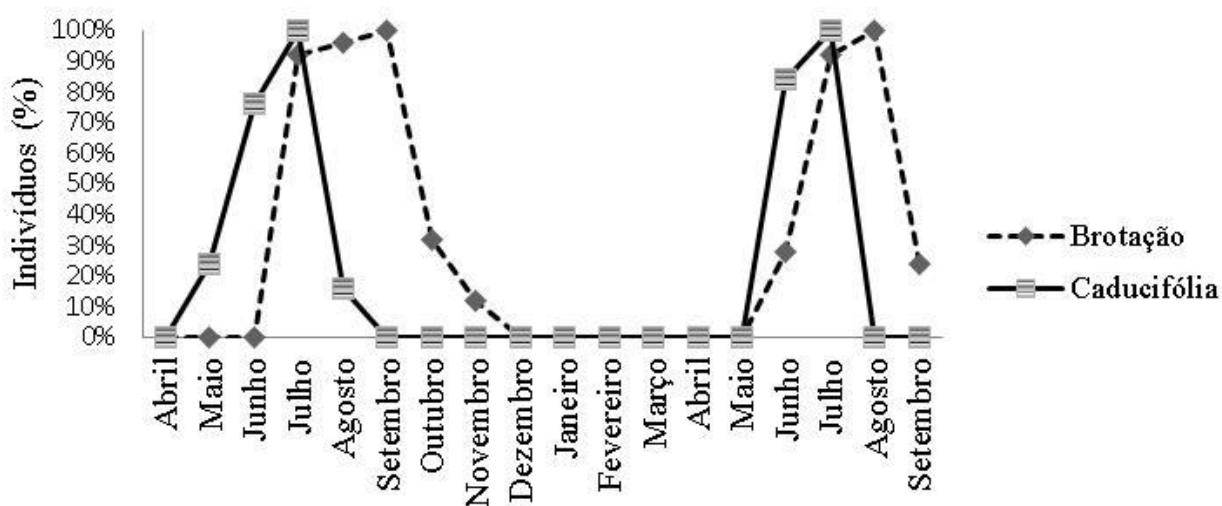


Figura 4 - Fenograma dos períodos de brotação foliar e caducifolia em *Campomanesia adamantium* na Fazenda Carambola, Município de Ponta Porã – MS.

No primeiro ano, nas duas primeiras semanas de julho, todas as plantas já haviam perdido suas folhas, o que estaria relacionado com o baixo índice de precipitação, quando se registrou 50,6 mm de chuva e no mesmo período do ano seguinte, 117,4 mm (Figura 3).

As primeiras brotações foliares aparecem logo após a queda das folhas, coincidindo com o início das primeiras chuvas. Freitas e Oliveira (2002) estudando *Copaifera langsdorffii* observaram que o pico de renovação das folhas ocorreu em sequência à perda das mesmas, na transição entre a estação seca e chuvosa, coincidindo também, com o aumento do índice de precipitação.

3.2. Biologia Floral - As flores de *C. adamantium* apresentam coloração esbranquiçada com flores axilares isoladas, pedicelos glabros, pentâmeras, dialipétalas, sépalas triangulares, agudas, ciliadas; pétalas ovais, conchiformes, androceu com muitos estames, anteras pequenas e rimosas, ovário ínfero, placentação axial, estigma captado (Ferreira 1972) (Figura 5).



Figura 5. Flor de *Campomanesia adamantium* coletada na Fazenda Carambola, localizada no Município de Ponta Porã/MS.

A antese é do tipo Psidium, pois os filamentos estaminais e o estilete se expandem juntamente com o desabrochar das pétalas durante a abertura floral (Proença e Gibbs 1994).

Suas folhas são simples, opostas, ovais ou elípticas, membranáceas, com base aguda à obtusa, apresentando ápice agudo com cerca de 4 cm de comprimento e 2 cm de largura (Durigan 2004).

A antese é de ocorrência matutina, com o estigma estando receptivo até aproximadamente 13h, quando este se apresentava mais viscoso e úmido.

Borém (2009) estudando a *C. pubescens* observou a viabilidade do estigma até as 15h. Nas Myrtaceae em geral, a abertura das flores ocorre usualmente no início da manhã (entre 04h e 06h) com a viabilidade floral sendo de apenas um dia (Proença e Gibbs 1994; Fidalgo 2002).

Em *C. adamantium* os recursos florais oferecidos aos seus visitantes, foram o pólen e o néctar. A presença de néctar foi identificado de forma indireta devido a pouca quantidade, sendo inferida subjetivamente em função do comportamento das moscas da Família Muscidae e de abelhas *Exomalopsis* sp, que buscavam esse recurso no fundo do cálice floral.

Segundo Silva (2006) moscas, abelhas ou mesmo borboletas, podem ser incluídas entre consumidores de néctar. Para Proctor e Yeo (1973), Sazima (1978) e Larson *et al* (2001) in Silva e Pinheiro (2007), algumas espécies de dípteros podem atuar tanto como polinizadores quanto pilhadores dos recursos florais.

As flores apresentaram aroma adocicado, percebido desde as primeiras horas de observação do dia até às 11h. Para Faegri e Pijl (1979), o odor constitui um importante atrativo como fator de reconhecimento a longa distância pelos polinizadores e a cor, a

curta distância. O mesmo princípio foi registrado por Ramos (2013), para as abelhas Euglosina dos gêneros *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*.

O odor, combinado com a cor branca das flores em contraste com a folhagem agiram como atrativos a longa e curta distância, para os visitantes de *C. adamantium*, mas ao final da tarde as flores apresentavam sinais de senescência com ausência total de pólen, odor, anteras escurecidas, sépalas murchas e retorcidas caindo ao final do dia.

Flores não polinizadas foram abortadas entre dois e três dias. Nas polinizadas, o desenvolvimento do fruto é rápido e cerca de 15 dias após a fecundação, é observado a presença do fruto.

3.3. Sistema reprodutivo - A fenofase fruto maduro foi atingida para a xenogamia, autopolinização espontânea, geitonogamia e autopolinização manual. Para apomixia não foram obtidos frutos. Os resultados obtidos para xenogâmia (Tabela 1) indicam a necessidade de um elemento transferidor de pólen xenogâmico para uma produção significativa de frutos.

Tabela 1: Testes de polinização, obtidos em plantas de *Campomanesia adamantium*, na Fazenda Carambola, Município de Ponta Porã – MS.

Testes reprodutivos	Flores fecundadas (%)	Frutos maduros (%)
Controle (polinização natural)	65	60
Xenogamia (polinização cruzada)	65	45
Autopolinização manual	25	10
Autopolinização espontânea	15	10
Apomixia	0	0
Geitonogamia	20	5
Índice de autoincompatibilidade (ISI)		0.22
Índice de autopolinização espontânea (ISA)		1.0
Eficácia reprodutiva (ER)		1.33

A diferença na produção de frutos entre a polinização aberta e xenogamia, indica a efetividade dos visitantes florais como polinizadores por depositarem quantidades adequadas de pólen no estigma da flor, já nos testes realizados manualmente, a quantidade utilizada de pólen nem sempre seria suficiente para o desenvolvimento completo do fruto, aumentando a taxa de frutos abortivos, em relação ao produzido por polinização aberta (Schuster *et al* 1993; Polatto e Alves-Junior 2009).

Os abortos florais avaliados até o 10^o dia (fruto visível) após a deposição do pólen na antera ocorreram entre o 2^o e o 10^o dia. Para apomixia ocorreu 100% dos abortos até o 6^o dia, o mesmo acontecendo para autopolinização manual com (75%), sem perdas posteriores. Nos testes de polinização aberta (controle) (35%), geitonogamia (90%), autopolinização espontânea (85%) e xenogamia (35%), os abortos foram constantes nos 10 primeiros dias de desenvolvimento (Figura 6).

Seavey e Bawa (1986) sugerem que abortos de frutos com origem endogâmica, pode ser consequência do desenvolvimento de poucos óvulos fertilizados. Em muitos casos, a produção agrícola reduzida ou os frutos deformados, são resultantes da polinização insuficiente e não da falta de insumos agroquímicos (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva 2010; Giannini *et al* 2012).

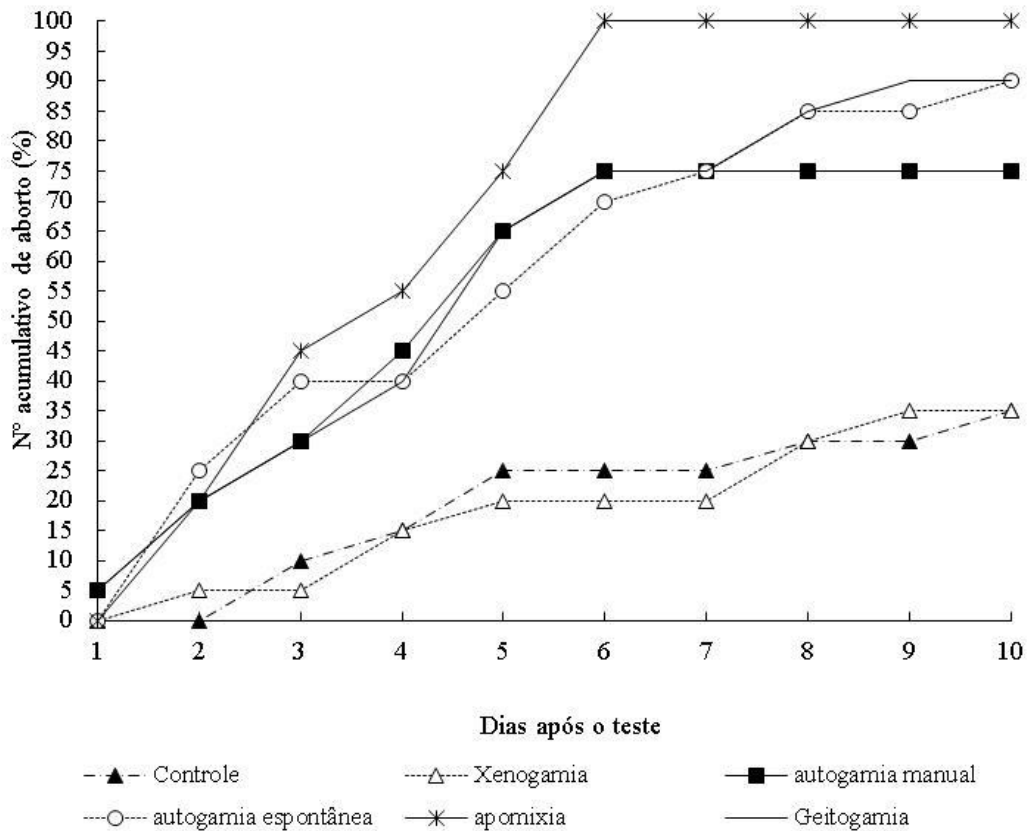


Figura 6 - Frequência cumulativa de abortos de frutos nos testes reprodutivos realizados em *Campomanesia adamantium*, como consequência do insucesso na polinização, na Fazenda Carambola, Município de Ponta Porã – MS.

De acordo com Oliveira e Gibbs (2000), com ISI menor que 0,25, a planta é considerada autoincompatível. Os resultados para *C. adamantium* (ISI = 0,22), para a polinização manual, sugere ser ela autoincompatível.

Borém (2009) relata que a germinação de sementes de *C. pubescens*, de frutos oriundos de flores isoladas não ocorreu, tendo sido observada apenas a germinação de sementes oriundas de flores não isoladas, assim, a falta de polinizadores não impede a geração de sementes e frutos em *C. adamantium*, mas não pode garantir a viabilidade das mesmas, caracterizando a planta como alógama.

Campomanesia adamantium apresentou Eficácia Reprodutiva elevada com a visita de agentes polinizadores. A abelha exótica *A. mellifera* foi o principal polinizador de *C. adamantium* (Figura 7), indicando grande adaptabilidade entre a planta e essa espécie de abelha.

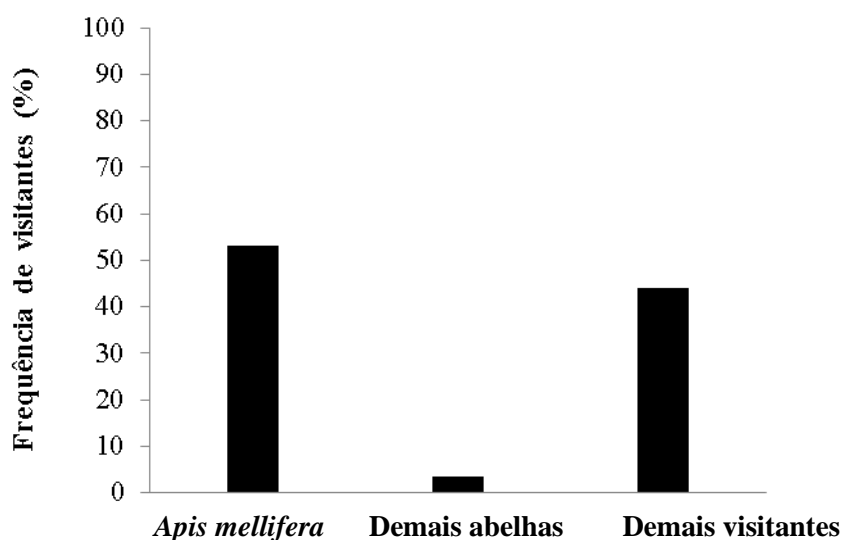


Figura 7 – Frequência da *Apis mellifera* em relação aos demais grupos, em *Campomanesia adamantium*, na Fazenda Carambola, Município de Ponta Porã – MS.

A interação entre abelhas e plantas garantiu aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, que constitui uma importante adaptação evolutiva aumentando o vigor das espécies, possibilitando novas combinações de fatores genéticos e aumentando a produção de frutos e sementes (Couto e Couto 2002).

Campomanesia adamantium teve como recurso principal para seus visitantes o pólen, atraindo grande quantidade de coletores, o que rapidamente limitou a sua disponibilidade nas flores. Entre seis a sete visitas, foram suficientes para a redução significativa na quantidade do pólen disponível, estando totalmente ausente nas anteras

após as 12h e como consequência, houve redução na frequência dos visitantes nas flores, interferindo significativamente na eficiência de outros polinizadores.

A maioria das visitas foi realizada por *A. mellifera*, e por transitarem intensamente entre as estruturas reprodutivas das flores (*in loco*), foram consideradas polinizadores efetivos. Essas abelhas visitavam de três a cinco flores por planta, possibilitando a polinização por geitonogamia, e também transportando pólen para outras plantas, pólen xenogâmico, garantindo o sucesso da polinização.

4. CONCLUSÃO

Campomanesia adamantium apresenta pico de floração no período de setembro a outubro; a antese ocorre por volta das 05h e as flores permanecem abertas durante todo o dia, apresentando significativos sinais de senescência final da tarde, com ausência total de pólen e odor; o estigma encontra-se receptivo, até aproximadamente 13h; o processo de desenvolvimento desde a antese até a presença de frutos maduros tem duração de aproximadamente 63 dias; os recursos oferecidos aos visitantes são o pólen e néctar, ainda que o néctar em pequenas quantidades, atraindo um grande número de visitantes as suas flores durante o período da manhã; a estrutura da flor e sua coloração branca atuam também na atração dos visitantes florais.

Campomanesia adamantium apresenta eficácia reprodutiva elevada, garantida pela alta eficiência dos polinizadores, tendo atualmente na espécie exótica *A. mellifera*, seu principal polinizador; em todos os sistemas de reprodução avaliados, com exceção da apomixia, a fenofase de fruto maduro é atingida, entretanto, a polinização cruzada (xenogamia) apresenta os maiores índices de sucesso, sendo as abelhas os principais agentes transferidores de pólen, garantindo o fluxo gênico entre os indivíduos de *C. adamantium*; foi observado que o início do processo de floração ocorre logo após o

final do período seco, e o auge do processo de frutificação coincidiu com o início das precipitações.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

Borém RAT (2009) Biologia reprodutiva de *Campomanesia pubescens* Mart. (Myrtaceae) uma espécie arbustiva dos cerrados do Brasil e sua ocorrência no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito. In: III Congresso Latino Americano de Ecologia, 3, São Lourenço- MG. Anais. São Lourenço: Associação Brasileira de Ecologia, 1 CD-ROM.

Couto RHN, Couto LA (2002) *Apicultura: manejo e produtos*. 2 ed. FUNEP. Jaboticabal, Brasil. 191 pp.

Dafni A (1992) *Pollination ecology: a practical approach*. IRL, Oxford, 250 pp.

Durigan G, Baitello JB, Franco GADC, Siqueira MF (2004) *Plantas do cerrado paulista: imagens de uma paisagem ameaçada*. Páginas & Letras. São Paulo, Brasil. 475 pp.

Dousseau RS, Alvarnga AA, Guimarães RM, Silva T, Telde L, Custódio N, Chaves IS (2011) Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. *Ciência Rural*. 41: 1362-1368.

Faegri K, Pijl L (1979) *The principles of pollination ecology*. 3ª ed. Pergamon Press. Oxford, New York, 244 pp.

Ferreira MB (1972) Frutos comestíveis nativos do D.F.: gabiobas, pitangas e araçás. *Cerrado Brasília*. 4: 11-16.

Fidalgo AO (2002) Interação entre abelhas e plantas da família Myrtaceae numa floresta de planície litorânea em Ubatuba. SP, Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Fidalgo AO, Kleinert AMP (2009) Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: is there a syndrome associated with buzz-pollination? *New Zealand Journal of Botany*. 47: 355-365.
- Freitas CV, Oliveira PE (2002) Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica*. 25: 311-321.
- Giannini TC, Acosta AL, Garófalo CA, Saraiva AM, Alves dos Santos I, Imperatriz-Fonseca VL (2012) Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*. 244:127- 131.
- Gleeson SK (1981) Character displacement in flowering phenologies. *Oecologia*. 51: 294-295.
- Gouveia GP, Felfili JM (1998) Fenologia de comunidades de Cerrado e mata de galeria no Brasil Central. *Revista Árvore*. 22: 443-450.
- Gusson E, Sebbenna M, Kageyama PY (2006) Sistema de reprodução em populações de *Eschweilera ovata* (Cambess.) Miers. *Revista Árvore*. 4: 491-502.
- INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 05/01/2015.
- Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P (2010) As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*. 10: 59- 62.
- Joly AB (1993) *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. Companhia Editora Nacional. São Paulo, Brasil. 777 pp.
- Kawasaki ML (1989) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais, Myrtaceae. *Boletim de Botânica USP 11*: 121-170.
- Kearns CA, Inouye DW (1993) *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot.

- Nakagawa M, Itiotka T, Momose K, Yumoto T, Komai F, Morimoto K, Jordal BH, Kato M, Kaling H, Hamid AA, Inoue T, Nakashizuka T (2003) Resource use of insect seed predators during general flowering and seeding events in a Bornean dipterocarp rain forest. *Bulletin of Entomological Research*. 93: 455-466.
- Oliveira PE, Gibbs PE (2000) Reproductive biology of wood plants in Cerrado community of Central Brazil. *Flora*. 195: 311-329.
- Oliveira PE (1994) Aspectos da reprodução de plantas do Cerrado e conservação. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*. 1: 34-45.
- Proença CEB, Gibbs PE (1994) Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brasil. *New Phytologist*. 126: 343-354.
- Polatto LP, Alves-Junior VV (2009) Sistema reprodutivo de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Revista Árvore*. 33: 289-296.
- Ribeiro JELS, Hopkins MJG, Vicentini A, Sothers CA, Costa MAS, Brito JM, Souza MAD, Martins LHP, Lohmann LG, Assuncao PACL, Pereira EC, Silva CF, Mesquita MR, Procópio LC (1999) *Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA. Manaus, Brasil. 816 pp.
- Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ (1993) The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24: 353-377.
- Schuster A, Noy-Meir I, Heyn CC, Dafni A (1993) Pollination-dependent female reproductive success in a self-compatible outcrosser, *Asphodelus aestivus* Brot. *New Phytologist*. 123: 165-174.
- Sciamarelli A, Pereira JG, Koch I, Pires JSR (2009) Avaliação temporal das formações vegetacionais nativas da micro bacia do Córrego da Madeira, Dourados, MS. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Natal, Brasil. pp 1521-1528.

Seavey SR, Bawa KS(1986) Late-acting self-incompatibility in Angiosperms. *Botanical Review*. 52: 195-219.

Silva AG (2006) Relações entre plantas e polinizadores - uma abordagem para o cerrado em comparação com outras formações vegetais. *Natureza on line* 4: 14-24.

Silva ALG, Pinheiro MCB (2007) Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta botânica*. 21: 235-247.

Silva EP, Vilas Boas EVB, Rodrigues LJ, Siqueira HH (2009) Caracterização física, química e fisiológica da gabioba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 29(4): 803-809.

Sobrevila C, Arroyo MTK (1982) Breeding systems in a montane tropical cloud forest in Venezuela. *Plant Systematics and Evolution*. 140: 19-37.

Zavatini JA (1992) Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. Geografia. Rio Claro: IGCE/ UNESP. 17: 65-91.

CAPÍTULO II

COMPORTAMENTO E DIVERSIDADE DOS VISITANTES FLORAIS EM *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE EM ÁREA DE CERRADO

COMPORTAMENTO E DIVERSIDADE DOS VISITANTES FLORAIS DE
Campomanesia adamantium (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE

M. Nucci¹; V. V. Alves-Junior²

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-970, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mateusnucci@gmail.com, Tel: (67) 9916-1455.

²Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

RESUMO: A identificação e o estudo dos polinizadores, considerando seu papel nesse serviço ecossistêmico, são de extrema importância para que sejam traçadas alternativas de manejo adequadas para os mesmos. Assim, objetivou-se avaliar a diversidade e o comportamento dos visitantes florais em *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg, (guavira) e como atuam no processo e sucesso dessa atividade. As observações e coletas dos visitantes florais aconteceram entre setembro e outubro/2010, nos 15 primeiros minutos de cada hora, entre as 06h00min e 19h15min. Foram amostradas 31 espécies entre as Ordens: Hymenoptera (79,30%), Coleoptera (11,34%), Diptera (9,1%) e Hemiptera (0,24%). Dos Hymenoptera, foram considerados dominantes: *Apis mellifera* (Linnaeus 1758) africanizada, *Brachygastra lecheguana* (Latreille 1824) e *Trachymyrmex* sp.. O forrageamento foi mais intenso das 07h00min as 10h00min e com menor atividade, após as 13h00min. Os insetos procuraram a planta em busca de pólen e néctar, sendo o pólen, o principal recurso oferecido. Entre os polinizadores destacaram-se *A. mellifera* africanizada, devido ao seu comportamento e em relação a sua frequência e abundância, representando 53,24% dos visitantes e estando presente nas flores de *C. adamantium*, durante todo o período de observação. As vespas, formigas e os coleópteros observados estavam associados à atividade de herbivoria dos tecidos florais.

Palavras chave: Polinização. Serviços ecossistêmicos. Abelhas africanizadas. Guavira.

BEHAVIOR AND DIVERSITY OF FLORAL VISITORS TO *Campomanesia adamantium* (CAMBESSÉDES) O. Berg – MYRTACEAE

ABSTRACT: Considering the important roles of pollinators in ecosystem services, their identifications as well as studies of their behavior will be extremely important in terms of aiding their adequate preservation and management. We examined the diversity and behavior of the floral visitors to *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg ("guavira"). Observations and collections were made between September and October/2011 for the first 15 min. of every hour between 06:00 and 19:15. A total of 31 species belonging to the orders Hymenoptera (79.30%), Coleoptera (11.34%), Diptera (9.1%), and Hemiptera (0.24%) were encountered. Among the Hymenoptera, Africanized *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, and *Trachymyrmex* sp. were considered dominant. Foraging was most intense between 07:00 and 10:00, with decreased activity after 13:00. The insects visited the plants in search of pollen and nectar, with pollen being the principal resource offered. Among the pollinators, Africanized *Apis mellifera* stood out due to their behavior, frequency of visitation, abundance (being responsible for 53.24% of all floral visits), and their constant presence on *Campomanesia adamantium* flowers during the entire observation period. Wasps, ants, and Coleopterans were associated with predation of floral tissues.

Key-words: Pollination. Ecosystem services. Africanized bees. Guavira.

**COMPORTAMIENTO Y DIVERSIDAD DE VISITANTES FLORALES
Campomanesia adamantium (CAMBESSÉDES) O. Berg - MYRTACEAE**

RESUMEN: Los polinizadores tienen un importante papel en servicios de los ecosistemas y, en consecuencia, su identificación y estudio son extremadamente importantes para ayudar a su adecuada preservación y manejo. Con el objetivo de evaluar la diversidad y el comportamiento de los visitantes florales en *Campomanesia adamantium* (Guavira) y cómo actúan en el proceso y el éxito de esta actividad, se hicieron observaciones y recolecciones entre septiembre y octubre /2011, en los primeros 15 minutos de cada hora entre las 06h00min y 19h15min. Se tomaron muestras de 31 especies de los órdenes: Hymenoptera (79,30%), Coleoptera (11,34%),

Diptera (9,1%) y Hemiptera (0,24%). De Hymenoptera fueron considerados dominantes: *Apis mellifera* africanizada, *Brachygastra lecheguana* y *Trachymyrmex* sp.. El forrajeo fue más intenso a las 7:00-10:00 y la menor actividad, después de las 13:00. Los insectos procuraran la planta en busca de polen y néctar y polen, siendo la característica principal que lo ofrecen. Entre los polinizadores se destacaron la abeja africanizada *A. mellifera* debido a su comportamiento y en relación a su frecuencia y abundancia, lo que representa 53,24% de visitantes y que están presentes en las flores *Campomanesia adamantium* durante todo el período de observación. Avispas, hormigas y coleópteros fueron asociados con la actividad herbivoría de tejidos florales.

Palabras clave: Polinización. Servicios Ecosistêmicos. Abejas africanizadas. Guavira

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta grande variação de estrutura e composição florística, produto da interação entre solo, clima e topografia (Oliveira-Filho *et al* 1989), possuindo a flora mais rica em plantas vasculares do planeta, excetuando-se algumas poucas regiões de Florestas Tropicais (Eiten 1994). Estratégias que contemplem sua conservação agregam aspectos econômicos e sociais, como a conservação da diversidade para uso farmacêutico, manutenção e regularização dos mananciais hídricos, exploração dos recursos múltiplos como produção de mel, madeira, plantas ornamentais, medicinais e frutíferas (Godoy & Bawa 1993; Godoy *et al* 1993).

Várias de suas plantas são utilizadas na alimentação humana, entre elas encontram-se as da família Myrtaceae com cerca de 140 gêneros e mais de 3000 espécies (Joly 1993, Ribeiro 1999).

Uma das espécies dessa família, *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg, conhecida como guavira ou guabiroba, pertence a essa família, é abundante no Cerrado e apresenta frutos que podem ser consumidos “*in natura*” ou processados (Avidos & Ferreira 2000).

Os polinizadores das Myrtaceae são muito diversificados e espécies com flores não especializadas, recebem uma grande diversidade de animais, sendo as abelhas, seus principais polinizadores (Beardsell *et al* 1993; Proença & Gibbs 1994; Nic-Lughadha & Proença 1996), no entanto, visitar uma flor não é suficiente para um visitante floral ser considerado como um polinizador (Polatto *et al* 2012), para ser considerado um

polinizador, algumas condições devem ser cumpridas segundo Fenster *et al* (2004): 1. A proporção de espécies de visitantes vetores de pólen; 2. A frequência com que cada espécie de visitante entra em contato com anteras e estigmas; 3. A frequência de visitas que resultam em deposição do pólen nos estigmas de cada espécie vegetal; 4. O número de grãos de pólen depositados por visita na mesma flor e nas flores subsequentemente forrageadas, favorecendo ou não o fluxo gênico; 5. A quantidade de pólen removido das anteras e depositado nos estigmas; 6. A produção de frutos e de sementes, por visita, para cada espécie de visitante considerada; 7. Fatores intrínsecos da planta, como a viabilidade do pólen e a existência ou não de autocompatibilidade.

Nas pesquisas sobre biologia da polinização existe a ideia frequentemente difundida de que as interações entre plantas e seus polinizadores são resultantes da evolução convergente dos atributos florais, em relação a pressão exercida pelos polinizadores (Johnson *et al* 1998; Fenster *et al* 2004; Goldblatt *et al* 2004; Perez *et al* 2006; Alcantara & Lohmann 2010; Curti & Ortega-Baes 2011).

Para Curti & Ortega-Baes (2011) o conjunto de caracteres florais facilita (generalistas) ou restringe (especialista) o forrageio de determinados animais. Fenster *et al* (2004) caracterizaram a existência de especialização floral em uma espécie de planta, quando ela for forrageada em 75% dos casos, ou mais vezes, por um único grupo funcional de visitantes florais.

Para Johnson & Steiner (2000), plantas de longa duração, como as perenes ou as de reprodução vegetativa, seriam mais resistentes aos riscos advindos da especialização, enquanto a generalização deveria ser esperada em plantas de ciclo curto, além de outras dependentes das sementes para a sua reprodução, criando para Bond (1994) e Kearns *et al* (1998), preocupação com os impactos das alterações causadas nos ecossistemas, por não se saber se isso poderá levar ao colapso geral dos sistemas de polinização. Entretanto as plantas com sistema especialista se tornariam mais vulneráveis por possuírem poucas espécies como polinizadores, enquanto as generalistas, resistentes a perda de algumas espécies de polinizadores (Bond 1994).

A redução das áreas naturais vem eliminando locais de nidificação e reduzindo a disponibilidade dos recursos necessários para a sobrevivência das abelhas, em função da crescente degradação ambiental, influenciando diretamente na diversidade e tamanho das populações. A identificação dos visitantes florais e o estudo do seu papel na

polinização, são de extrema importância para que sejam traçadas alternativas de manejo adequadas das mesmas, reduzindo os danos devido sua escassez. Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar a diversidade e o comportamento dos visitantes florais de *C. adamantium*, e identificar dentre eles, o(s) polinizador(es) efetivos e como atuam no processo e no sucesso dessa atividade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo - O estudo foi desenvolvido em bordas de um fragmento de Cerrado com aproximadamente 4 hectares, pertencente à fazenda Carambola, situado na latitude de 22°36'29,61" S, longitude de 55°37'08,69" O, (Fig. 1) no Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. O clima da região é do tipo Aw (tropical de altitude) de acordo com a classificação de Zavatini (1992). O mês de fevereiro é considerado o mais quente, com temperatura média de 23,6°C, e o mês mais frio é julho, com média de 16,4°C. A precipitação média anual é de 1.660 mm, sem estação seca, mas com verões mais úmidos que os invernos. O mês mais chuvoso é o de novembro, com média de 212 mm, enquanto o mês mais seco é julho, com média de 55 mm (dados fornecidos pelo INMET 2015).



Figura 1- Localização da área de estudo na Fazenda Carambola, localizada no município de Ponta Porã-MS (Fonte Google Earth, 2016).

O fragmento de Cerrado em questão apresenta um solo pedregoso e o entorno da área de estudo apresentava lavouras de soja e de milho, sofrendo impacto direto dos agrotóxicos utilizados nas culturas.

Os indivíduos de *C. adamantium* avaliados ocorriam, em moitas distantes entre si entre 5 m a 150 metros. A vegetação geral da área de estudo, constituía-se de arbustos e semi-arbustos típicos do Cerrado, com predominância de duas espécies de guavira (*C. adamantium* e *Campomanesia* sp.) com outras árvores de médio porte.

Método de coleta

As capturas foram desenvolvidas nos primeiros 15 minutos de cada hora, entre as 06h00min e 18h15min, durante 8 dias em diferentes plantas de *C. adamantium* aleatoriamente definidas, e em floração plena. Nos demais 45 minutos, foi avaliado o comportamento dos visitantes, em número indeterminado de flores de outras plantas, com o observador situado a uma distância entre 1,5 a 2,0 metros, fazendo o uso de um binóculo, para que sua presença tivesse menor interferência possível na atividade dos visitantes florais (modificado de Polatto & Alves-Junior 2008).

Os visitantes florais foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila, separados em relação ao período de coleta, transportados ao Laboratório de Apicultura (LAP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados-MS (UFGD), preparados e identificados com auxílio de literatura especializada, ou de especialistas. Exemplares testemunhas encontram-se depositados na “Coleção de Abelhas” do LAP/FCBA/UFGD e posteriormente, no Museu da Biodiversidade MuBio, da FCBA/UFGD.

O comportamento dos visitantes foi categorizado de acordo com Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), e a análise faunística para definir as classes de abundância, frequência, constância e dominância, foi desenvolvida de acordo com Silveira Neto *et al* (1976), Thomazini & Thomazini (2002), Polatto *et al* (2012).

Para definir as classes de abundância foi determinado o intervalo de confiança (IC) para a média do número de indivíduos coletados por espécie ao longo do dia, a 95% e a 99% de probabilidade de sucesso (Kaps & Lamberson 2004), estabelecendo-se as seguintes classes: ma = muito abundante (número de indivíduos de uma mesma espécie, maior que o limite superior do IC a 99%); a = abundante (número de indivíduos entre os limites superiores do IC a 95% e a 99%); c = comum (número de indivíduos

dentro do IC a 95%); d = dispersa (número de indivíduos entre os limites inferiores do IC a 95% e a 99%) e r = rara (número de indivíduos menor que o limite inferior do IC a 99%).

Para estabelecer as classes de frequência, foi determinado o IC para a média dos indivíduos coletados por espécies, com 95% de probabilidade (Kaps & Lamberson 2004), sendo: mf = muito frequente (frequência maior que o limite superior do IC a 95%); f = frequente (frequência dentro do IC a 95%) e pf = pouco frequente (frequência menor que o limite inferior do IC a 95%), Thomazini & Thomazini (2002), Polatto *et al* (2007).

Avaliou-se a porcentagem de coletas que continham uma determinada espécie, calculando-se a constância pela fórmula: $C = (n^{\circ} \text{ coletas da espécie } X / n^{\circ} \text{ total de coletas}) \times 100$, permitindo estabelecer a seguinte classificação: constante = constância da espécie maior ou igual a 50%; acessória = constância variando de 25% a 49%; acidental = constância inferior a 25% (Dajóz 1973).

Uma espécie foi considerada dominante quando o valor da frequência relativa em relação aos forrageios excedeu em mais de 50% o limite calculado pela fórmula: $D = (1 / n^{\circ} \text{ total de espécies coletadas}) \times (100)$, (Silveira Neto *et al* 1976). Segundo Kato *et al* (1952) e Silveira Neto *et al* (1976), as espécies dominantes possuem a capacidade de modificar em seu benefício, os impactos recebidos do ambiente, podendo assim, provocar o aparecimento ou o desaparecimento de outros organismos.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram capturados 802 indivíduos de 31 espécies, forrageando as flores de *C. adamantium* e registradas as seguintes ordens: Hymenoptera (79,30%), Coleoptera (11,34%), Diptera (9,1%) e Hemiptera (0,24%).

Dentre os Hymenoptera, *A. mellifera* africanizada, *Brachygastra lecheguana* (Latreille 1824) e *Trachymyrmex* sp., foram considerados dominantes (Tabela 1).

Ordens taxonômicas em						
acordo com as Famílias	Total	%	Frequência	Abundância	Constância	Dominância
Hymenoptera						
APIDAE						
<i>Apis mellifera</i>	427	53,24	mf	Ma	W	D
<i>Exomalopsis</i> sp.	17	2,11	F	C	W	ND
<i>Melipona quinquefasciata</i>	1	0,12	F	C	Z	ND
<i>Megachilidae</i> sp.	1	0,12	F	C	Z	ND
<i>Xylocopa</i> sp.	2	0,24	F	C	Z	ND
HALICTIDAE						
Halictidae sp. 1	4	0,49	F	C	Y	ND
Halictidae sp. 2	1	0,12	F	C	Z	ND
Halictidae sp. 3	1	0,12	F	C	Z	ND
Halictidae sp. 4	1	0,12	F	C	Z	ND
VESPIDAE						
<i>Brachygastra lecheguana</i>	83	10,34	mf	Ma	W	D
<i>Polybia ignobilis</i>	21	2,61	F	C	W	ND
<i>Polybia occidentalis</i>	8	0,99	F	C	Y	ND
Eumeninae sp.	12	1,49	F	C	Y	ND
<i>Polybia chrysotorax</i>	2	0,24	F	C	Z	ND
FORMICIDAE						
<i>Camponotus blandus</i>	6	0,74	F	C	Y	ND
<i>Trachymyrmex</i> sp.	47	5,86	F	C	W	D
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	2	0,24	F	C	Z	ND
DIPTERA						
Syrphidae sp. 1	3	0,37	F	C	Z	ND
Syrphidae sp. 2	6	0,74	F	C	Y	ND
Syrphidae sp. 3	3	0,37	F	C	Y	ND
Muscidae sp.	61	7,60	mf	Ma	W	D

COLEOPTERA

<i>Diabrotica speciosa</i>	29	3,61	F	C	W	D
<i>Lagria villosa</i>	3	0,37	F	C	Z	ND
Tenebrionidae sp.1	25	3,11	F	C	W	ND
Tenebrionidae sp. 2	4	0,49	F	C	Y	ND
<i>Hippodamia convergens</i>	9	1,12	F	C	W	ND
Chrysomelidae sp.1	18	2,24	F	C	W	ND
<i>Naupactus</i> sp.	1	0,12	F	C	Z	ND
<i>Astylus variegatus</i>	1	0,12	F	C	Z	ND
Chrysomelidae sp. 2	1	0,12	F	C	Z	ND

HEMIPTERA

Pentatomidae sp.	2	0,24	F	C	Z	ND
------------------	---	------	---	---	---	----

Tabela 1. Análise faunística dos visitantes florais capturados em flores de *C. adamantium*, na fazenda Carambola, Município de Ponta Porã-MS (mf = muito frequente; F = frequente; Ma = muito abundante; C = comum; W = constante; Z = acidental; Y = acessória; D = dominante; ND = não dominante).

As três espécies de Hymenoptera dominantes foram registradas em todos os horários de coleta, exceto após as 18h00min (Tabela 2).

Intervalo dos horários de observações

Visitantes florais	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	Total
<i>Apis mellifera</i>	49	84	83	73	49	42	32	6	4	2	2	1	-	427
<i>Exomalopsis</i> sp.	-	-	1	4	4	5	2	-	-	1	-	-	-	17
<i>Melipona quinquefasciata</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Halictidae sp. 1	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	4
Halictidae sp. 2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Halictidae sp. 3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Halictidae sp. 4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

<i>Megachilidae</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Xylocopa</i> sp.	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Brachygastra lecheguana</i> .	-	3	10	17	4	7	10	5	6	9	8	4	-	83
<i>Polybia ignobilis</i>	1	3	3	1	3	-	3	1	2	-	1	3	-	21
<i>Polybia occidentalis</i>	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3	1	-	8
Eumeninae sp.	-	-	-	-	4	-	6	1	-	-	-	1	-	12
<i>Polybia chrysotorax</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Camponotus blandus</i>		-	-	-	-	1	1	2	1	1	-	-	-	6
<i>Trachymyrmex</i> sp.	2	1	6	9	4	1	3	9	6	4	1	1	-	47
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2
Syrphidae sp. 1	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
Syrphidae sp. 2	-	-	1	1	2	-	1	-	1	-	-	-	-	6
Muscidae sp.	2	8	3	16	7	11	2	3	2	2	3	2	-	61
Syrphidae sp. 3	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	3
<i>Diabrotica speciosa</i>	1	1	1	2	5	6	3	1	3	3	2	1	-	29
<i>Lagria villosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	3
Tenebrionidae sp.1	-	1	4	-	-	2	2	6	-	6	3	1	-	25
Tenebrionidae sp. 2	1	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Hippodamia convergens</i>	-	1	-	-	1	-	-	2	1	2	2	-	-	9
Chrysomelidae sp. 1	-	2	-	-	3	1	-	3	3	1	2	3	-	18
<i>Naupactus</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Astylus variegatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Chrysomelidae sp. 2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pentatomidae sp.	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Total de visitantes	58	105	117	131	92	82	66	40	32	33	28	18	-	802

Tabela 2. Diversidade de insetos capturados ao longo dos dias de avaliação em flores de *Campomanesia adamantium*, na fazenda Carambola, Município de Ponta Porã-MS, no período de floração plena.

As visitas ocorreram desde as primeiras horas de observação até o entardecer, não havendo mais registros após as 18h00min. Nos dias de avaliação, a luminosidade média foi de 10,3 Klux, coincidindo parcialmente com o período de maior atividade dos visitantes florais (Fig. 2).

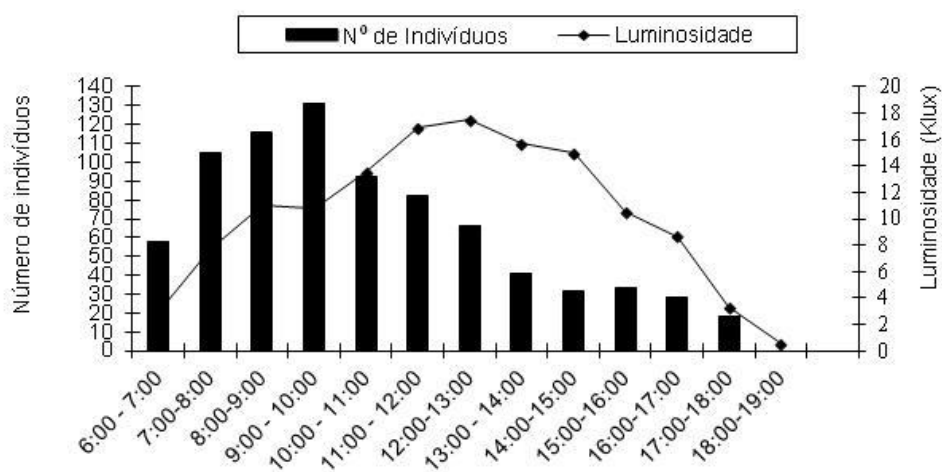


Fig. 2 Valores médios de luminosidade (Klux) e a frequência absoluta de insetos capturados em *C. adamantium* durante floração plena, de acordo com os intervalos de horas determinados, na fazenda Carambola, Município de Ponta Porã-MS.

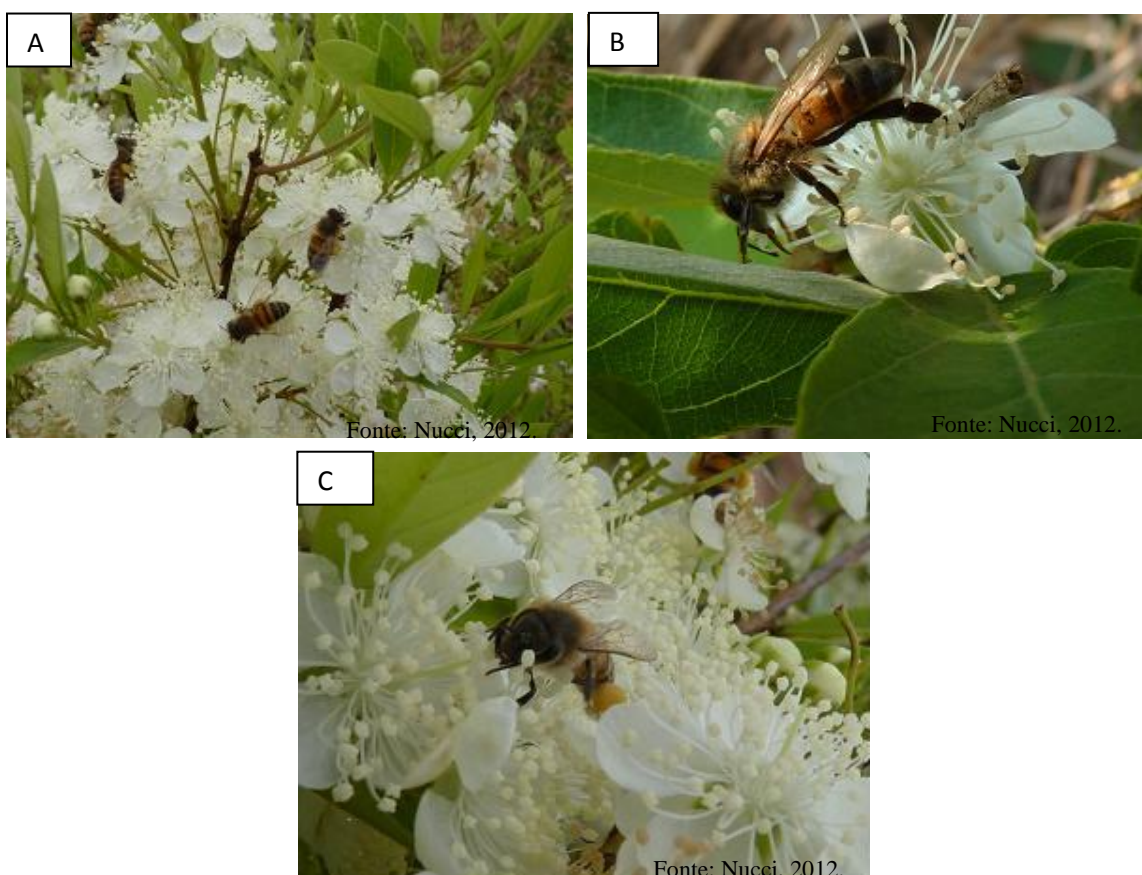
A frequência dos forrageios foi crescente entre as 06h00min até as 10h00min, com o pico entre 09h00min e 10h00min. Posteriormente se observa uma constante redução nas visitas (Fig. 2), o que pode estar relacionado com a deterioração quantitativa dos atrativos florais, devido a intensidade do forrageamento ocorrido nas primeiras horas.

Pesquisas já confirmaram que o pico de forrageios geralmente situa-se no período da manhã, que corresponde ao momento em que há maior quantidade de recursos disponíveis nas flores (Roubik 1989; Fidalgo & Kleinert 2007; Polatto *et al* 2007, 2012).

As abelhas *A. mellifera* permaneceram em maior quantidade e mais tempo nas flores, com vários indivíduos forrageando juntos (Fig. 3A), que ao se deslocarem tocavam a região ventral do tórax e do abdômen no estigma (Fig. 3B e 3C). Com movimentos rápidos das pernas, coletavam o pólen nas anteras, dispersando uma boa quantidade sobre a flor. Elas visitavam de quatro a cinco flores/planta permitindo a

troca de pólen entre flores da mesma planta (geitonogamia). A pouca distância entre as plantas permitiu o forrageio em várias delas, desde a 06h00min, com pico de atividade entre as 07h00min e 09h00min (Fig. 4) oportunizando a polinização cruzada, ou xenogamia.

Silva & Pinheiro (2007) estudando quatro espécies de Myrtaceae (*Eugenia uniflora*, *E. puniceifolia*, *E. neonitida* e *E. rotundifolia*), obtiveram resultados relativamente semelhantes para *A. mellifera*, sendo o início do forrageamento por volta das 05h30min, com pico entre 06h00min e 07h00min.



Figs. 3: *A. mellifera* em flores de *C. adamantium*. 3A - Presença de várias *A. mellifera* em atividade de forrageamento; 3B – *A. mellifera* em atividade de forrageamento, tocando a região ventral do tórax e do abdômen com o estigma; 3C– *A. mellifera* em atividade de forrageamento, com grande quantidade de pólen aderido na corbícula.

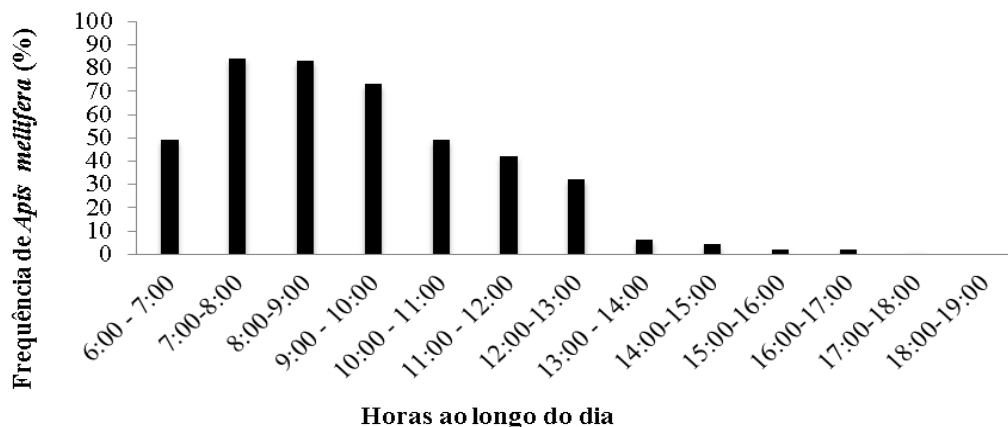


Fig. 4. Frequência relativa de *A. mellifera* em *Campomanesia adamantium* durante floração plena, em relação aos períodos de observação, na fazenda Carambola, Ponta Porã-MS.

Almeida *et al* (2000) relacionam o sucesso da polinização de planta do gênero *Campomanesia* spp. com a atividade da *A. mellifera* e relatam que as espécies desse gênero dependem das abelhas para a efetivação do processo.

De acordo com o observado e os comentários de Almeida *et al* (2000), pode ser sugerido que a *A. mellifera*, estaria competindo diretamente com as abelhas nativas que anteriormente teriam desempenhado essa atividade. Não foram observadas outras abelhas na mesma planta quando a *A. mellifera* estava presente, permitindo inferir que a dominância devido a sua superioridade numérica tenha afastado as abelhas nativas, descartando que o comportamento de defesa da fonte por agressividade em relação às outras abelhas, seria o responsável pela ausência de outras espécies, uma vez que esse comportamento não foi observado para a *A. mellifera*. Malerbo *et al* (1991) observaram nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), que a frequência das abelhas nativas aumenta conforme reduz a de *A. mellifera*.

Para Fidalgo & Kleinert (2009) a *A. mellifera* modifica o padrão de forrageamento de outros insetos nas flores de algumas espécies de mirtáceas e em *Myrcia multiflora*, a presença dessa abelha, reduz o número de insetos coletores de pólen, com eles apresentando visitas mais rápidas e deixando as flores com a aproximação das mesmas. Entretanto Minussi & Santos (2007) relataram que em flores de abóbora (*Cucurbita maxima*) e de brócolis (*Brassica oleracea*), as espécies nativas

Trigona sp. e três espécies de Halictidae, não se inibiam na presença da *A. mellifera*, atacando a espécie invasora.

Não foi observada competição direta, o que não resultou em comportamento agonístico entre as abelhas nativas e *A. mellifera*, sugerindo que a quantidade de *C. adamantium* que estavam em processo de floração, fornecia uma abundante área de forrageamento para as abelhas.

As abelhas *Exomalopsis* sp. foram constantes (2,11%) (Tabela 1) e consideradas polinizadores de *C. adamantium* devido ao comportamento apresentado, quando ao forragearem nas flores, sempre tocavam nas estruturas reprodutivas favorecendo a polinização, entretanto por apresentarem baixa frequência de visitação foram classificadas como “polinizadores adicionais”. Foi verificado que elas se aproximavam das flores na ausência da *A. mellifera*, mas não apresentavam comportamento de fuga ou interrompiam suas atividades com a chegada das mesmas.

As abelhas do gênero *Xylocopa*, apresentaram uma frequência baixa nas flores da guavira (0,24%) (Tabela 2), mas coletaram pólen intensivamente, tendo sido observado uma grande quantidade do mesmo aderido ao corpo das abelhas. Ao coletarem o pólen, elas tocavam nas estruturas reprodutivas da flor, favorecendo a ocorrência de polinização. Durante suas visitas percorriam de duas a três inflorescências da mesma planta, possibilitando a ocorrência de polinização por geitonogamia.

As formigas não desenvolveram o comportamento de polinizador, utilizaram *C. adamantium* para descanso e herbivoria, e entre elas, *Trachymyrmex* sp. foi a espécie dominante (5,86%) (Tabela 1), sendo encontrada em todos os horários de avaliação, e apresentaram o comportamento de herbivoria de todas as estruturas florais.

Pacheco *et al* (1989) relataram o gênero *Trachymyrmex* como uma das “pragas” para a cultura do eucalipto, por danificarem as gemas iniciais das touças. Mayhe-Nunes & Jaffe (1997) discordam do fato das espécies de *Trachymyrmex* prejudicarem as plantações, ressaltando que espécies desse gênero raramente cortam partes vivas de plantas.

Entretanto, em *C. adamantium* foram observadas operárias de *Trachymyrmex* cortando todas as estruturas da flor, e em alguns casos, cortaram todas as estruturas da planta, restando apenas os ramos.

As vespas visitaram as flores para se alimentarem provavelmente de néctar, e outras, principalmente para realizar a herbivoria dos botões florais, comportamento

observado em *B. lecheguana* que danificavam essa estrutura, provocando o apodrecimento e a queda dos mesmos, podendo vir a prejudicar o desenvolvimento da planta, dependendo da intensidade dessa prática.

Quatro espécies de Diptera foram observadas, três da Família Syrphidae e uma de Muscidae. Entre elas, Muscidae foi dominante (Tabela 1), se locomoveram em toda a superfície da flor buscando néctar e tocando nas estruturas reprodutivas masculinas e femininas “maduras”. Segundo Proctor & Yeo (1973), Sazima (1978), Larson *et al* (2001) in Silva & Pinheiro (2007), algumas espécies de dípteros podem atuar tanto como polinizadores, quanto pilhadores dos recursos florais.

Uma vez que nas análises dos indivíduos não foram observados grãos de pólen aderidos ao corpo dos dípteros, considera-se que não haveria transferência de pólen entre flores em uma mesma planta (geitonogamia) e a também polinização cruzada (xenogamia) em função da atividade dessas moscas em *C. adamantium*. Nesse caso, a autogamia poderia ser favorecida, devido ao comportamento de se deslocarem entre as estruturas reprodutivas de uma mesma flor, podendo ocasionalmente transferir pólen autogâmico, entretanto, testes anteriores para autopolinização em *C. adamantium*, não resultaram em frutificação, dessa forma, essas moscas estariam agindo como pilhadores dos recursos florais.

Foram registradas nove espécies de Coleoptera nas flores de *C. adamantium*, sendo *Diabrotica speciosa* (Germar 1824) a espécie dominante (3,61%) (Tabela 1). Estavam presentes em todos os horários, com maior frequência entre 10h00min e 11h00min (Tabela 2). Apresentavam comportamento de herbivoria dos estames e folhas, não contribuindo para a polinização, uma vez que destruíam as estruturas reprodutivas e que também, não foram detectados grãos de pólen aderidos ao corpo dos indivíduos examinados.

Segundo Gressler *et al* (2006) os relatos sobre visitas de outras espécies de insetos que não as abelhas às flores das mirtáceas brasileiras, são relativamente escassos, e referem-se principalmente, a moscas (em especial Syrphidae), vespas e besouros.

No estudo de *C. adamantium* foram encontrados todos os grupos de visitantes citados acima, entretanto não foi escassa a presença dos mesmos, principalmente para as espécies de vespas (*B. lecheguana*), formiga (*Trachymyrmex* sp.), moscas (Muscidae) e coleópteros (*D. speciosa*), que se apresentaram como dominantes (Tabela 2).

4. CONCLUSÕES

De acordo com a variação encontrada na análise faunística, Hymenoptera são predominantes nas flores de *C. adamantium*, com três espécies consideradas dominantes: *A. mellifera* africanizada, *B. lecheguana* e *Trachymyrmex* sp.

Entre os polinizadores efetivos, podem ser destacados, *A. mellifera* africanizada, *Exomalopsis* sp. e *Xylocopa* sp., em função do comportamento de forrageamento, nas flores de *C. adamantium*.

As vespas, formigas e coleópteros estavam associados à atividade de herbivoria dos tecidos vegetais da flor, não contribuindo com o processo de polinização.

O comportamento como polinizador efetivo de *C. adamantium* e a característica de espécie dominante da *A. mellifera*, uma espécie exótica, indica uma grande adaptação dessa abelha em relação às flores da guavira. Assim devido a intensa atividade dessa abelha, sugere-se que elas tenham deslocado o(s) polinizador(es) nativos da guavira, substituindo-o(s), ou reduzindo extremamente sua(s) atividade(s) na espécie estudada, pois como espécie dominante, podem modificar os impactos recebidos do ambiente em seu benefício, provocando o aparecimento ou o desaparecimento de outros organismos, neste caso, o domínio da área de forrageio.

Observa-se que a baixa frequência das abelhas nativas estaria também relacionada a intensa atividade antrópica na região, o que estaria reduzindo as áreas de nidificação e forrageamento das abelhas pela transformação de matas nativas em áreas de pastagem ou agriculturáveis com queimadas, revolvimento dos solos, aplicação de produtos agrotóxicos, entre outras práticas.

5. AGRADECIMENTO

Ao Professor Dr. Felipe Varussa de Oliveira Lima, da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, pela identificação das abelhas; A professora Dra. Adelita Maria Linzmeier, da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados pela identificação dos coleópteros. Ao Dr. Tiago Henrique Auko pela identificação das vespas. Ao professor Dr. Leandro Pereira Polatto da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) pelas sugestões valiosas durante o desenvolvimento deste

trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida MJO, Naves RV, Ximenes PA (2000) Influência das abelhas (*Apis mellifera*) na polinização da gabioba (*Campomanesia* sp). Pesquisa Agropecuária Tropical 30(2): 25-28.

Avidos DMF, Ferreira LT (2000) Frutos do Cerrado: Preservação gera muitos frutos. Biotecnologia: Ciência & Desenvolvimento. Ano III. N 15. Acessado em 06 de Fevereiro 2015.

Beardsell DV, O'Brien SP, Williams EG, Knox RB, Calder DM (1993) Reproductive Biology of Australian Myrtaceae. *Australian Journal of Botany*: 41(5): 511 – 526. doi:10.1071/BT9930511

Dajóz R (1973) Ecologia Geral. Petrópolis, Vozes; São Paulo, EDUSP, 47p.

Dousseau RS, Alvarnga AA, Guimarães RM, Silva T, Telde L, Custódio N, Chaves IS (2011) Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. *Ciência Rural*. 41 (8):1362-1368.

Fidalgo AO, Kleinert AMP (2007) Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepelletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba/SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(1): 137-144. Doi: 10.1590/S1519-69842007000100018

Fidalgo AO, Kleinert AMP (2009) Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: is there a syndrome associated with buzz-pollination. *New Zealand Journal of Botany* 47(4): 355-365. doi:10.1080/0028825x.2009.9672712

Gressler E, Pizo MA, Morellato PC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 29(4): 509-530. doi: 10.1590/S0100-84042006000400002

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>.

Acesso em: 05/01/2015.

Joly AB (1993) *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 777p.

Kaps M, Lamberson WR (2004) *Biostatistics for animal science*. CABI, Wallingford, 445p.

Kato M, Matsuda T, Yamashita Z (1952) Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planning forms. *Scientific Report of Tohoku University. Series IV. Biology, Sendai* 19: 291-301.

Kearns, C. A. & Inouye, D. W. Pollinators, owering plants, and conservation Biology. *BioScience*, 47: 297 - 306, 1997.

Malerbo DTS, Toledo VAA, Couto RHN (1991) Polinização entomófila em jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). *Ciência Zootécnica* 6(1): 3-5.

Mayhe-Nunes AJ, Jaffe K (1997) Substratos para os fungos simbiontes dos Attini menores (Hymenoptera, Formicidae). Salvador, Anais XVI Congresso Brasileiro de Entomologia, 245p.

Minussi LC, Santos IAD (2007) Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). *Bioscience Journal*, 23(1): 58-62.

Nic-Lughadha EN, Proença C (1996) A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 83(4): 480-503.

Oliveira-Filho AT, Shepherd GJ., Martins FR, Stubbledine WH (1989) Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of Cerrado in central Brazil. *Journal Tropical Ecology* 5(4): 413-431. doi: 10.1017/S0266467400003862

Pacheco P, Berti FE, Caetano FH, Coelho L (1989) O gênero *Sericomyrmex* em reflorestamentos. *Anais IX Encontro de Mirmecologia, Viçosa, Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa*, 12-13.

Polatto LP, Dutra JCS, Alves-Junior VV (2007) Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes. *Revista de Biologia Neotropical* 4(1): 46-57. doi: 10.5216/rbn.v4i1.4656

Polatto LP, Alves-Junior VV (2008) Utilização dos Recursos Florais Pelos Visitantes em *Sparattosperma Leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Neotropical Entomology* 37(4):389–398. doi: 10.1590/S1519-566X2008000400006

Polatto LP, Chaud-Netto J, Dutra JCS, Alves-Junior, VV (2012) Exploitation of floral resources on *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae): foraging activity of the pollinators and the nectar and pollen thieves. *Acta Ethologica* 15(1): 119-126. Doi: 10.1007/s110211-011-0116-7

Proença C, Gibbs PE (1994) Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist* 126(2): 343-354. doi: 10.1111/j.1469-8137.1994.tb03954.x

Ribeiro JELS (1999) Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus, INPA 816p.

Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. New York, Cambridge University Press, 514p.

Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1988) A polinização de plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(4): 651-663.

Silva ALG, Pinheiro MCB (2007) Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasilica* 21(1): 235-247. doi.org/10.1590/S0102-33062007000100022

Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Villa Nova NA (1976) Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronômica Ceres, 419p.

Souza, Darklê Luiza; Evangelista-Rodrigues, Adriana; Maria do Socorro de Caldas (2007): As Abelhas Como Agentes Polinizadores. *Revista electrónica de Veterinaria*. 8(3). Disponível em www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030307/030709.pdf. acesso em 16/07/2014.

Thomazini MJ, Thomazini APBW (2002) Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C. DC.). *Neotropical Entomology*, 31(1): 27–34.

Zavatini JA (1992) Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. *Geografia*. Rio Claro: IGCE/ UNESP. 17: 65-91.

CAPÍTULO III

**VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS
PELAS ABELHAS EM *Campomanesia adamantium* (DC.) O. Berg.
(MYRTACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO
SUL - BRASIL**

**VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS
PELAS ABELHAS EM *Campomanesia adamantium* (DC.) O. Berg.
(MYRTACEAE) EM ÁREA DE CERRADO NO SUL DO MATO GROSSO DO
SUL - BRASIL**

M NUCCI¹; VV Alves-Junior²

MATEUS NUCCI¹. Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-9 70, Dourados-MS, Brasil. E-mail: mateusnucci@gmail.com.

VALTER VIEIRA ALVES-JUNIOR². Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, CEP 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

RESUMO: Tanto as abelhas nativas como as exóticas realizam papel fundamental para a manutenção do ecossistema por meio da polinização, e afeta de forma direta a produção de alimentos. Este serviço, que muitas vezes passa despercebido pelos agricultores, apesar de em algumas culturas já ser possível calcular o valor econômico desses serviços realizados pelas abelhas ou outros polinizadores. Desta forma, objetivou-se avaliar a eficiência das abelhas no processo de polinização da *Campomanesia adamantium* (DC.) O. Berg. (Myrtaceae), com os esforços concentrados na *Apis mellifera*, sua interferência em relação às atividades das abelhas nativas e estimar o valor econômico do serviço ecossistêmico de polinização prestado por elas, em uma área de Cerrado no sul do Estado de Mato Grosso do Sul. Foram marcados 200 botões para avaliar a valoração/produzibilidade dos polinizadores, divididos em cinco grupos de 40 sendo eles: avaliação da polinização livre (controle) (T1), *Apis mellifera* (T2), abelhas nativas (T3), autopolinização espontânea (T4) e polinização pelo vento (anemofilia) ou outro agente não identificado (T5). Os botões foram marcados com fitas coloridas de acordo com os tratamentos e acompanhados até a maturação. A valoração

foi calculada pela metodologia da proporção de produção dependente do polinizador, sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) equando significativo o teste de Tukey. Dentre os visitantes florais as abelhas representaram 55,83% dos insetos capturados, dos quais 53,24% era *A. mellifera*. Dentre os visitantes florais, *A. mellifera* foi considerada o polinizador efetivo para a planta na região. Os melhores índices de frutificação aconteceram nos tratamentos em que a planta teve contato direto com as abelhas, não diferindo estatisticamente entre si, mas sim, dos demais tratamentos. Foi observado o aborto de frutos que pode ter como causas, intemperes climáticos ou outros fatores. Foi possível obter 245,44 frutos/Kg com custo médio de R\$ 8,63 o quilo no mercado informal. O valor dos serviços realizados pelas *A. mellifera* foi de R\$ 4,32/Kg e das abelhas nativas, cerca de R\$ 4,31/Kg. Valores próximos e que mostram a importância das abelhas para uma produtividade eficiente da guavira.

Palavras chave: *Apis mellifera*, guavira, polinização.

ECONOMIC VALUE OF ECOSYSTEM SERVICE RENDERED BY BEES OF THE *Campomanesia adamantium* (DC.) O. BERG. (MYRTACEAE) IN AREAS OF CERRADO IN THE SOUTH OF MATO GROSSO DO SUL - BRAZIL

ABSTRACT: Both the native bees and the exotic ones have a fundamental role in the maintainability of the ecosystem through the pollination, and affects directly food production. This service, which many times is unnoticed by farmers, although in some cultures it's already been possible to calculate the economic value of this services rendered by bees during the process of pollination of *Campomanesia adamantium* (DC.) O. Berg. (Myrtaceae), with concentrated efforts on *Apis mellifera*, its interference with the native bees activities and to estimate the economic value of the ecosystem service of pollination rendered by them, in an area of Cerrado in the South of Mato Grosso do Sul state. To evaluate the valuation/ productivity of pollinating were marked 200 flower buds, divided by five groups of 40 which are: evaluation of free pollination (control) (T1), *A. mellifera* (T2), native bees (T3), spontaneous auto-pollination (T4) and pollination by the wind (anemofilia) or other non-identified (T5). The flower buds were marked with colored ribbons according to the treatment and observed until maturity. The value was calculated by the methodology of the proportion of production

depending the pollinating, and the results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant the test of Tukey. Among the floral visitors the bees represent 55,83% of the captured insects, and 53,24% were *A. mellifera*. Among the floral visitors, *A. mellifera* was considered the efficient pollinating for the plants of the region. The best fruiting rates happened in the treatment in which the plant had direct contact with the bees, not statistically different from each other, but from the other treatments. It was observed the abortion of the fruits which can be caused by weather matters or other facts. It was possible to get 245,44 fruits/Kg with the average cost of R\$ 8,63 kilogram in the informal market. The value of the services performed by *A. mellifera* was of R\$ 4,32/Kg and the native bees, around R\$ 4,37/Kg. Close values that show the importance of the bees for the efficient productivity of guavira.

Key words: *Apis mellifera*, guavira, pollination.

1. INTRODUÇÃO

Muitas espécies de plantas do Cerrado são consideradas melíferas e ornamentais, apresentando grande potencial no segmento de frutas tropicais, com possibilidades de aproveitamento para o mercado consumidor interno, ou para a exportação (Sano & Almeida, 1998; Dousseau *et al.*, 2011).

Dentre estas plantas destaca-se a *Campomanesia adamantium* (DC.) O. Berg. (Myrtaceae) conhecida popularmente como guavira, guabiroba e outros nomes. Como outras espécies pertencentes à Família Myrtaceae, apresenta frutos de sabor adocicado, podendo sua polpa ser consumida “*in natura*” ou na forma de sucos, licores, sorvetes ou geleias (Avidos *et al.*, 2000). A preservação de *C. adamantium* em seu estado natural é importante para fornecer subsídios a sua inserção no mercado consumidor a partir da implantação de lavouras comerciais. Seu cultivo oferece renda para os pequenos fruticultores devido a sua grande utilidade na alimentação (Dousseau *et al.*, 2011).

Atualmente a polinização representa um fator de produção essencial na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo (Souza *et al.*, 2007). Os animais são responsáveis por aproximadamente 35% dos alimentos consumidos

mundialmente, sendo as abelhas responsáveis por cerca de 80% da polinização dos cultivos comerciais (Drumond, 2013).

Estima-se que mais de 20 mil espécies de abelhas, contribuem, em maior ou menor grau, com a produção agrícola e a conservação da agrobiodiversidade em diferentes países (Drumond, 2013). Por terem um papel crítico na conservação da biodiversidade e na agricultura, os agentes polinizadores são hoje em dia, uma preocupação mundial (Castro, 2012).

Segundo Drumond (2013), estima-se que os serviços prestados pelos polinizadores somente nas áreas agrícolas, estejam em torno de 153 bilhões de euros por ano e que o desaparecimento dos mesmos, possa reduzir em até 12% a produção de frutas consumidas no mundo. O valor dos serviços de polinização em toda a biosfera tem sido estimado em 33 trilhões de dólares por ano (Constanza *et al.*, 1997).

Segundo Giannini *et al.* (2015) a contribuição econômica dos polinizadores totaliza quase 30% (aproximadamente US\$ 12 bilhões) do valor total da produção agrícola brasileira anual das culturas dependentes de polinizadores (totalizando quase US\$ 45 bilhões).

Embora mudanças no uso da paisagem possam afetar ecológica e economicamente os serviços dos ecossistemas, seus efeitos sobre os aspectos socioeconômicos são pouco abordados (Ferreira, 2008). A valoração dos serviços prestados pelos polinizadores merece um estudo mais detalhado, uma vez que a produtividade da guavira é maior na presença das abelhas (Nucci, 2012).

Apis mellifera (Linnaeus, 1758) é uma espécie introduzida no Brasil de fácil adaptação e merece uma investigação das interações ecológicas com as demais abelhas nativas (Nogueira-Ferreira & Augusto 2007) no cultivo da guavira. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência das abelhas no processo de polinização da *C. adamantium*, com os esforços concentrados na *A. mellifera*, sua interferência em relação à competição com abelhas nativas e estimar o valor econômico do serviço ecossistêmico de polinização prestado pelas abelhas, em uma área de Cerrado no sul do Estado de Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo - O estudo foi desenvolvido em bordas de fragmento de Cerrado com aproximadamente 4 hectares, pertencente à Fazenda Carambola, situado na latitude de

22°36'29,61" S, longitude de 55°37'08,69" O, (Figura 1) no Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil.

O clima da região é do tipo Aw (tropical de altitude) de acordo com a classificação de Zavatini (1992). O mês de fevereiro é considerado o mais quente, com temperatura média de 23,6^oC, e o mês mais frio é julho, com média de 16,4^oC. A precipitação média anual é de 1.660 mm, sem estação seca, mas com verões mais úmidos que os invernos. O mês mais chuvoso é o de novembro, com média de 212 mm, enquanto o mês mais seco é julho, com média de 55 mm (dados fornecidos pelo INMET, 2015).

Campomanesia adamantium ocorre em moitas, distantes 5m a 150m. A vegetação da área, constitui-se de arbustos e semi-arbustos típicos do Cerrado, com predominância de duas espécies de guavira, *C. adamantium* e *Campomanesia* sp.



Figura 1- Localização da área de estudo na Fazenda Carambola, localizada no município de Ponta Porã-MS (Fonte Google Earth, 2016).

Relação de competição entre *A. mellifera* e as abelhas nativas

A análise da competição entre *A. mellifera* e as abelhas nativas foi desenvolvida durante o período de floração plena de *C. adamantium*, nos primeiros 15 minutos de cada hora, entre as 06h às 18h15min, em diferentes plantas aleatoriamente definidas. Nos demais 45 minutos, foi avaliado o comportamento dos visitantes, em número

indeterminado de flores de outras 10 plantas. O observador situado a uma distância entre 1,5 a 2,0 metros da planta, com auxílio o uso de um binóculo, para que sua presença tivesse menor interferência possível na atividade dos visitantes florais (modificado de Polatto & Alves-Junior, 2008).

Os visitantes florais foram sacrificados em câmara mortífera contendo acetato de etila, separados em relação ao período de coleta, transportados ao Laboratório de Apicultura (LAP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados-MS (UFGD), preparados e identificados com auxílio de especialistas ou de literatura especializada, utilizando-se a chave elaborada por Silveira *et al.* (2002). Exemplares testemunhas encontram-se depositados na “Coleção de Abelhas” do LAP/FCBA/UFGD e posteriormente, no Museu da Biodiversidade MuBio, da FCBA/UFGD. As exsicatas da planta foram depositadas no Herbário da Cidade Universitária de Dourados (DDMS – FCBA/UFGD), na Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA/UFGD.

Avaliação da produtividade

Na análise da produtividade realizada pelos polinizadores da *C. adamantium*, foram amostrados aleatoriamente 200 botões florais em oito plantas diferentes, divididos em cinco grupos de 40. Para determinar a taxa de polinização natural da *C. adamantium*, 40 botões formando o grupo T1 (controle), foram marcados, com fita colorida amarrada ao pecíolo e sem passar por manuseio posterior, tornando possível a avaliação da produção de frutos em condições naturais.

Os demais 160 botões em pré-antese, foram isolados com sacos de organza evitando o contato com qualquer visitante floral. Após a antese, foi retirada a proteção de 80 das 160 flores, permitindo o livre forrageamento dos visitantes florais. Dessas 80 flores sem proteção, 40 delas foram novamente protegidas após a visita da *A. mellifera*, constituindo-se no grupo T2, e as outras 40 foram protegidas após receberem visitantes florais nativos (abelhas) e formaram o grupo T3.

Dos 80 botões restantes, 40 permaneceram protegidos formando o grupo (T4), para a avaliação do índice de autopolinização natural da guavira e 40 botões que constituíram o grupo (T5), foram protegidos com sacos de tecido do tipo tule (malha de $\pm 1,5\text{mm}$), impedindo o contato das abelhas ou outros visitantes com as flores, para

avaliar a possibilidade da polinização pelo vento, ou por vetores de pequenos porte, capaz de passar pelas malhas do tecido de proteção.

Os tratamentos foram identificados com fitas de cores diferentes, e aqueles que receberam a visita dos insetos, foram etiquetados com a identificação do tratamento. Posteriormente, o desenvolvimento foi acompanhado até o início do processo da frutificação (quando este ocorria), a fim de avaliar a eficiência dos visitantes como agentes polinizadores e valorar os serviços prestados por eles. Os procedimentos sobre a avaliação da produção de frutos foram realizados aos 30, 60 e 90 dias após o início do experimento.

Foi assumido que a formação do fruto, sugere que a espécie visitante foi eficiente no processo de polinização, o que permite identificar seu potencial de contribuição biológico e econômico.

Valoração dos serviços de polinização

Utilizou-se a metodologia da proporção de produção dependente do polinizador (Morse & Calderone, 2000). Essa metodologia foi aplicada a partir da frutificação resultante dos processos de polinização, aos 30, 60 e 90 dias após o início do experimento.

As análises do número de flores e da proporção de frutos produzidos em relação à visita de polinizadores foram submetidas à Análise de Variância e quando significativo o teste de Tukey a 5% de probabilidade na comparação das médias. As amostras foram ordenadas aleatoriamente por sorteio, considerando-se os quatro tratamentos que apresentaram ao final do processo, sucesso de frutificação.

Investigou-se o processo de comercialização de *C. adamantium* (guavira) no mercado da região, e verificou-se que as frutas eram vendidas em recipientes do tipo Pet de 1L. Estimou-se também, seu custo para o consumidor em diversos pontos de vendas. Verificou-se também quantas frutas eram contidas dentro de um 1L, repetindo-se o processo por sete vezes para se ter uma média de frutos/litro, e posteriormente estabeleceu-se a quantidade de frutos equivalente a 1 quilo.

Com isso, foi possível estabelecer uma relação quantitativa dos frutos formados após a visita da *A. mellifera* ou de outra abelha e aqueles formados no tratamento T1 (polinização livre) e determinar a diferença em relação a produtividade entre os

tratamentos, estabelecendo-se o valor do trabalho ecossistêmico prestado pelas abelhas polinizadoras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturadas 31 espécies forrageando as flores de *C. adamantium* e registradas as seguintes ordens: Hymenoptera (79,30%), Coleoptera (11,34%), Diptera (9,1%) e Hemiptera (0,24%) (Tabela 1).

Tabela 1. Diversidade de insetos capturados ao longo dos dias de avaliação em flores de *Campomanesia adamantium*, na fazenda Carambola, Município de Ponta Porã-MS, no período de floração plena.

Ordens taxonômicas em acordo com as Famílias	%	Total
Hymenoptera		
<i>Apis mellifera</i>	53,24	427
<i>Exomalopsis</i> sp	2,11	17
<i>Melipona quinquefasciata</i>	0,12	01
Megachilidae	0,12	01
<i>Xylocopa</i> sp.	0,24	02
Halictidae sp. 1	0,49	04
Halictidae sp. 2	0,12	01
Halictidae sp. 3	0,12	01
Halictidae sp. 4	0,12	01
<i>Brachygastra lecheguana</i>	10,34	83
<i>Polybia ignobilis</i>	2,61	21

<i>Polybia occidentalis</i>	0,99	08
Eumeninae sp	1,49	12
<i>Polybia chrysotorax</i>	0,24	02
<i>Camponotus blandus</i>	0,74	06
<i>Trachymyrmex</i> sp	5,86	47
<i>Pseudomyrmex giracilis</i>	0,24	02
Diptera		
Syrphidae sp 1	0,37	03
Syrphidae sp 2	0,74	06
Syrphidae sp 3	0,37	03
Muscidae sp	7,60	61
Coleoptera		
<i>Diabrotica speciosa</i>	3,61	29
<i>Lagria villosa</i>	0,37	03
Tenebrionidae sp1	3,11	25
Tenebrionidae sp 2	0,49	04
<i>Hippodamia convergens</i>	1,12	09
Chrysomelidae sp1	2,24	18
<i>Naupactus</i> sp	0,12	01
<i>Astylus variegatus</i>	0,12	01
Chrysomelidae sp 2	0,12	01
Hemiptera		
Pentatomidae sp	0,24	02

Dentre os visitantes florais amostrados, as abelhas representaram um total de 55,83% dos mesmos, sendo 427 indivíduos da espécie *A. mellifera*, representando 53,24% dos visitantes florais para *C. adamantium*.

As abelhas *A. mellifera* visitavam de quatro a cinco flores/planta permitindo a troca de pólen entre flores da mesma planta (geitonogamia). A pouca distância entre as plantas na área permitiu o forrageio em várias delas, desde a 06h até às 18h, com pico de atividade entre as 07h e 09h (Fig. 2) oportunizando a polinização cruzada ou xenogamia, geitonogamia e a autopolinização (autogamia) entre as flores da guavira.

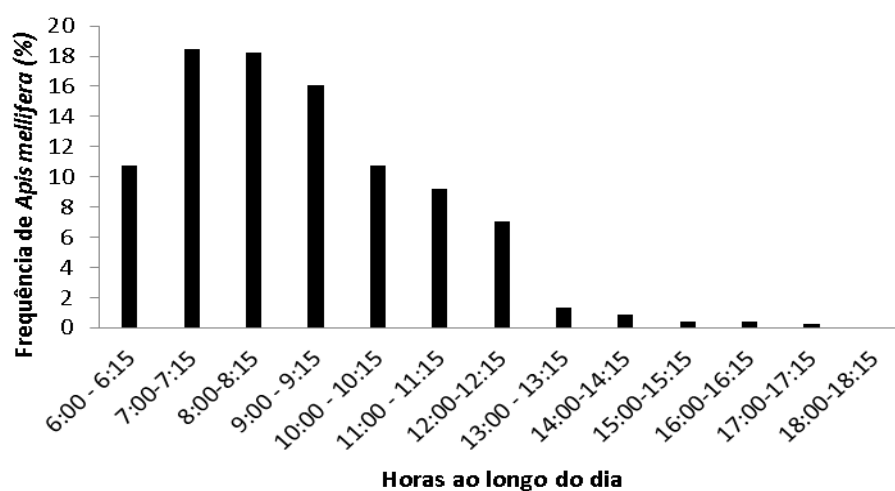


Figura 2. Frequência de forrageio da *Apis mellifera* ao longo do dia na Fazenda Carambola, localizada no município de Ponta Porã/MS, Brasil.

Apis mellifera foi considerada, o polinizador efetivo da espécie na região, pelo comportamento de dominância por saturação e pela forma como explorava os recursos nas flores (Fig. 3).



Figura 3. *Apis mellifera* em atividade de forrageamento, com vários indivíduos e grande quantidade de pólen coletado em suas pernas na Fazenda Carambola, localizada no município de Ponta Porã/MS, Brasil.

Os tratamentos T1, T2 e T3 não mostraram diferenças significativas entre si, diferindo estatisticamente dos tratamentos T4 e T5 (Tabela 2).

O sucesso de frutificação nos primeiros 30 dias foi maior nos testes de polinização livre (90%) diferindo muito pouco dos testes envolvendo *A. mellifera* e abelhas nativas, ambas, com 80% de frutificação. A taxa de desenvolvimento de frutos é alta com a ação dos polinizadores, e não diferiram entre a ação das abelhas nativas e abelhas exóticas, demonstrando grande ajuste das abelhas exóticas às flores de *C. adamantium*. Numericamente, a quantidade de abelhas exóticas que visitam a mesma flor foi superior em relação às abelhas nativas, sugerindo ser *A. mellifera*, o elemento dominante nas flores de *C. adamantium*.

Tabela 2. Sucesso de frutificação de *Campomanesia adamantium*, com flores submetidas a diferentes métodos de polinização, em área de Cerrado, no Município de Ponta Porã/MS.

Tratamentos	N° de Flores	N° de Frutos Vingados		
		30 dias (%)	60 dias (%)	90 dias (%)
T1- Polinização Livre (Controle)	40	36a (90)	31a (77,5)	24a (60)
T2-Polinização por <i>Apis mellifera</i>	40	32a (80)	29a (70)	25a (62,5)
T3-Polinização por abelhas nativas	40	32a (80)	23a (57,5)	21a (52,5)
T4-Autopolinização espontânea	40	1b (2,5)	0b (00,0)	0b (00,0)
T5-Polinização pelo vento (anemofilia) ou outro agente não identificado	40	5c (12,5)	3c (7,5)	2c (5)

Valores seguidos de mesmas letras na coluna não diferem entre si $P < 0,05$ (Tukey a 5%).

No tratamento T4 ocorreu o desenvolvimento de apenas um fruto (2,5%) sugerindo a existência de autoincompatibilidade para *C. adamantium* (Tabela 2), demonstrando a necessidade e importância de um agente transferidor de pólen para sua reprodução. O fruto foi perdido após 30 dias durante o processo de maturação por fatores desconhecidos que poderiam ser atribuídos: a insuficiência de grãos de pólen transferidos, herbívora ou condições climáticas adversas que não permitiram o desenvolvimento até que a maturação fosse completa. Em alguns casos, a produção agrícola reduzida ou os frutos deformados são resultantes da polinização insuficiente e não do manejo errado das lavouras (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva, 2010; Giannini *et al.*, 2012).

No tratamento T5 ocorreu a frutificação de 5 frutos (12,5%), comprovando que *C. adamantium* pode se reproduzir a partir da ação de outros agentes transferidores de pólen, que não sejam as abelhas. Ainda que em T5 o resultado final do processo da

polinização (maturação do fruto) não ser representativo quando comparado com os tratamentos T1, T2 e T3, pode-se inferir que *C. adamantium* conseguiria garantir a continuidade da espécie, mesmo com o impedimento das abelhas de visitarem suas flores.

Foram geradas em média, três sementes por frutos. Lourenço-Silva (2013) estudando os processos de polinização em *C. pubescens*, na região de Ithaum-MS, Brasil, encontrou resultados semelhantes aos apresentados para *C. adamantium*, e não tendo observado nenhum outro organismo nas flores protegidas, sugeriu que o vento ou um outro agente qualquer não identificado, de alguma forma poderia estar funcionando como polinizador da guavira, entretanto, não de forma eficiente como as abelhas.

Na avaliação aos 30 dias após os tratamentos, observou-se que no tratamento de polinização livre apenas 4 flores não geraram frutos representando 90% do sucesso na polinização, tendo 40% de perda até a produção de frutos maduros (90 dias). Nos tratamentos com presença de *Apis mellifera* e abelhas nativas, 32 flores geraram frutos representando 80% da frutificação nos primeiros 30 dias após a implantação dos experimentos, e 65,2% e 52,5% respectivamente aos 90 dias, para os dois tratamentos referidos.

A polinização realizada pelas abelhas *A. mellifera* (T2) obteve 62,5% de frutos atingindo a fase de colheita (maturação plena), sugerindo que as abelhas exóticas poderiam substituir com sucesso as abelhas nativas nos serviços ecossistêmicos prestados, em prol do desenvolvimento reprodutivo da guavira.

Os frutos foram acompanhados até o seu amadurecimento completo o que variou entre 80 e 90 dias após a manipulação das flores. Foram observadas quedas dos frutos durante todo o período de estudo, principalmente no primeiro mês, em função de adversidades relativas aos fatores ambientais como: chuvas e ventos, bem como a herbivoria praticada por organismos que se utilizam dos frutos de *C. adamantium* como fonte de alimento, podem ter contribuído para a perda do fruto.

A taxa de aborto foi grande em alguns tratamentos, quando comparada à frutificação nos primeiros 30 dias com a obtenção de frutos maduros aos 90 dias, sendo maior nos tratamentos T4 e T5.

Nos tratamentos T1, T2 e T3, nos quais o contato das abelhas foi permitido, as diferenças na taxa de aborto observadas após 90 dias (40%, 37,5% e 47,5%) respectivamente, não foram significativas (Tabela 2), entretanto significativamente

diferentes dos tratamentos T4 e T5 ($P < 0,05$), ficando evidente a significância dos polinizadores em relação ao sucesso obtido pela *C. adamantium* na produção de frutos.

A polinização por *Apis mellifera* e abelhas nativas não diferiram da polinização livre quanto à produção de frutos em 90 dias, resultando numa média de 23,33 frutos, ou seja, 58,33% dos botões florais frutificaram, sendo o conjunto de abelhas nativas e a *A. mellifera* as responsáveis pela frutificação. Entretanto desse total, 5% dos frutos produzidos com sucesso, não dependeriam da transferência de pólen realizado pelas abelhas, portanto, elas seriam responsáveis por 53,33% do total de frutificação. Esses resultados estão de acordo com aqueles apresentados por Lourenço-Silva (2013), quando ao estudar *C. pubescens*, observou que 65,8% dos frutos maduros eram resultados do serviço ecossistêmico de polinização desenvolvido pelas abelhas *A. mellifera* e nativas em conjunto.

As abelhas capturadas nas flores de *C. adamantium*, 93,84% eram *A. mellifera*, sendo assim, elas seriam responsáveis por 50,04% dos frutos formados. Os demais 49,96% dos frutos produzidos seriam devido à visita de outros grupos de abelhas (*pool* das abelhas nativas).

100% das abelhas ————— 53,33% frutificação

93,84% (*A. mellifera*) ————— X X = 50,04% frutificação

Nos sete pontos de vendas analisados da guavira, foi possível definir uma média de 170,57 frutos em 1 litro (referência utilizada na venda) com peso médio de 694,85 g por litro. Com relação ao valor, foi possível encontrar uma variação entre cinco e sete reais, ficando em média seis reais o litro comercializado da guavira na região avaliada (Tabela 3).

Tabela 3. Valor final ao consumidor no mercado informal, da guavira “*in natura*”, na região de Ponta Porã/ Dourados/Jardim - MS.

Litro de frutos da guavira	Peso(g)	Nº de frutos	Custo/ e ou Valor	Região/MS
1ºlt	694 g	167	5,00	Ponta Porã/MS
2º lt	686 g	159	7,00	Dourados/MS
3º lt	698 g	173	5,00	Ponta Porã/MS

4° lt	693 g	164	5,00	Ponta Porã/MS
5° lt	701 g	169	7,00	Dourados/MS
6° lt	689 g	185	7,00	Ponta Porã/MS
7° lt	703 g	177	6,00	Jardim/MS
Média 1L	694,85	170,57	6,00	
Média 1 Kg	1000	245,44	8,63	

Quando analisada a frutificação resultante aos 90 dias, é observado que 57,5% dos frutos maduros foram devido ao trabalho realizado pelas *A. mellifera* (T2), descartando os 5% registrados (T5), que teria sido em virtude de outro agente transferindo pólen, que não as abelhas, a *A. mellifera* foi responsável por 141,12 frutos/Kg desenvolvidos.

$$100\% \frac{\quad}{\quad} 245,44 \text{ Frutos/Kg}$$

$$57,5\% (\textit{Apis mellifera}) \frac{\quad}{\quad} X= 141,12 \text{ frutos/Kg}$$

Excluídos os 5% obtido pela frutificação frente a ação de outro agente em relação aos frutos obtidos após 90 dias, no tratamento T3, 47,5% foi devido a ação das abelhas nativas. A atividade realizada por elas foi responsável por 116,58 dos frutos que atingiram a fase de maturação plena, para serem comercializados.

$$100\% \frac{\quad}{\quad} 245,44 \text{ frutos/Kg}$$

$$47,5\% \text{ Abelhas nativas} \frac{\quad}{\quad} X= 116,58 \text{ frutos/Kg}$$

Esses resultados permitem inferir sobre a influência das abelhas nativas ou das exóticas, no sucesso direto da frutificação de *C. adamantium*.

Em ambientes naturais a *A. mellifera* seria responsável por 50,04% dos frutos formados, sendo obtidos 122,82 dos frutos em 1 Kg (245,44 frutos).

$$100\% \frac{\quad}{\quad} 245,44 \text{ frutos/Kg}$$

$$50,04 \textit{ Apis mellifera} \frac{\quad}{\quad} X= 122,82 \text{ frutos/Kg}$$

Já as abelhas nativas apresentam 49,96% de sucesso no resultado final dos frutos formados, correspondendo a 122,40 frutos em 1 Kg, não considerando os 5 %.

$$100\% \frac{\quad}{\quad} 245,44 \text{ frutos}$$

$$49,96\% \text{_____} X = 122,40 \text{ frutos}$$

De acordo com Ribeiro *et al.* (2015), as abelhas nativas (*Melipona* spp., *Tetragonisca* spp., *Frieseomelitta* spp., *Exomalopsis* spp.) e/ou introduzidas (*A. mellifera* L.), assim como para a polinização da vegetação nativa, são fundamentais na polinização das culturas agrícolas, sendo os maiores prestadores dos serviços ambientais relacionados à polinização. Segundo Garratt *et al.* (2013), nas culturas que a auto-polinização ocorre, como por exemplo, no café, canola e soja, há um aumento considerável da produção de frutos após a realização da polinização por abelhas nativas ou *A. mellifera*.

O serviço de polinização prestado pelas abelhas resultou num total de 245,44 frutos por Kg, ao custo médio de R\$ 8,63 (oito reais e sessenta e três centavos). Desse montante, o custo do serviço da polinização desenvolvido pelas abelhas nativas foi de R\$ 4,31 para cada Kg de guavira produzido.

$$100\% \text{_____} 8,63 \text{ reais}$$

$$49,96\% \text{ Abelhas nativas _____} X = 4,31 \text{ reais}$$

Já os serviços realizados pela *A. mellifera* teve um custo de R\$ 4,32 para cada quilo de frutos colhidos.

$$100\% \text{_____} 8,63 \text{ reais}$$

$$50,04\% \text{ } Apis \text{ mellifera _____} X = 4,32 \text{ reais}$$

Quando comparamos a produtividade das abelhas exóticas e nativas em *C. adamantium*, nota-se que a *A. mellifera* é mais eficiente que o pool das abelhas nativas, para a produção da guavira.

Esses resultados sugerem que a abelha *A. mellifera* pode ser considerada uma aliada para o aumento da produtividade de frutos nas mirtáceas, sendo uma alternativa para muitas culturas, garantindo o processo de polinização.

A ausência dos polinizadores efetivos pode diminuir consideravelmente a produtividade da guavira e pôr em risco as gerações futuras da planta. Em muitos estados brasileiros, a agricultura familiar depende em parte dos produtos obtidos dessa planta em função do extrativismo praticado, resultando em uma fonte de renda complementar. A não conservação do ambiente pode comprometer ainda de forma

drástica, o desenvolvimento das abelhas nativas e também das exóticas *A. mellifera*, influenciando diretamente na produtividade de *C. adamantium* e conseqüentemente afetar de forma direta a renda das pessoas que dependem dos produtos derivados da guavira, como uma forma de complementar a sua renda familiar.

O uso excessivo e incorreto de agrotóxicos nas culturas convencionais (soja, milho, cana-de-açúcar entre outras) e a redução das áreas de nidificação das abelhas também pode comprometer a produtividade da guavira. Esse fato pode resultar na necessidade de manejo dos polinizadores no cultivo da guavira, como já ocorre em alguns cultivos comerciais, e isso encarece o produto final ao consumidor.

Desta forma é importante compreender e quantificar o impacto econômico na produção agrícola decorrente da ação de polinizadores. Isso pode contribuir para o manejo adequado das culturas visando a introdução de abelhas e a conservação das espécies (Melo-Silva *et al.*, 2013; Kleijn *et al.*, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Campomanesia adamantim teve como principais polinizadores as abelhas, especialmente a *A. mellifera*, devido ao comportamento apresentado nas flores a sua eficiência como agente transferidor de pólen, sendo, considerada o polinizador efetivo dessa planta, demonstrando que a polinização realizada por ela pode garantir uma boa produção de frutos.

Os serviços ecossistêmicos de polinização desenvolvidos pelo *pool* de abelhas nativas ficam em torno de R\$ 4,31 por Kg da guavira. Já o valor dos serviços realizados pela *A. mellifera* (abelha exótica) é de R\$ 4,32 por Kg da guavira. Desta forma a abelha exótica apresenta o mesmo potencial de polinização que os demais grupos de abelhas nativas, inferindo que a mesma pode substituir os serviços prestados pelas abelhas nativas. Apesar da *A. mellifera* representar quantitativamente um número maior de indivíduos forrageando a flor da guavira, o *pool* das abelhas nativas apresentou-se tão eficiente quanto as abelhas exóticas, considerando a produção final de frutos prontos para o processo e comercialização.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avidos, M. F. D., Ferreira, L. T. (2000). Frutos dos Cerrados: Preservação gera muitos frutos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento* 15: 36-41.
- Castro, F. (2012). Contribuição dos agentes polinizadores para a biodiversidade. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/15924>. Acesso em: 16/07/2015.
- Constanza, R., D'arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., LIMBURG, K., Naeem, S., O'neil, R. V. O., Paruelo, J., Rasking, R. G., Sutton, P., Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6230): 253-260.
- Dousseau, R. S., Alvarnga, A. A., Guimarães, R.M., Silva. T., Telde, L., Custódio, N., Chaves, I. S. (2011). “Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. *Ciência Rural*, 41(8): 1362-1368.
- Drumond, P. M. (2013). Serviço valoroso: Quanto custa para a agricultura brasileira os serviços prestados pelos polinizadores naturais? *Embrapa Acre*, 696: 24- 27.
- Ferreira, F. M. C. (2008). O efeito da paisagem sobre a produtividade dos cafezais, Brasil. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Belo Horizonte-MG.
- Garratt, M. P. D., Breeze, T., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J. C., Potts, S. G. (2013). Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 184: 4–40.
- Giannini, T. C., Acosta, A. L., Garófalo, C. A., Saraiva, A. M., Alves - Santos I. & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2012). Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, 244: 127- 131.
- Giannini, T. C., Cordeiro, G. D., Freitas, B. M., Saraiva, A. M., Imperatriz-Fonseca, V. L. (2015). The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, 108(3): 849-57
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, 10(4): 59- 62.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br/>.

Acesso em: 05/01/2015.

Kleijn, D., Winfree, R. *et al.* (2015). Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, 6(7414): 1-16.

Lourenço – Silva, A. F. (2013). A polinização da “gabioba” (*Campomanesia pubescens*) (DC.) (MYRTACEAE) O. Berg. como serviço do Ecossistema: Uma Estratégia Econômica de Conservação de Área de Cerrado do Mato Grosso do Sul – Brasil. Dissertação (Mestrado) – FCBA/UFGD, Dourados-MS.

Melo-Silva, C., Gomes, F. L., Gonçalves, B. B., Bergamini, L., Bergamini, B., Elias, M. A. S., Franceschinelli, E. V. (2013). Native Bees Pollinate Tomato Flowers and Increase Fruit Production. *Journal of Pollination Ecology*, 11: 41-45.

Morse, R. A., Calderone, N. W. (2000). The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Medina: A.I. Root company, 15 p.

Nogueira-Ferreira, F. H., Augusto, S. C. (2007). Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de Cerrado. *Bioscience Journal*. 23(1): 45-51.

Nucci, M. (2012). Visitantes florais em *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg-Mystaceae: Uma avaliação dos processos e interação entre planta-polinizadores. Dissertação(Mestrado) – FCBA/UFGD, Dourados-MS.

Polatto, L. P., Alves-Junior, V. V. (2008). Utilização dos Recursos Florais Pelos Visitantes em *Sparattosperma Leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae). *Neotropical Entomology*, 37(4): 389–398.

Ribeiro, A. C. C., Silva-Neto, C. M., Melo, A. P. C., Neto, J. N. M., Gonçalves, B. B., Buzin, E. J. W. K. (2015). Valoração Econômica da Polinização por Abelhas em Culturas Agrícolas no Estado de Goiás. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, 11(22): 2798-2809.

Sano, S. M., Almeida, S. P. (1998). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa Cerrados, 556 p.

Silveira, F. A., Melo, G. A. R., Almeida, E. A. B. (2002). Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação. Belo Horizonte, Fundação Araucária, 253p.

Souza, D. L.; Evangelista-Rodrigues, A., Caldas, M. S. (2007). As Abelhas Como Agentes Polinizadores. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 8(3): 1-7.

Zavatini, J. A. (1992) Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. Geografia. Rio Claro: IGCE/ UNESP. 17: 65-91.

ANEXOS

Anexo I: Revista Interciência

Forma e preparação de manuscritos:

<http://www.redalyc.org/redalyc/media/normas/normcol339.html>

Normas de Colaboración

INTERCIENCIA es una revista multidisciplinaria cuyos temas prioritarios son Agronomía y Bosques Tropicales, Alimentos y Nutrición, Ciencias del Mar y de la Tierra, Educación Científica, Ecología y Problemas Ambientales, Energía, Estudio y Sociología de la Ciencia, Política Científica, Recursos Renovables y No Renovables, Salud y Demografía, Tierras Áridas, Transferencia de Tecnología.

INTERCIENCIA publica Artículos, Ensayos y Comunicaciones originales, preferentemente en las áreas prioritarias de la revista, escritos en idioma español, inglés o portugués. También podrán publicarse Cartas al Director que traten temas de interés o comenten trabajos de números ya publicados.

INTERCIENCIA está incluida en los más importantes índices internacionales.

El contenido de las contribuciones es de la entera responsabilidad de los autores, y de ninguna manera de la revista o de las entidades para las cuales trabajan los autores. Se entiende que el material enviado a INTERCIENCIA no ha sido publicado ni enviado a otros órganos de difusión cualquiera sea su tipo.

Artículos: Son trabajos originales de investigación, experimental o teórica, o revisiones de un tema prioritario de la revista, no previamente publicados y dirigidos a una audiencia culta pero no especializada, y su extensión tendrá un máximo de 25 cuartillas. Deberá incluirse un resumen de hasta una página a doble espacio (250 palabras), así como un breve curriculum vitae de hasta 8 líneas de cada uno de los autores.

Ensayos: Tratarán preferiblemente sobre un tema prioritario de la revista. Podrán tener una extensión de hasta 25 cuartillas. Deberá incluirse un resumen y curricula vitarum de los autores, con características similares a los de los artículos.

Comunicaciones: Son reportes de resultados originales de investigaciones en cualquier campo de las ciencias básicas o aplicadas, dirigidas a una audiencia especializada. Podrán ser de hasta 15 cuartillas y escritas en idioma inglés, español o portugués, aunque se recomienda el uso del primero para facilitar la difusión de los resultados. Deberá incluirse un resumen de aproximadamente media cuartilla (125 palabras). En todos los casos, tanto el título del trabajo como el resumen deberá ser enviado en los tres idiomas de la revista, de ser posible, y se incluirán hasta cinco palabras clave. Todas las páginas, tamaño carta, deberán estar escritas a doble espacio, con fuente 11 o 12, y numeradas consecutivamente.

Tablas y figuras: Deberán ser numeradas en romanos y arábigos, respectivamente, ser legibles, concisas y claras, y enviadas en hojas separadas. Los textos correspondientes se incluirán al final del trabajo.

Citas bibliográficas: Las citas deberán hacerse señalando en el texto el apellido del primer autor seguido por el del segundo autor o por *et al.* si fueran más de dos autores, y el año de publicación. Por ejemplo: (Pérez, 1992), (Da Silva y González, 1993), (Smith *et al.*, 1994). Las referencias serán listadas al final del artículo en orden alfabético, e incluirán autores (así: Rojas ER, Davis B, Gómez JC), año de publicación en paréntesis, título de la obra o trabajo citado, en itálicas el nombre y volumen de la publicación, y páginas. Las comunicaciones personales irán sólo en el texto, sin otra indicación que el nombre completo del comunicador. Las notas al texto, si las hubiere, irán al final del trabajo, antes de las referencias.

Cargo por página: Debido a los altos costos de producción se solicitará de los autores el pago, de ser posible, de un cargo por página. Tal posibilidad de pago no condicionará de ninguna manera la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo. En los casos de textos con extensión excesiva, figuras o tablas de tamaño excepcional, o reproducciones a color, se establecerá un monto a pagar.

Todos los artículos y comunicaciones serán enviados a árbitros externos para ser evaluados. Para facilitar el arbitraje, los autores deberán enviar una lista de seis posibles

árbitros con sus respectivas direcciones y, de ser posible, dirección de correo electrónico.

Los manuscritos deberán ser enviados por duplicado y, adicionalmente, en un disquete preparado en Word para Windows, indicando la versión utilizada, a:

Anexo II: Revista Colombiana de Entomología (SOCOLEN)

Forma e preparação de manuscritos:

<http://www.scielo.org.co/revistas/rcen/einstruc.htm#Forma>

Forma y preparación de manuscritos

Estructura del manuscrito y lista de verificación

Por favor, antes de enviar su manuscrito verifique que cumpla con cada uno de los siguientes puntos:

1. Está en tamaño carta con márgenes amplios (2,5 cm a cada lado).
2. Está escrito en “Times New Roman” 11 puntos, a espacio y medio. Justificado a la izquierda.
3. Tiene numerados todos los renglones y páginas. El número de éstas están en la parte superior derecha.
4. Las tablas y las figuras (en baja resolución) están en el texto pero listas en alta resolución para cuando sean requeridas. Si es una versión en papel, no envíe artes, ni fotografías originales al momento de someter el manuscrito a publicación.
5. El documento es corto y preciso, utiliza voz pasiva (e.g. “los especímenes se preservaron en alcohol”, no “los especímenes fueron preservados en alcohol”).
6. El título del manuscrito, los títulos de las secciones y los subtítulos están escritos con la primera letra en mayúsculas, el resto en minúsculas y en negrita.
7. El **título** es corto e informativo, no excede 15 palabras. Señala el orden y la familia de las especies entomológicas y de los grupos supragenéricos estudiados.
8. El **título en inglés** es traducción fiel del título en español.

9. Presenta **título breve**, no mayor de seis palabras, en los encabezamientos de las páginas.
10. Presenta en mayúsculas al **autor o autores**: con nombre completo o de pila. En caso usar los dos apellidos van unidos con guión para evitar confusiones en las citaciones del trabajo. Cada autor lleva una ‘nota al pie’ donde relaciona el título académico mayor (estudiante, profesión, M. Sc., Ph. D. o Pos Doc.) afiliación institucional, la dirección postal de superficie y electrónica. Se indica cuál es el autor para correspondencia.
11. Incluye, en español, un **resumen**, i.e. un párrafo no mayor a 250 palabras con una relación breve y concreta de los principales puntos tratados en el artículo, de sus principales resultados y conclusiones. No se incluyen citas bibliográficas, autores de especies, figuras, ni tablas.
12. Se aportan un máximo de cinco **palabras clave**, separadas por punto seguido y diferentes a las usadas en el título.
13. Se cuenta con un **abstract** i.e. una traducción fiel del resumen al inglés. Se recomienda solicitar la revisión de esta sección a una persona cuya lengua nativa sea este idioma.
14. Se tradujeron al inglés las cinco palabras clave y se presentan como **key words**.
15. La **introducción** enuncia la naturaleza del problema, habla sobre la relación básica con otras investigaciones sobre el mismo tema, presenta los objetivos y justifica su estudio.
16. En **materiales y métodos** presenta únicamente la información necesaria para que el trabajo sea reproducible. Si la metodología ha sido publicada, se explica brevemente dando la cita de la publicación original. Si la metodología, a pesar de ser común, ha sufrido modificaciones, debe contener esos cambios. Al describir los métodos estadísticos se deben indicar: los diseños experimentales, el número de repeticiones, el número de insectos por repetición y el tamaño de la muestra. Nombrar el lugar donde se hizo el trabajo y la época de realización. En lo posible incluya coordenadas. (Ej. 10°09’55”N 73°28’48”O)
17. Los **resultados** se limitan a los datos obtenidos y se presentan en una secuencia lógica. Cuando el trabajo exija un análisis estadístico, en el texto deben ir los datos necesarios para la comprensión del artículo. El investigador no debe atenerse únicamente a los resultados estadísticos, sino también a sus

interpretaciones. Cuando se describan resultados o se hagan afirmaciones que dependen directamente de las pruebas estadísticas no indicadas en tablas (p. ej. “No hubo diferencias entre los tratamientos A y B”) especifique los parámetros básicos de la prueba entre paréntesis (p. ej.: si es un ANOVA, cite ($F = X,XX$; $df = X,X$; $P < X,XX$)). Cuando la información sea extensa se debe abreviar en tablas. En el texto no se deben repetir los datos señalados en las tablas y figuras.

18. La **discusión** o interpretación de los resultados, indica las generalizaciones y principios que tienen comprobación en los hechos experimentales; aclara las excepciones, modificaciones o contradicciones de las hipótesis, teorías y principios directamente relacionados con los hechos; señala las aplicaciones prácticas o teóricas de los resultados; relaciona las observaciones con otros estudios relevantes y si es el caso, explica por qué razón (es) el autor obtuvo resultados diferentes a los otros autores. No repite los datos mencionados en los resultados. Refleja la idoneidad intelectual del investigador. Los resultados y la discusión pueden ir en la misma sección. En ocasiones se requieren subtítulos en algunas secciones para aclarar su contenido. Elabore subtítulos cortos, evite que se conviertan en repeticiones de partes del método.
19. **Conclusiones.** No son un listado de sentencias obvias del trabajo. Se incluyen las consecuencias de su trabajo en los modelos teóricos que explican su problema. Constituye el remate del artículo; se exponen en forma clara, concisa y lógica indicando el aporte que se hace, de lo encontrado en el contexto de la disciplina o su impacto social.
20. **Agradecimientos.** Opcional. Solo para los estrictamente necesarios. Esta sección debe llevar en lo posible el siguiente orden: personas (omitiendo títulos profesionales), grupos, entidades que apoyaron financieramente el estudio y número del proyecto financiado. Es recomendable agradecer a los evaluadores que revisan los trabajos.
21. **Literatura citada.** Es el listado completo en orden alfabético, número de autores y por fecha, sólo debe contener las referencias citadas en el texto. Los apellidos y las iniciales de los nombres se deben escribir en mayúscula. Por favor evite citar trabajos de tesis, trabajos de extensión, resúmenes de congresos o informes locales; cite en cambio la publicación asociada a estos últimos. Verifique la referencia y tenga en cuenta la puntuación, el espaciado, nombres e

iniciales del(os) autores, nombre completo de la revista, volumen, número y páginas. La RCdE sigue una variante del sistema Vancouver de citación en la literatura citada. Ver ‘estilo de escritura’.

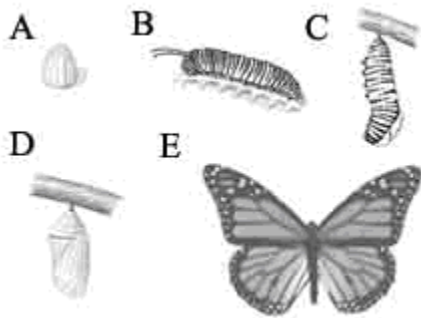
22. **Tablas.** Deben estar citadas en orden numérico en el texto. El título debe ser conciso y autoexplicativo del contenido de la tabla y debe ir en la parte superior (**Tabla XX.** en negrita. Leyenda en letra normal). Se pueden utilizar notas al pie de la tabla señaladas con números o asteriscos. Se pueden dejar las líneas horizontales del cuerpo de la tabla y se deben eliminar las líneas horizontales internas en la tabla. No debe haber líneas verticales internas a los datos dentro de la tabla. El explicativo de la tabla no debe ser una duplicación de la metodología del trabajo.
23. **Figuras.** Incluyen dibujos, mapas, gráficas y fotografías. Deben estar citadas en orden numérico en el texto. En el contenido interno de la figura procure usar *Times New Roman*. Prefiera armar mosaicos de imágenes en lugar de varias figuras individuales. Si la citación va en paréntesis se deben indicar como “(Fig. XX)”, ejemplo: En la figura 1 o (Fig. 1). Las figuras compuestas deben señalarse con letras, ejemplos: (Fig. 1A) (Figs. 1 A-C). La leyenda de la figura va en la parte inferior (**Figura XX.** en negrita. Leyenda en letra normal). Las abreviaciones y símbolos en las figuras deben corresponder con aquellas señaladas en el texto; si son nuevas deben explicarse en la leyenda. Los dibujos pueden enviarse en original en tinta china o en impresión de alta calidad, con letras de tamaño suficiente de modo que al reducirlas en la edición sigan siendo legibles. Preferiblemente deben enviarse en formato digital, esto agilizará notablemente la evaluación de los trabajos. Si envía las fotografías en papel, hágalo en papel brillante y de muy buena calidad.

Las gráficas deben ser en dos dimensiones, lo más sencillas posible, usando tonos de gris para el relleno en lugar de patrones (ver ejemplo abajo). Si bien las múltiples opciones de color y tramado provistas por los programas gráficos pueden ser visualmente llamativas, son poco claras y de difícil manejo para impresión.

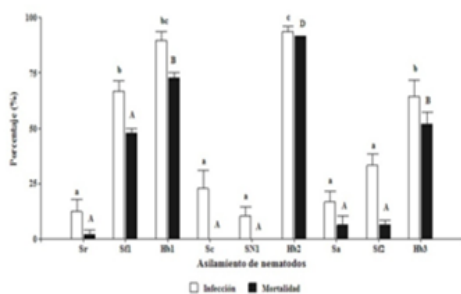
Las ilustraciones remitidas durante la evaluación deben ser de baja resolución. Si el trabajo es aceptado, envíe las imágenes como archivos separados tipo TIFF con un mínimo de 300 dpi de resolución (presentes en la mayoría de programas editores

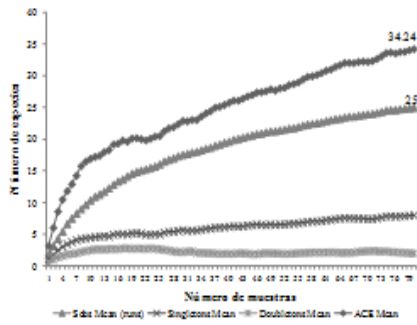
gráficos). Recuerde que el área máxima de impresión de la revista es de 183 mm x 235 mm. Prefiera enviar sus figuras con los anchos 90 mm o 160 mm) para evitar reducciones extremas. Cuando tenga varias fotos o dibujos prefiera disponerlos en mosaico y numérelos con ordinales (1A, 1B, etc.). Preferiblemente se publicarán figuras en blanco y negro. Se publicarán figuras o fotos en color si los autores cubren el costo adicional. Para saber este costo debe comunicarse con el editor. Es necesario dar los créditos cuando se utilicen figuras o esquemas que aparecen en otras publicaciones. Se requiere en este caso presentar la carta de aceptación de uso de la figura.

Tanto las tablas como las figuras deben aportar información valiosa e ilustrativa para el artículo y no ser redundantes con la información suministrada en el texto o entre ellas mismas.



Modelo figura. Se prefieren los mosaicos en lugar de una figura separada para cada ilustración. El autor puede agregar un recuadro para cada ilustración.





Modelos de gráficas. Nótese el uso simplificado de las ilustraciones. No hay fondo de color, ni líneas horizontales internas. Tampoco hay línea de marcos derecho y superior.

Estilo de Escritura

Los manuscritos deben ser escritos en forma concisa, clara y con estilo directo. Deben tener frases cortas y simples. Use voz pasiva. Si escribe en inglés o español y ninguna es su lengua materna, haga revisar el documento de un colega fluido en el idioma que corresponda al caso.

Se debe usar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Al expresar las magnitudes aplique los símbolos de las unidades, nunca los nombres de unidades y utilice decimales en lugar de fracciones. Debe dejarse un espacio entre el número y el símbolo y no debe añadirse un punto tras el símbolo (excepto al final de una oración). El separador decimal en español es una coma (,) p. ej.: 10,3 mm, salvo en textos en inglés, en los cuales se emplea punto (.). Use separador de miles: en español con punto, (p. ej.: 1.003 insectos), en inglés con coma (p. ej.: 1,003 insectos).

Símbolos de unidades comunes (longitud, masa, tiempo, volumen):

Metro (s) = m, Kilómetro (s) = km, Centímetro (s) = cm, Milímetro (s) = mm, Gramo (s) = g, Kilogramo (s) = kg, Segundo (s) = s, Minuto (s) = min, Hora (s)= h, Litro (s) = L ó l, Molar = M, Revoluciones por minuto = rpm. Abrevie metros sobre el nivel del mar como: msnm.

- Cuando los **números enteros** del cero al diez no van seguidos de unidades se escriben con letras (uno, dos, etc. y no 1, 2, etc.). Ejemplos: tres repeticiones, ocho parcelas, seis especies.

- Cuando anote **fechas** escriba día – mes (en letras) – año. Ejemplo: 12 mayo 1996.
- Los acrónimos se deben explicar la primera vez en el texto. Ejemplo: Manejo Integrado de Plagas (MIP).
- Cuando se emplean palabras en latín éstas deben ir en cursiva. Ejemplo: *Ad libitum. A posteriori. In vitro.*
- Evite redundancias (p. ej.: “se encontraron un total de 20 especies diferentes”, reemplace por “se encontraron 20 especies”)

No use	Use
Altura	Altitud
Azar	Riesgo
Con base a	Con base en
De acuerdo a	De acuerdo con
Dos mm	2 mm
Dosis	Dosificación
En relación a	En relación con
et al.	<i>et al.</i>
<i>Et. Al , et.al</i>	<i>et al.</i>
Fueron colectados	Se coleccionaron
Fueron registradas	Se registraron
g por cm ²	g/cm ²
Insecto/rama	insecto por rama
m.s.n.m.	msnm
Mes de Marzo	marzo
Predator	Predador
Rango	Intervalo
Rata	Tasa
Replicación	Repetición
Reportar	Informar
Seis años	6 años

Varianza	Variación
Ya que	Debido a
Tercer larval	ínstarTercer estadio
(Fig. 1, Tabla 2)	(Fig. 1; Tabla 2)
(Cuadro 1)	(Tabla 1)
(Figura 2)	(Fig. 2)
(Figuras 1, 2, 3)	(Figs. 1-3)
(Mapa 3)	(Fig. 3)
..en la Figura 2	.. en la figura 2
..en la Tabla 2	.. en la tabla 2
<i>Adesmus</i> sp.2	<i>Adesmus</i> sp. 2
1M, 1H	1♂, 1♀
5 ° C, 5° C	5 °C
50 %	50%
20 - 35 %	20-35%
50 - 61 g	60-61 g
580 metros	580 m
Kg, kgs, kg.	kg

Citación de nombres científicos

La escritura de los nombres científicos se debe acoger a los códigos internacionales de nomenclatura (ICZN, ICBN, etc.). En el caso de género y especie se escriben en itálica (cursiva) y siguiendo las normas de los códigos mencionados. Hay varias fuentes en internet como *nomenclator zoologicus*, *itis* y *zipcodezoo* entre otras que son de alta calidad para encontrar el nombre completo de su taxon.

La primera vez que se cite una especie o un género en el manuscrito, adicione el descriptor, el año, el orden y familia, no lo haga en el título, resumen ni abstract. Después de la primera citación de una especie puede resumir el nombre del género a la primera letra o de manera que no haya confusión. Ejemplos:

- Primera citación: *Tecia solanivora* (Povolny, 1930) (Lepidoptera: Gelechiidae); citaciones posteriores: *T. solanivora*.
- Primera citación: *Dermatobia hominis* (L., 1781) (Diptera: Oestridae); citaciones posteriores: *D. hominis*.
- Primera citación: *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae); citaciones posteriores: *A. mellifera*.
- Primera citación: *Apis* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae); citaciones posteriores: el género *Apis*.

Al referirse a un organismo sólo por el género emplee la abreviatura sp. Ejemplo: *Beauveria* sp. Al referirse a varias especies de un mismo género emplee la abreviación spp. Ejemplo: *Beauveria* spp.

En la descripción de nuevas especies ajústese a los requisitos de los códigos internacionales de nomenclatura. En general para artrópodos debe incluir: Nombre de la nueva especie adicionando **n. sp.**, figuras relacionadas, holotipo (con medidas si aplica), paratipos (si hay), diagnosis, descripción, etimología, comentarios.

Citación de especímenes

Cuando se lista material estudiado o revisado debe citarse de la siguiente manera: *Nombre específico en cursiva*. Número de ejemplares examinados, sexo (♀ o ♂). **PAÍS**. Departamento. Municipio. Localidad. Coordenadas si las hay. Altitud. Método de colección. Fecha de colección (día-mes como tres primeras letras-año, año). Recolector. Acrónimo de la colección en la cual está depositado (entre corchetes). Por favor revise catálogos de acrónimos oficiales como Arnett *et al.* 1993 "The Insect and Spider Collections of the World", 2nd edition, (<http://hbs.bishopmuseum.org/codens/codensearch.html>).

Ejemplos: *Gigantodax osornorum*. 2 larvas, indeterminado. **COLOMBIA**. Cundinamarca. Usme Páramo de Sumapaz, Quebrada Hoya Honda 4°21'09"N 74°11'02"O 3240 m. Captura manual. 16-feb-1991 Martínez, X. [ICN]. No dejar espacio entre grados, minutos, segundos y latitud o longitud.

Campsomeris servillei. 1♀, 2♂♂. COLOMBIA. Valle Vía Cali - Palmira 1000 m Malaise 1-sep-1984 Alvarado, M. [UDVC].

Citas bibliográficas dentro del texto

Se utiliza una variante del sistema Harvard de citación dentro del texto:

- Bustillo (1998), Tróchez y Rodríguez (1989) ó *López et al.* (1989) si el nombre(s) del(os) autor(es) es (son) parte de la oración.
- (Gutiérrez 1999), (Bustillo y Rodríguez 1999) ó (Ramírez *et al.* 1999) si el nombre(s) del(os) autor(es) va(n) como cita al final de la frase.
- (Bueno 1998, 1999) para dos artículos del mismo autor ordenar de la fecha más anterior a la más reciente.
- (Portilla 1998a, 1998b) para dos artículos del mismo autor en el mismo año.
- (Gutiérrez 1987; Rodríguez 1998; Ramírez 1999) para citación múltiple, en orden ascendente de año. En caso de dos años iguales con diferentes autores, se ordena alfabéticamente de autores.

(Parra, en prensa). En la literatura citada es necesario señalar el nombre de la Revista donde va a publicarse el artículo.

(P. Reyes, com. pers.). Es necesario que el autor obtenga permiso para esta citación. Puede señalarse bien sea como pie de página o en el listado de Literatura citada, indicando la fecha de la comunicación.

ZENNER DE POLANÍA, I.; QUINTERO, J.; QUINTERO, F. 2001. Evaluación de la mezcla de creolina, melaza y ceniza sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera:

Referencia de un artículo en una publicación periódica. Debe contener los siguientes elementos: Autor (es): APELLIDO, INICIAL(es) DEL NOMBRE(s)., con iniciales del nombre separadas por punto y espacio. Año. Título. Nombre completo de la Revista.

Cuando ésta no sea muy conocida se debe indicar entre paréntesis el país de origen. Volumen (escribir el número). Número entre paréntesis. Páginas indicadas a continuación de dos puntos.

Ejemplo:

POSADA F., F. J. 1992. Ciclo de vida, consumo foliar y daño en fruto de melón por *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología 18 (1): 26-31.

- **Referencia con más de un autor.** Los autores se separan por punto y coma.

Ejemplos:

VALLEJO, L. F.; ORDUZ, S. 1996. Producción de un plaguicida a base de *Bacillus thuringiensis*, en laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 22 (1): 61-67.

ZENNER DE POLANÍA, I.; QUINTERO, J.; QUINTERO, F. 2001. Evaluación de la mezcla de creolina, melaza y ceniza sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) y algunos de sus enemigos naturales. Revista Colombiana de Entomología 27 (1-2): 55-60.

Referencia de un libro. Autor. Año. Título. Editorial o entidad responsable de la publicación. Lugar de impresión. Número de páginas.

Ejemplos:

PENNAK, R. W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley, New York. 767 p.

GÓMEZ A., A.; RIVERA P., H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Cenicafé, Chinchiná, Colombia. 481 p.

- **Referencia de un capítulo en un libro colegiado:** Autor. Año. Título del capítulo. Páginas del capítulo = pp.xx-xx. En: Editor(s) = (Ed.) o (Eds.). Título del libro. Editorial. Ciudad. País. Número de páginas del libro.

Ejemplo:

MONTOYA-LERMA, J.; FERRO, C. 1999. Flebótomos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. pp. 211-245. En: Amat, G.; Andrade-C., G.; Fernández, F. (Eds.). Insectos de Colombia. Volumen II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 13. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá. Colombia. 492 p.

Referencias citadas de internet. (se sigue el modelo Harvard)
AUTOR/EDITOR. Año. Título. Disponible en: URL. [fecha de revisión usando formato francés p. ej.: “1 enero 2007”]

Ejemplo:

SAMUELSON, A.; EVENHUIS, N.; NISHIDA, G. 2001. Insect and spider collections of the world web site. Disponible en:<http://www.bishopmuseum.org/bishop/ento/codens-r-us.html> [Fecha revisión: 27 marzo 2001].

Referencia de tesis o trabajo de grado. Autor. Año. Título. Profesión, o nombre del posgrado al que corresponde la tesis. Institución que otorgó el título. Ciudad. País. Número de páginas.

Ejemplo:

PEÑA, C. 1995. Efecto de poligoidal extraído de corteza del canelo, *Drimys winteri* Forst., sobre algunos insectos de importancia agrícola. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 86 p.

ANEXO III

Documento em PDF