

# BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE *Mimosa bimucronata* – UMA ESPÉCIE RUDERAL<sup>1</sup>

## *Reproduction Biology of Mimosa bimucronata – a Ruderal Species*

SILVA, L.A.<sup>2</sup>, GUIMARÃES, E.<sup>2</sup>, ROSSI, M.N.<sup>3</sup> e MAIMONI-RODELLA, R.C.S.<sup>2</sup>

RESUMO - Com o objetivo de estudar a biologia reprodutiva de *Mimosa bimucronata*, o presente estudo foi realizado em Botucatu e Cachoeira Paulista, SP, no período de novembro de 2003 a junho de 2005. Determinou-se o número de flores por glomérulo, sua duração, os eventos da antese e outras características florais, como tamanho, formato, coloração, odor, presença de néctar e localização de osmóforos. A receptividade do estigma e a viabilidade do pólen foram avaliadas. Flores foram examinadas e documentadas em microscópio eletrônico de varredura, após tratamento adequado. Foram feitos testes para a determinação do sistema reprodutivo, visando avaliar a dependência dos polinizadores. A presença de visitantes florais foi observada no campo, sendo registrada a quantidade de visitas e o comportamento dos visitantes, além do tempo médio de permanência dos visitantes junto às flores. O padrão de floração de *M. bimucronata* é anual. Os grãos de pólen encontram-se reunidos em poliades compostas por oito células, o que pode ser interpretado como uma adaptação para minimizar o efeito da mistura das cargas de pólen depositadas sobre o diminuto estigma. A formação de frutos em condições naturais foi baixa e não ocorreu agamospermia. A morfologia das flores e das inflorescências permite o acesso aos recursos florais para uma ampla variedade de visitantes (Hymenoptera, Diptera e Coleoptera). A maioria das visitas foi realizada por abelhas (56,4%). Os resultados permitem considerar que, embora *M. bimucronata* seja dependente de vetores de pólen para sua reprodução, é espécie entomófila generalista e, portanto, bastante adaptada aos ambientes ruderais, onde sua ocorrência é predominante.

**Palavras-chave:** *Mimosa bimucronata*, polinização, poliades, sistema reprodutivo.

**ABSTRACT** - Aiming to study the reproduction biology of *Mimosa bimucronata*, this work was developed in two municipalities, Botucatu and Cachoeira Paulista, São Paulo, in southeastern Brazil, between November 2003 and June 2005. The number of flowers per flower head, flower lifetime, anthesis events and other floral characteristics, such as flower size, color, nectar, scent, and osmophore location, were studied. Stigma receptivity and pollen viability were evaluated. The flowers were observed and documented in a scanning electron microscope, after receiving a proper treatment. Tests were performed to investigate the reproductive system, aiming to evaluate the reliance on pollinators. Floral visitors were observed directly in the field and their frequency, duration of visits and behavior on flowers were registered. *M. bimucronata* showed an annual flowering pattern. The pollen grains are united in polyades with eight cells, which are interpreted as an adaptation to minimize mixed pollen grain loads on the minute stigma. Fruit set was low in natural conditions and there was no occurrence of agamospermy or spontaneous self-pollination. The flower and inflorescence morphology allow access to several orders of visitors. Members of Hymenoptera, Diptera and Coleoptera were observed visiting the flower heads. The visits were mostly by *M. bimucronata* bees (56.4%). The results allowed to conclude that, although dependent on pollen vectors for reproduction, this is a generalist entomophilous species and, therefore, well adapted to ruderal environments where its presence is prevalent.

**Keywords:** *Mimosa bimucronata*, pollination, polyads, reproductive system.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 25.1.2011 e aprovado em 16.3.2011.

<sup>2</sup> Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, Dep. de Botânica, 18618-970 Botucatu-SP, Brasil, <sup>3</sup> Universidade Federal de São Paulo – Unifesp, Dep. de Ciências Biológicas, 09941-510 Diadema-SP, Brasil.



## INTRODUÇÃO

Entre as leguminosas arbóreas ocorrentes em formações vegetais no Brasil, *Mimosa bimucronata*, conhecida popularmente como maricá ou espinheiro-de-cerca, é considerada espécie típica da Floresta Atlântica, com ampla distribuição nesse bioma, sendo largamente cultivada na região Sudeste do Brasil para formação de cercas vivas defensivas, devido à abundância de espinhos em seus ramos (Lorenzi, 2008). É citada como espécie com alto valor sociológico em remanescentes de florestas ripárias no Estado de São Paulo (Bernaci et al., 1998); em áreas de caatinga às margens do rio São Francisco, no Estado de Pernambuco (Nascimento et al., 2003); em floresta estacional semidecidual no Rio Grande do Sul (Longhi et al., 2008); e na vegetação do chaco, no Mato Grosso do Sul (Noguchi et al., 2009). Sua ocorrência já foi citada no Brasil, desde a Paraíba até o Rio Grande do Sul (Carvalho, 2004), bem como no Paraguai e na Argentina (Barneby, 1991). Entretanto, destaca-se também por seu caráter invasor, pois, por ser muito prolífica, é frequentemente observada como infestante de áreas de pastagens, beiras de estradas e terrenos baldios, preferindo as baixadas úmidas, onde forma densas populações (Lorenzi, 2008).

Sendo espécie pioneira, *M. bimucronata* apresenta grande importância na recuperação de áreas degradadas, nas quais é indicadora do estágio inicial de regeneração (Brasil, 1994). Em áreas degradadas pela mineração de carvão, sua ocorrência espontânea foi observada, compondo comunidades pioneiras, abrigando sob sua copa plântulas de diversas espécies arbóreas e arbustivas, que assim ficaram protegidas do pisoteio do gado bovino, além de atuar como poleiro para a avifauna e local de abrigo para outros pequenos animais (Bitencourt et al., 2007). Faz-se referência também à sua utilização como planta medicinal, sendo a infusão dos brotos eficaz no combate à asma pura, à bronquite asmática e às febres intermitentes (Burkart, 1979). Sua madeira é bastante explorada como fonte de lenha e carvão, pois queima mesmo quando verde (Carvalho, 2004). Além desses aspectos, o valor de *M. bimucronata*, como fonte de recursos para abelhas de mel (*Apis mellifera*), foi ressaltado por Barth & Luz (1998). Por todos

esses importantes aspectos, *M. bimucronata* configura-se como espécie nativa de múltiplo uso e, devido ao seu grande potencial de exploração e pelo manejo amplo e flexível, é considerada um componente indicado na recuperação de sistemas agroflorestais (Olkoski, 2010).

Contudo, até o presente são escassas as informações relacionadas à sua biologia reprodutiva, especialmente no que se refere à polinização de *M. bimucronata*. A necessidade de incrementar os estudos sobre a biologia da polinização de plantas nativas de ambientes tropicais foi apontada por Nogueira-Neto (2002). Esses estudos são de grande importância para o desenvolvimento de programas de conservação e manejo de polinizadores nativos, necessitando-se para isso conhecer as preferências alimentares e o modo como as espécies utilizam os recursos disponíveis (Aguiar, 2003).

Nesse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para o conhecimento da fenologia, morfologia e biologia floral de *Mimosa bimucronata*, visando identificar sua contribuição na manutenção da fauna de insetos polinizadores e fornecer subsídios para programas de manejo e controle.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois municípios, Botucatu (48°26'37" W e 22°52'22" S) e Cachoeira Paulista (45°00'33" W e 22°39'44" S), Estado de São Paulo, no período de novembro de 2003 a junho de 2005. Observações foram realizadas, nos dois municípios, em indivíduos reprodutivos de *Mimosa bimucronata* ocorrentes em remanescentes de vegetação ripária e de floresta estacional semidecidual. Espécimes testemunhas foram depositados no Herbário do Instituto de Biociências de Botucatu (BOTU) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu-SP.

Em Botucatu, as plantas observadas encontravam-se às margens de um pequeno córrego e em áreas de fragmentos de floresta estacional semidecidual, no Jardim Botânico do Instituto de Biociências da UNESP, ambos localizados no distrito de Rubião Júnior. O solo da área do córrego é do tipo Aluvial



Hidromórfico, enquanto o das demais áreas do Jardim Botânico é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa (Comissão ..., 1960). O clima é do tipo Cfa de Köppen, ou seja, mesotérmico úmido (Cunha & Martins, 2009). Em Cachoeira Paulista, foram observadas plantas localizadas em Área de Proteção Ambiental (APA) às margens do rio Paraíba do Sul, bairro Margem Esquerda, próximo à rua Rio Grande do Sul, e também em indivíduos ocorrentes em área descampada adjacente à APA. O solo dessas áreas é do tipo Aluvial Hidromórfico (Comissão..., 1960). O clima é do tipo Cwa de Köppen ([www.embras.net/pmcachoeirapaulista](http://www.embras.net/pmcachoeirapaulista)), ou seja, mesotérmico de inverno seco.

A fenologia reprodutiva da população de Botucatu teve avaliação quinzenal no período de novembro de 2003 a junho de 2005, realizando-se o acompanhamento das fenofases conforme proposto por Fournier (1974), sendo estimadas as quantidades relativas de botões, flores, frutos imaturos e frutos maduros por planta, por meio de avaliação não destrutiva (estimativa visual), em 11 indivíduos.

*Mimosa bimucronata* apresenta flores pequenas reunidas em glomérulos esféricos, que, por sua vez, reúnem-se em grandes panículas. Para determinação do número de flores por glomérulos, foram coletados dez deles na fase de botão pré-antese em quatro indivíduos. Outros 19 botões em pré-antese de diferentes glomérulos e indivíduos foram dissecados sob lupa, a fim de se determinar o sexo das flores. Realizou-se a contagem do número de flores por panícula em oito indivíduos, sendo feita a coleta de uma panícula por indivíduo. Características florais, como tamanho, formato, coloração, odor e presença de néctar, foram avaliadas em dez flores. Para detecção de osmóforos, flores recém-abertas foram imersas em solução de vermelho neutro (1%) por cerca de 30 minutos (Dafni, 1992). A receptividade do estigma foi avaliada com peróxido de oxigênio (3%) e observada com auxílio de microscópio (Dafni, 1992). A viabilidade do pólen foi estimada a partir de contagens dos grãos de pólen presentes em dez botões em estágio de pré-antese, corados com carmim acético (Radford et al., 1974), coletados em cinco indivíduos. Trinta glomérulos com botões

em fase de pré-antese foram marcados e acompanhados diariamente, para determinação da duração das flores e para caracterização dos eventos da antese. Flores foram também fixadas em glutaraldeído (2,5% em tampão fosfato 0,1M pH 7,3 por uma hora), desidratadas em série crescente de soluções de álcool, secas até o ponto crítico, montadas em suporte de alumínio, metalizadas com ouro, examinadas e documentadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) Philips 515, a 20 kV. O crescimento dos frutos foi acompanhado por cinco semanas, marcando-se dez frutos no início do desenvolvimento e medindo-se seu comprimento, até a estabilização do seu tamanho.

A presença de visitantes florais foi observada diretamente no campo por 18 dias não consecutivos, em seis indivíduos, no período das 5h às 17h30. Registraram-se a quantidade de visitas e o comportamento dos visitantes, que foram coletados e montados a seco para posterior identificação. Quanto às espécies mais frequentes, foi cronometrado o tempo médio de permanência junto às flores em cada visita. Algumas visitas foram registradas por meio de fotografias. Todas as observações e determinações anteriormente descritas foram efetuadas em Botucatu. Observações adicionais referentes ao comportamento dos visitantes florais mais frequentes foram também realizadas em Cachoeira Paulista.

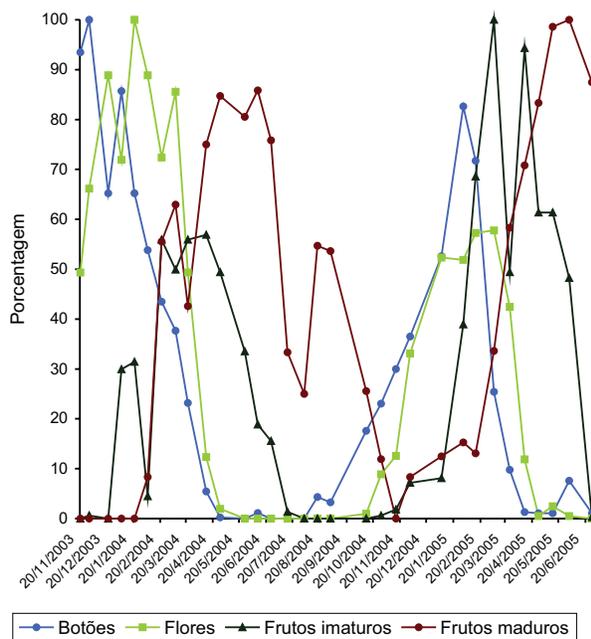
Glomérulos isolados foram considerados as unidades reprodutivas, pois, devido às pequenas dimensões das flores, sua manipulação se tornava bastante difícil. Para o estudo do sistema reprodutivo, desenvolvido em Cachoeira Paulista, botões em pré-antese foram isolados em sacos de tecido (organza), realizando-se os seguintes testes: a) autopolinização espontânea, que consistiu em ensacar botões pré-antese intactos para posterior verificação do sucesso na formação de frutos; e b) agamospermia, que consistiu em emascular botões em pré-antese e depois ensacá-los, avaliando-se, posteriormente, a produção de frutos. A avaliação da eficiência da polinização natural (controle) foi feita marcando-se glomérulos com botões em pré-antese, que foram mantidos expostos, verificando-se posteriormente o número de frutos formados.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

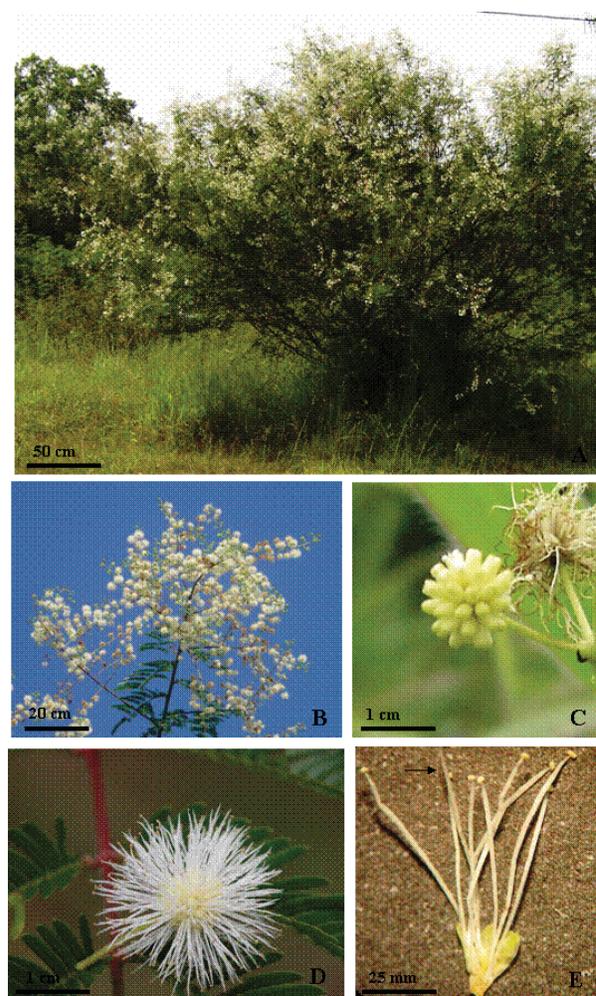
O padrão de floração e frutificação de *Mimosa bimucronata* é anual (Newstrom & Frankie, 1994). O período de floração estende-se de setembro a abril (Figura 1), com máximo de floração de novembro a fevereiro a início de março. Frutos imaturos estão presentes a partir de dezembro e os primeiros frutos maduros surgem a partir de janeiro. Os frutos demoram cerca de 60 dias para amadurecer, porém observou-se maior taxa de crescimento nas duas primeiras semanas. Entre a terceira e a quarta semana, a maioria dos frutos atingiu seu tamanho final. Frutos maduros permaneceram presos à planta-mãe por vários meses.

*Mimosa bimucronata* possui amplas inflorescências de cor branca, que se destacam na folhagem (Figura 2A), com cerca de 15-40 cm de comprimento (Figura 2B). Em cada inflorescência as flores se reúnem em glomérulos esféricos (Figura 2C, D) dispostos em amplas panículas (Figura 2B), que contêm de 60 a 150 glomérulos. O número médio de flores por glomérulo foi de  $41,3 \pm 8,65$ , ( $n=10$ ). As flores são actinomorfas, diplostêmones, unicarpelares e hipóginas (Figura 2E). O cálice é

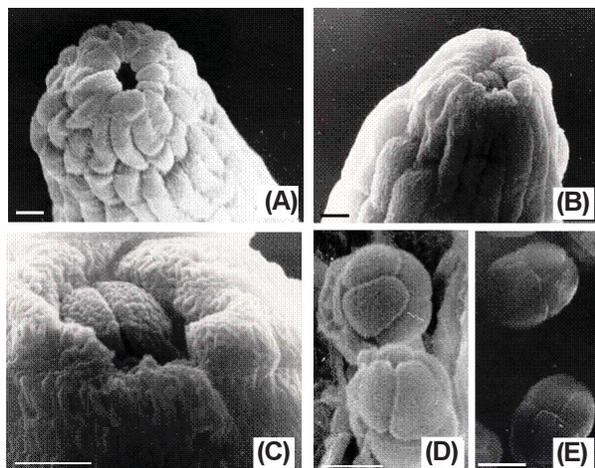


**Figura 1** - Fenologia reprodutiva de *Mimosa bimucronata* em áreas ruderais, expressa em porcentagem média do evento na população, no período de 2003 a 2005. Botucatu-SP.

gamossépalo, de cor branca, tendo as sépalos  $0,49 \pm 0,20$  mm de comprimento. A corola tubulosa é gamopétala, com quatro lobos de coloração branca, cada um com uma pequena mancha esverdeada no ápice. As pétalas têm  $2,41 \pm 0,23$  mm de comprimento e  $0,85 \pm 0,14$  mm de largura. O pistilo possui  $9,0 \pm 0,47$  mm de comprimento, e o ovário, 1,0 mm. O estilete é terminal e delgado, sendo o estigma côncavo e inconspícuo (Figura 3A). O número de óvulos variou de cinco a nove, sendo mais frequente a ocorrência de seis óvulos ( $n=15$ ). Os estames são brancos, heterodínamos, variando de 7 a 10 mm. As anteras bitecas apresentam deiscência longitudinal e



**Figura 2** - *Mimosa bimucronata*. (A) Planta em floração. (B) Panícula com flores recém-abertas e flores murchas. (C) Glomérulo com botões. (D) Glomérulo com flores recém-abertas. (E) Flor isolada; estilete (seta).



**Figura 3** - *Mimosa bimucronata* ao MEV. (A) Porção distal do estilete e estigma não polinizado. (B) Estigma polinizado contendo políade. (C) Detalhe do estigma polinizado, com políade em vista equatorial. (D) Políade em vista polar. (E) Políade em vista equatorial. Barras = 5  $\mu$ m.

são dorsifixas. Os grãos de pólen encontram-se reunidos em políades compostas por oito grãos de pólen (Figura 3D, E), sendo então denominadas bitétrades, cuja viabilidade média foi de 96,7%, variando de 93,3 a 100%. Acredita-se que as políades confirmam uma vantagem seletiva para a reprodução, pois, se apenas uma delas alcançar a superfície estigmática, todos os óvulos dentro do ovário podem ser fertilizados. O arranjo do pólen em políades foi relatado em cerca de 15% das famílias de angiospermas (Kenrick & Knox, 1982), sendo bastante frequente entre as Mimosoideae (Seijo & Neffa, 2004).

As dimensões internas do estigma permitem que apenas uma bitétrade seja nele depositada (Figura 3B, C), o que levaria a uma produção de no máximo oito sementes por fruto, o que de fato se observou na grande maioria dos frutos. Contudo, após o exame de 314 frutos, foram encontrados quatro contendo nove sementes e um fruto contendo dez, o que levanta a hipótese de que, eventualmente, possa ocorrer a deposição e germinação de mais de uma bitétrade sobre o estigma. Seijo & Neffa (2004) observaram a ocorrência ocasional de mais de uma bitétrade aderida ao pistilo de *M. bimucronata*, porém nunca dentro da cavidade estigmática.

De acordo com Seijo & Neffa (2004), *M. bimucronata* possui cerca de 2.000 bitétrades por antera, resultando em uma razão pólen/óvulo (P/O) de 16.000, compatível com o esperado para plantas xenógamas (Cruden, 1977). No entanto, outras espécies de Mimosoideae e Asclepiadaceae que possuem políades ou políneas, respectivamente, apresentam razão P/O bastante baixa, o que seria indicio da ocorrência de maior eficiência no sistema de polinização dessas espécies (Cruden, 1977; Kenrick & Knox, 1982). A aparente contradição entre essas duas características, ocorrentes em *Mimosa bimucronata*, sugere que a presença de grãos de pólen compostos, nesta espécie, não seria apenas uma adaptação para maior eficiência na dispersão do pólen por insetos, e sim uma adaptação que minimizaria o efeito da mistura das cargas de pólen depositadas sobre o estigma (Seijo & Neffa, 2004).

Além disso, considerando o número de grãos de pólen em uma políade e o número de óvulos por carpelo, verificou-se estreita relação entre os números de gametófitos masculino e feminino envolvidos no processo de fertilização de *M. bimucronata*. Essa característica permite que todos os óvulos de um pistilo sejam fecundados após um único evento de polinização cruzada (Seijo & Neffa, 2004), o que pode assegurar a produção de frutos em ambientes ruderais ou na colonização de novas áreas, onde nem sempre a presença dos polinizadores é abundante.

Para a maioria dos botões, a antese tem início entre 3 e 4h. No glomérulo, os botões têm horários de abertura variados, não sendo a antese sincrônica nem dentro nem entre glomérulos. O pólen já se encontra exposto em botões pré-antese. Inicialmente, os estames emergem dobrados do pequeno tubo floral, distendendo-se lentamente. Em seguida, inicia-se a distensão dos estiletos. Os estames se distendem completamente cerca de uma hora após o início da antese, em cada glomérulo. Essa sequência também foi observada na maioria das espécies do gênero *Acacia* (Fabaceae-Mimosoideae), cuja antese envolve extensão dos estames e liberação de pólen, seguida pelo posterior alongamento dos estiletos, sendo os estigmas inicialmente encobertos pela massa de estames, sugerindo



que as acácias estudadas possam ser efetivamente protândricas (Stone et al., 1998). As flores recém-abertas de *M. bimucronata* exalam leve odor frutado, semelhante ao de pêssego maduro, produzido a partir de osmóforos que se localizam nas bordas das pétalas, conforme detectado no teste com vermelho neutro.

Em *Mimosa bimucronata*, o pólen já está exposto no momento da antese e o estigma encontra-se receptivo, não havendo, portanto, dicogamia. Às 5h todos os glomérulos apresentam a maior parte das flores abertas, com algumas delas ainda exibindo estames e estigmas não totalmente alongados. Não são todos os botões que se abrem dentro de um glomérulo. Alguns se abrem nos dias seguintes ou são abortados. De acordo com Stone et al. (1998), a falta de sincronia dentro de um glomérulo e dentro de árvores na população teria efeito sobre os visitantes florais, já que a coleta de grande volume de pólen em uma única espécie assincrônica seria mais custosa para grandes abelhas. Ao contrário, a dissincronia nesses dois níveis favoreceria o forrageamento por pequenas abelhas, para as quais uma única flor já seria um recurso significativo. As flores de *M. bimucronata* permanecem funcionais apenas no primeiro dia. Entretanto, permanecem no glomérulo por seis a oito dias, tendo sido fertilizadas ou não. A retenção de flores após mudanças na coloração e na receptividade é interpretada como uma adaptação para o aumento da atratividade floral a longas distâncias, aumentando a frequência de visitas dos polinizadores (Gori, 1983, 1989; Weiss, 1991).

Não houve produção de frutos a partir de flores emasculadas, indicando a não ocorrência de agamospermia. Houve formação de apenas três frutos após experimento, para verificação de autopolinização espontânea em

780 glomérulos (Tabela 1). Embora a ocorrência do sistema de autoincompatibilidade pós-zigótica tenha sido descrita em Mimosoideae (Seijo & Neffa, 2004), os resultados obtidos no presente estudo indicam a possibilidade de uma certa flexibilidade no sistema reprodutivo de *M. bimucronata*. Esse tipo de estratégia tem sido descrito para outras espécies ruderais ou colonizadoras, predominantemente xenógamas, polinizadas por abelhas, mas que apresentam pequenas taxas de autofecundação na população (Maimoni-Rodella & Yanagizawa, 2007; Guimarães et al., 2008).

A formação de frutos em condições naturais foi baixa. Mesmo nos glomérulos com maior número de flores houve baixa produção de frutos, o que é muito comum em Mimosoideae (Baranelli et al., 1995). Seijo & Neffa (2004) igualmente observaram esse resultado em populações naturais de *M. bimucronata* na Argentina, relacionando-o ao caráter xenógamo da espécie, associado à ocorrência de baixa eficiência na polinização. Para espécies de *Acacia* foi sugerida a ocorrência de favorecimento de uma ou poucas flores sobre outras na mesma inflorescência, através de algum mecanismo regulador (Baranelli et al., 1995). De acordo com os autores, um evento de polinização incompatível levaria à eliminação da flor. Como há marcante adaptação entre a políade e o estigma, de forma que somente uma políade pode se alojar em cada estigma, e devido à proporção 1/1 entre número de grãos de pólen por políade e número de óvulos por ovário, o gineceu poderia ser entendido como um módulo reprodutivo no qual todos ou nenhum dos óvulos desenvolveriam sementes. Assim, os numerosos gineceus de cada glomérulo agiriam em cooperação, como o pistilo de uma única flor (Baranelli et al., 1995).

**Tabela 1** - Resultado dos experimentos para verificação do sistema reprodutivo em *Mimosa bimucronata* – dezembro/2004 a março/2005. Cachoeira Paulista-SP

Tratamento	Nº de glomérulos ensacados	Nº total de flores (estimado)	Nº de frutos formados	Sucesso nos glomérulos (%)	Sucesso nas flores (%)
Controle	1.401	57.441	908	64,8	1,6
Agamospermia	179	7.339	0	0	0
Autopolinização	780	31.980	3	0,4	0,009

Seijo & Neffa (2004) estudaram a origem e o papel das políades na biologia reprodutiva de *Mimosa bimucronata*. A análise de eficiência da polinização revelou que apenas 33% das flores possuíam uma políade corretamente localizada no estigma, o que seria uma das razões para a baixa taxa de formação de frutos. Outra hipótese mencionada pelos autores seria o aborto de sementes autopolinizadas. Adicionalmente, Baranelli et al. (1995) propuseram um mecanismo regulador pós-polinização que favoreceria a predominância de uma ou poucas flores legitimamente polinizadas sobre outras na mesma inflorescência, para *Acacia caven*. Essa hipótese também pode ser válida para *M. bimucronata*.

As inflorescências de *M. bimucronata* são do tipo escova (“brush-blossom” senso Faegri & van der Pijl, 1979), nas quais os estames sobrepõem os demais órgãos florais em aparência, sendo essa característica bastante frequente entre as Mimosoideae (Endress, 1994). Nas flores do tipo escova, a atração visual dos polinizadores é difusa e a deposição do pólen ocorre no abdome ou na cabeça dos visitantes (Faegri & van der Pijl, 1979). Dessa forma, a disposição das flores em *M. bimucronata* permite o acesso aos recursos florais por uma ampla variedade de visitantes, o que caracteriza uma estratégia generalista para a polinização. De fato, foram observadas visitas de insetos das ordens Hymenoptera, Diptera e Coleoptera (Tabela 2). A ordem Hymenoptera foi responsável por 80,4% das visitas, e Diptera, por 19,6%. A maioria das visitas foi realizada por abelhas (56,4%), e *Apis mellifera* representou 85,4% do total dessas visitas. Espécies do gênero *Apis* foram relatadas como importantes polinizadores do gênero *Acacia*, tanto em locais onde são nativas (África, sudeste da Ásia) como em locais onde foram introduzidas (Américas e Austrália) (Stone et al., 2003).

As flores de *M. bimucronata* fornecem apenas pólen como recurso aos visitantes. As abelhas foram os únicos visitantes florais a coletar ativamente grande quantidade de pólen, em contraste com os outros visitantes, cuja coleta de pólen foi menos intensa ou mesmo acidental. Para a maior parte dos visitantes, o pólen era depositado predominantemente na região ventral do corpo, resultando na ocorrência de polinização esternotribica

**Tabela 2** - Insetos visitantes observados em *Mimosa bimucronata* em 18 dias não consecutivos, no período de dezembro/2004 a março/2005. Botucatu-SP

Visitante	Nº de visitas	%
Hymenoptera		
Abelhas		
<i>Apis mellifera</i>	397	48,1
<i>Bombus morio</i>	40	4,8
<i>Exomalopsis</i> sp.	13	1,6
Outras abelhas	15	1,8
Vespas		
Morfo-espécie 1	167	20,2
Morfo-espécie 2	28	3,4
Morfo-espécie 3	4	0,5
Diptera		
Morfo-espécie 1	92	11,2
Outras moscas	61	7,5
Coleoptera	7	0,9

(Endress, 1994). Resultados semelhantes foram constatados em diversas espécies de *Acacia* (Stone et al., 2003). Assim, as abelhas constituem talvez o mais importante grupo de polinizadores para os gêneros *Acacia* e *Mimosa* (Bawa, 1990).

No período da manhã observou-se a maior frequência de visitantes (Figuras 4 e 5). A primeira visita às flores de *M. bimucronata* ocorreu pouco antes das 6h, tendo sido efetuada por *A. mellifera* (Figuras 5 e 6A). O maior número de visitas foi observado entre 6 e 7h, e *A. mellifera* representou 92,8% das visitas nessa faixa de horário. Esta abelha foi o primeiro visitante a ser observado, e muitos indivíduos continuaram em forrageamento até às 11h aproximadamente. Após esse horário, sua frequência diminuiu bastante, sendo observadas visitas somente até as 13h. Indivíduos dessa espécie visitaram de 1 a 142 glomérulos na mesma árvore, podendo permanecer na copa por até 15 minutos. Em cada glomérulo, permaneciam de 1 a 25 segundos, sendo mais frequente demorarem menos de 10 segundos. Eventualmente, essas abelhas retornavam a glomérulos anteriormente visitados. Algumas vezes, pairavam em frente a glomérulos com flores recém-abertas, mas não as visitavam.



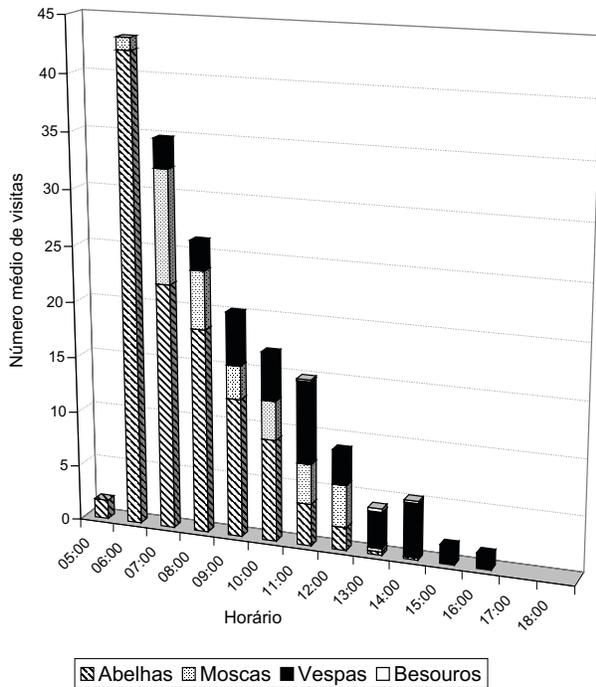


Figura 4 - Número médio de visitas observadas, por grupo de visitantes, nos diferentes horários, em inflorescências de *Mimosa bimucronata*.

*Bombus morio* visitaram as flores nos mesmos horários observados para *A. mellifera* (Figura 5), porém com menor frequência. Suas visitas eram muito rápidas, variando de 1 a 5 segundos num mesmo glomérulo. Devido ao peso dessas abelhas e à fragilidade dos

pedicelos dos glomérulos, estas abelhas não conseguiam permanecer muito tempo coletando pólen de um mesmo glomérulo, já que este se recurvava. Essa dificuldade também foi observada com abelhas visitantes de uma série de acácias (Heinrich & Heinrich, 1983 *apud* Stone et al., 2003). Esses autores sugerem que inflorescências com poucas flores não estão aptas a suportar o peso de uma grande abelha em sua superfície e tendem a colapsar, tornando o forrageio mais difícil. Além disso, grandes abelhas precisam visitar grande número de glomérulos para garantir uma carga razoável de pólen. O voo entre inflorescências é, com certeza, energeticamente mais custoso do que a coleta em uma única inflorescência. Assim, as pequenas abelhas teriam vantagem na coleta de pólen dessas espécies (Heinrich & Heinrich, 1983 *apud* Stone et al., 2003). O número de glomérulos visitados por *Bombus* variou de 1 a 19 no mesmo indivíduo, e uma abelha chegou a ficar sete minutos em uma mesma árvore. Entretanto, nem todas as visitas resultavam em coleta de pólen, pois, quando a abelha não realizava um pouso adequado, ela se dirigia a outro glomérulo, onde, eventualmente, conseguia realizar a coleta. Por outro lado, observou-se que em algumas plantas com flores recém-abertas não ocorriam visitas dessas abelhas, embora estivessem voando nas proximidades, possivelmente visitando outras plantas em floração. *Bombus* são condicionadas

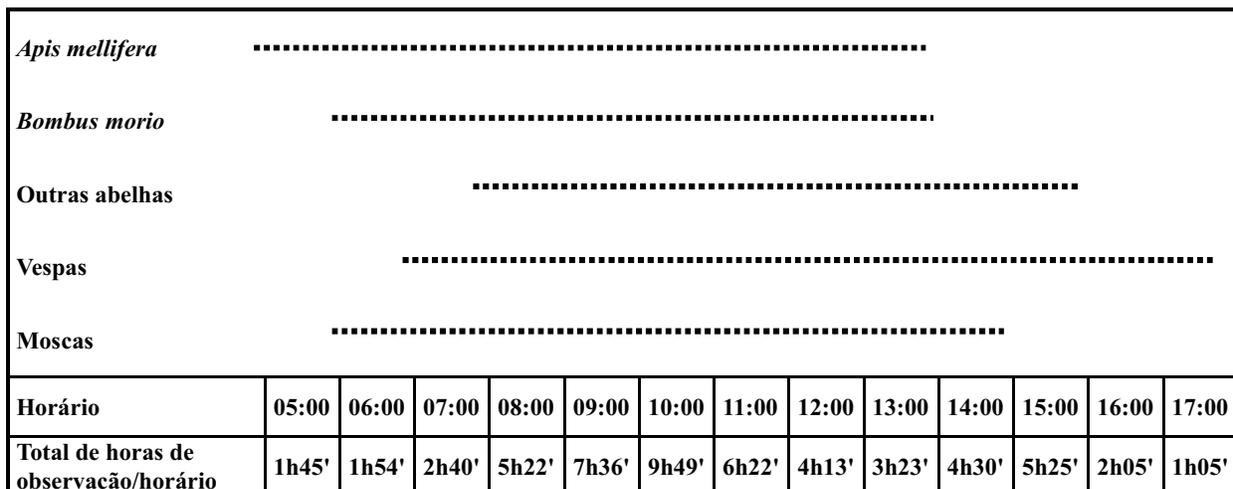


Figura 5 - Horários de ocorrência dos principais visitantes florais em *Mimosa bimucronata* e tempo total de observação efetuado por faixa de horário.



rapidamente e procuram por flores com características que elas associam com recompensas de alimento mais atrativas (Heinrich, 1975). Inicialmente, podem visitar numerosas espécies de plantas, mas eventualmente restringem o forrageio àquelas que oferecem maior quantidade de alimento (Heinrich, 1975). Esse comportamento justificaria a não ocorrência de visitas de *Bombus* às plantas de *Mimosa* em alguns dias, mesmo havendo grande quantidade de recurso disponível – no caso, o pólen. A dieta dessas abelhas está frequentemente baseada em espécies de leguminosas, havendo, entretanto, outras famílias botânicas igualmente importantes para sua nutrição, como Asteraceae, Melastomataceae, Verbenaceae e Solanaceae (Cortopassi-Laurino et al., 2003).

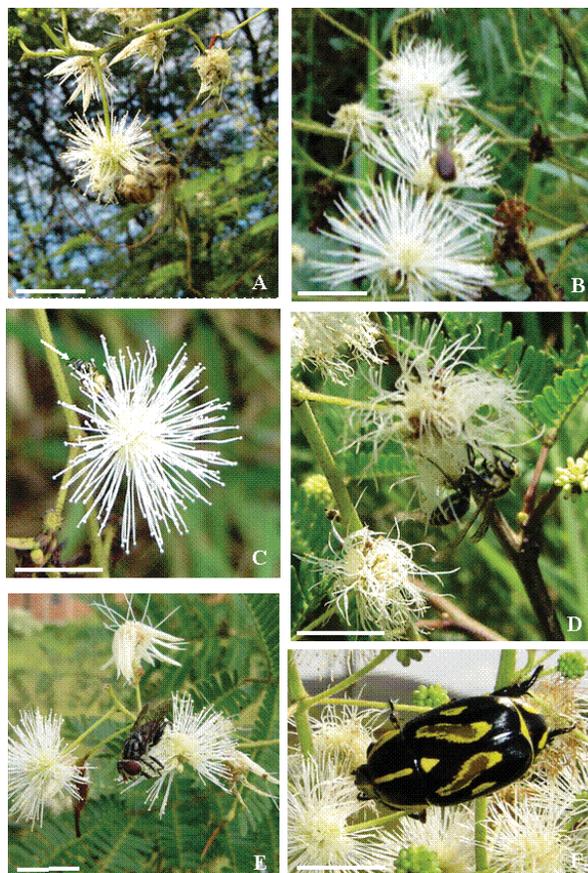
Algumas abelhas de pequeno porte, do gênero *Exomalopsis*, e outras, provavelmente *Ceratina* e Halictidae (Figura 6B), bem menores que *A. mellifera*, visitaram as flores, coletando pólen diretamente de anteras individuais, sendo pouco provável sua participação na polinização.

Algumas moscas foram também observadas no período da manhã (Figuras 4 e 5); após as 14h não foi registrada nenhuma visita de Diptera às flores. Visitavam de um a nove glomérulos, sendo mais comum visitarem apenas um ou dois. Seu tempo de permanência no glomérulo variou de 11 segundos a um minuto, caracterizando visitas mais lentas. Deslocavam-se pelo glomérulo, coletando pólen e eventualmente realizando a polinização (Figura 6E).

Vespas (Figura 6C, D) foram observadas por volta das 7h e continuaram a visitar as inflorescências até cerca de 17h. Vespas foram os únicos insetos que visitaram flores já senescentes (Figura 6D), provavelmente à procura de larvas ou de uma possível secreção proveniente dos tricomas presentes em ovários em desenvolvimento. Bernhardt (1987), em um estudo com oito espécies de *Acacia* australianas, não classificou as vespas como polinizadores efetivos devido à baixa frequência de visitas e ao seu breve tempo de forrageamento. No presente trabalho, as vespas igualmente não se mostraram polinizadores eficientes devido à preferência por flores senescentes. Embora tenha havido visitas a

flores recém-abertas, a frequência foi muito baixa. Outra possibilidade para a presença de vespas é o engano em relação à espécie vegetal. Estudos de polinização de acácias não revelaram diferenças na diversidade de insetos visitando espécies com e sem néctar, que possuem flores muito similares (Tybirk, 1997). Muitas borboletas e vespas carnívoras, conhecidas por se alimentarem também de néctar, comumente visitaram *Acacia tortilis*, que não possui nectário. De acordo com esse autor, esse fato só poderia ser interpretado como engano (Tybirk, 1993, 1997).

Foram observadas poucas visitas de Coleoptera (Figura 6F), que eram caracterizadas pelo consumo de partes florais. Os besouros permaneciam muito tempo em um único glomérulo e nos circunvizinhos, dificilmente contribuindo para a polinização dessa



**Figura 6** - Visitantes florais em glomérulos de *Mimosa bimucronata*. (A) *Apis mellifera*. (B) Abelha Halictidae. (C) e (D) Vespas. (E) Mosca. (F) Besouro. Barras = 1 cm.

espécie. Bernhardt (1989) *apud* Tandon et al. (2001), em um estudo sobre polinização de acácias australianas, também não considerou besouros como polinizadores efetivos em razão da baixa frequência de suas visitas, à baixa fidelidade e à atividade destrutiva desse grupo junto às flores.

Dessa forma, pode-se considerar que, nas áreas de estudo, abelhas *Apis mellifera* e *Bombus morio* são os polinizadores efetivos de *Mimosa bimucronata*, devido à sua frequência e comportamento, sendo os demais visitantes polinizadores eventuais. Como se constatou maior frequência de *A. mellifera*, que é espécie introduzida, surgem questionamentos sobre o papel desta abelha no deslocamento dos polinizadores nativos da planta. Para elucidar esse aspecto, serão necessários estudos adicionais.

É importante observar que *Apis mellifera* e *Bombus morio* promovem intensa autopolinização ao visitarem várias dezenas de glomérulos na mesma planta. No caso de *M. bimucronata* apresentar sistema de auto-incompatibilidade pós-zigótica, conforme sugerido por Seijo & Neffa (2004), esses dois visitantes poderiam estar contribuindo para a baixa frutificação observada, especialmente se for considerado que, via de regra, em cada estigma cabe apenas uma políade. Nesse cenário, os polinizadores eventuais poderiam estar desempenhando um papel fundamental na promoção de eventos de fecundação cruzada.

Os resultados obtidos permitem caracterizar *Mimosa bimucronata*, quanto à reprodução, como planta dependente dos polinizadores, sendo, porém, entomófila generalista e, portanto, adaptada aos ambientes ruderais, onde sua ocorrência é predominante. Pode-se destacar também seu importante papel como espécie capaz de fornecer recursos para diversas espécies de insetos, especialmente *Apis mellifera*.

## LITERATURA CITADA

- AGUIAR, C. M. L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itaitim, Bahia, Brasil). **R. Bras. Zool.**, v. 20, n. 3, p. 457-467, 2003.
- BARANELLI, J. L.; COCUCCI, A. A.; ANTON, A. M. Reproductive biology in *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Leguminosae) in the central region of Argentina. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 119, n. 1, p. 65-76, 1995.
- BARNEBY, R. C. **Sensitivae censitae**. A description of the genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. New York: Memories of the New York Botanical Garden, 1991. v. 65. 835 p.
- BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. Mellissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil. **J. Apicult. Res.**, v. 37, n. 3, p. 155-163, 1998.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Ann. Rev. Ecol. System.**, v. 21, n. 1, p. 399-422, 1990.
- BERNACI, L. C.; GOLDENBERG, R.; METZGER, J. P. Estrutura florística de quinze fragmentos florestais ripários na Bacia do Jacaré-Pepira (SP). **Naturalia**, v. 23, n. 1, p. 23-54, 1998.
- BERNHARDT, P. A comparison of the diversity, density, and foraging behavior of bees and wasps on Australian *Acacia*. **Ann. Missouri Bot. Garden**, v. 74, n. 1, p. 42-50, 1987.
- BERNHARDT, P. The floral ecology of Australian *Acacia*. In: STIRTON, C. H. & ZARUCCHI, J. L. (Eds.). **Advances in legume biology**. Saint Louis: The Missouri Botanical Garden, 1989. p.263-282. (Monographs in Systematic Botany, 29)
- BITENCOURT, F. et al. Nucleação de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze em áreas degradadas pela mineração de carvão. **R. Bras. Bioci.**, v. 5, supl. 1, p. 750-752, 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 2, de 18 de março de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 18 de março de 1994. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html)>. Acesso em: 5 mar. 2011.
- BURKART, A. Leguminosas - Mimosoideas. In: REITZ, P. R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1979. p. 154-158.
- CARVALHO, P. E. R. **Maricá – *Mimosa bimucronata***. Colombo: Embrapa, 2004. 10 p. (Circular Técnica, 94)
- COMISSÃO DE SOLOS. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1960. 634 p. (Boletim do SNPA, 12)
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; KNOLL, F. R. N.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros. In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Apoidea Neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma: UNESC, 2003. 320 p.



- CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratios: a conservative indication of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, n. 1, p. 32-46, 1977.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford: Oxford University. 1992. 250 p.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University, 1994. 511 p.
- FAEGRI, K.; van der PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3.ed. London: Pergamon Press, 1979. 244 p.
- FOURNIER, L. A. Um método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.
- GORI, D. F. Post-pollination phenomena and adaptive floral changes. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983. p. 31-49.
- GORI, D. F. Floral color change in *Lupinus argenteus* (Fabaceae): why should plants advertise the location of unrewarding flowers to pollinators? **Evolution**, v. 43, n. 4, p. 870-881, 1989.
- GUIMARÃES, E.; DI STASI, L. C.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Pollination biology of *Jacaranda oxyphylla* with an emphasis on staminode function. **Ann. Bot.**, v. 102, n. 5, p. 699-711, 2008.
- HEINRICH, B. Bee flowers: a hypothesis on flower variety and blooming times. **Evolution**, v. 29, n. 1, p. 325-334, 1975.
- HEINRICH, B.; HEINRICH, M. J. E. Heterothermia in foraging workers and drones of the bumblebee *Bombus terricola*. **Physiol. Zool.**, v. 56, n. 4, p. 563-567, 1983.
- KENRICK, J.; KNOX, R. B. Function of the polyad in reproduction of *Acacia*. **Annals of Botany**, v. 50, n. 5, p. 721-727, 1982.
- LONGHI, S. J. et al. Caracterização fitossociológica do estrato arbóreo em um remanescente de floresta estacional semidecidual em Montenegro, RS. **Ci. Rural**, v. 38, n. 6, p. 1630-1638, 2008.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.
- MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; YANAGIZAWA, Y. A. N. P. Flower biology system of three *Ipomoea* weeds. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 33-42, 2007.
- NASCIMENTO, C. E. S.; RODAL, M. J. N.; CAVALCANTI, A. C. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. **R. Bras. Bot.**, v. 26, n. 3, p. 271-287, 2003.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 141-159, 1994.
- NOGUCHI, D. K.; NUNES, G. P.; SARTORI, A. L. B. Florística e síndromes de dispersão em espécies arbóreas em remanescente de Chaco de Porto Murinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 353-365, 2009.
- NOGUEIRA-NETO, P. Management of plants to maintain and study pollinating bee species and also protect vertebrate frugivorous fauna. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. (Eds.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministry of Environment, 2002. 313 p.
- OLKOSKI, D. **Número cromossômico e comportamento meiótico de populações de *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze no Rio Grande do Sul**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- RADFORD, A. E. et al. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 1974. 891 p.
- SEIJO, J. G.; NEFFA, V. G. S. The cytological origin of the polyads and their significance in the reproductive biology of *Mimosa bimucronata*. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 144, n. 3, p. 343-349, 2004.
- STONE, G. N.; WILLMER, P. G.; ROWE, J. A. Partitioning of pollinators during flowering in African *Acacia* community. **Ecology**, v. 79, n. 8, p. 2808-2827, 1998.
- STONE, G. N. et al. Pollination ecology of acacias (Fabaceae, Mimosoideae). **Austr. System. Bot.**, v. 16, n. 1, p. 103-118. 2003.
- TANDON, R.; SHIVANNA, K. R.; RAM, H. Y. M. Pollination biology and breeding system of *Acacia senegal*. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 135, n. 3, p. 251-262, 2001.
- TYBIRK, K. Pollination, breeding system and seed abortion in some African acacias. **Bot. J. Linnean Soc.**, v. 112, n. 2, p. 107-137, 1993.
- TYBIRK, K. Reproductive biology and evolution of the genus *Acacia*. **Bull. Int. Group Study Mimosoideae**, v. 20, p. 45-53, 1997.
- WEISS, M. R. Floral color change as cues for pollinators. **Nature**, v. 354, n. 6350, p. 227-229, 1991.

