

SILEIMAR MARIA LELIS

**Biologia reprodutiva de *Bidens segetum* Mart. ex Colla
(Heliantheae, Asteraceae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L541b
2008

Lelis, Sileimar Maria, 1976-
Biologia reprodutiva de *Bidens segetum* Mart. ex
Colla (Heliantheae, Asteraceae) / Sileimar Maria Lelis.
– Viçosa, MG, 2008.
xx, 45f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Milene Faria Vieira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 38-45..

1. *Bidens segetum*. 2. Asteraceae. 3. Fenologia vegetal.
4. Botânica. 5. Zona da Mata (MG : Mesorregião).
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 583.99012

SILEIMAR MARIA LELIS

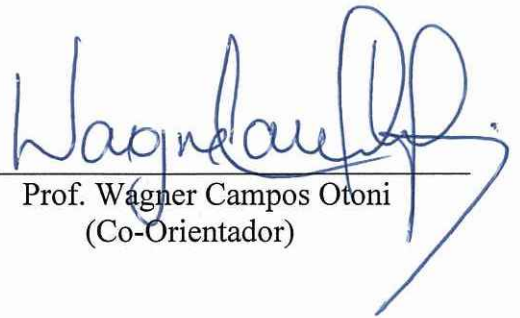
**Biologia reprodutiva de *Bidens segetum* Mart. ex Colla
(Heliantheae, Asteraceae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de junho de 2008.



Prof. Lúcio Antonio de Oliveira Campos
(Co-orientador)



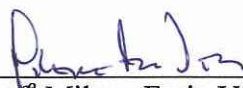
Prof. Wagner Campos Otoni
(Co-Orientador)



Prof.^a Flávia Cristina Pinto Garcia



Prof.^a Rita Maria de Carvalho Okano



Prof.^a Milene Faria Vieira
(Orientadora)

Ao meu filho, Bernardo, pelo amor,
carinho e compreensão, é para você que
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Vegetal, pela oportunidade de realizar o Mestrado.

À Secretaria da Educação do Estado de Minas Gerais, por ter-me concedido o afastamento da Escola em que sou lotada e pelo apoio Financeiro.

À Milene Faria Vieira, minha orientadora, por ter me proporcionado essa experiência maravilhosa e pelos sábios ensinamentos e paciência que tanto me acrescentaram, não só profissionalmente como também pessoalmente.

Ao Professor Wagner por acreditar no meu potencial.

Ao Professor Lúcio e Amanda, pela grande colaboração nas identificações das abelhas.

À banca examinadora pelas valiosas sugestões e críticas construtivas que muito contribuíram para o término desse trabalho.

Ao Ângelo e Francine pela prestatividade, carinho e simpatia.

Aos funcionários do herbário, em especial o Celso, Sr. Zé pelo apoio, atenção e amizade.

À minha mãe que cuidou do meu filho com todo carinho, para que eu pudesse dedicar o máximo aos estudos, principalmente quando fazia a disciplina Fisiologia vegetal. Obrigada pelo apoio e amor incondicionais.

Ao Bernardo, obrigada pelos abraços e beijos que me fortaleciam e peço desculpas pelos momentos de ausência nesses dois anos.

Às minhas irmãs Cimone e Léa e sobrinhos que mesmo longe, souberam me dar forças e incentivo nos momentos difíceis.

Ao Fernando que embora não tenha me acompanhado durante todo o Mestrado, foi muito especial na etapa final, paciente e compreensivo. E obrigada por me acompanhar ao campo nos finais de semana e feriados, após dias cansativos de trabalho.

Às amigas do Mestrado e de toda a vida, Izabela Maria, Livia Maria, Márcia Maria e Rúbia Maria, pessoas maravilhosas, pelo apoio, paciência, amizade e carinho. Sempre presentes, dividindo comigo momentos de tristeza, ansiedade, dúvida e acima de tudo os momentos divertidos, felizes e as conquistas. Os melhores e inesquecíveis momentos da minha vida, durante esses dois anos de Mestrado, devo a vocês Marias. Sentirei muita saudade...

Às companheiras da Biologia reprodutiva, Rúbia, pelo apoio, amizade e idéias brilhantes e à Kelem pelo profissionalismo ao me ajudar nas identificações das borboletas.

Aos amigos Jaquelina, Thiaguinho, Elídio, Pedro Paulo, Zé, Grace, Luzia, Celice, Mariana, Valquíria e Wendel pela boa vontade, amizade e prestatividade.

Aos funcionários da Escola em que trabalho, em especial aos amigos Cida, Edcarlos, Sãozinha e Donizete, pelo modo carinhoso com que me ajudaram.

Ao Paulo e Josy da Fitotecnia, pela ajuda nos testes e fotos.

Aos motoristas, especialmente Sr. Jorge pela prestatividade e boa vontade.

E enfim a todos que contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Sileimar Maria Lelis, filha de Áurea Maria Rezende e Antônio Moreira Lelis, nasceu em Canaã, MG.

Ingressou no curso de Ciências Biológicas na UEMG, Campus Carangola, MG, graduando-se em 1999.

Em 2001, concluiu o curso de Especialização em Biologia pela UFLA e FAEPE, Lavras, MG.

No ano de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Botânica na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em junho de 2008.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo geral.....	4
1.2. Objetivos específicos	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. Local de estudo	5
2.2. Espécie estudada	6
2.3. Fenologia.....	8
2.4. Morfologia floral e biologia floral	8
2.5. Longevidade de capítulos e dinâmica de abertura de suas flores.....	9
2.6. Sistema reprodutivo	9
2.6.1. Teste de polinização.....	9
2.6.2. Qualidade e viabilidade de sementes	10
2.7. Visitantes florais	10
3. RESULTADOS.....	12
3.1. Fenologia.....	12
3.2. Morfologia e biologia floral	13
3.3. Longevidade de capítulos e dinâmica de abertura de suas flores.....	18
3.4. Sistema reprodutivo	21
3.5. Visitantes florais e polinizadores	22

4. DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES GERAIS	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

RESUMO

LELIS, Sileimar Maria Lelis, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2008.
Biologia reprodutiva de *Bidens segetum* Mart. ex Colla (Heliantheae, Asteraceae). Orientadora: Milene Faria Vieira. Co-orientadores: Lúcio Antonio de Oliveira Campos e Wagner Campos Otoni.

Objetivou-se estudar a biologia reprodutiva de *Bidens segetum*, em população natural localizada em fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, denominado Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, em Viçosa (20°45'S e 42°54'W), na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. No período de maio de 2006 a maio de 2008, foram marcados 17 indivíduos para o acompanhamento fenológico e observações sobre a biologia das flores e dos capítulos, sistema reprodutivo e polinizadores. Foram acompanhados 54 capítulos, da antese das primeiras flores até a dispersão dos diásporos, caracterizando-se os diversos aspectos reprodutivos, inclusive a apresentação secundária de pólen (ASP). Foi testada a viabilidade das sementes oriundas das polinizações cruzada e aberta, por meio do teste tetrazólio. Realizou-se o levantamento dos visitantes florais e calculou-se a abundância de visitas dos principais polinizadores. *B. segetum* é perenifólia, floresceu de março a maio, com pico em abril, e frutificou de abril a setembro, com pico em maio. No primeiro dia do capítulo, as flores liguladas estéreis estavam em pré-antese. No terceiro dia do capítulo, ocorreu a antese das flores liguladas, que duraram 10 dias. No quarto dia, ocorreu a antese do primeiro grupo de flores tubulosas. Em cinco dias consecutivos, 96% das flores tubulosas estavam abertas. A antese de cada flor tubulosa iniciou-se às 6:30 h; há liberação dos grãos de pólen sobre os ramos do estilete, caracterizando a ASP e iniciando a fase estaminada; essa fase durou 10 horas. Logo em seguida, iniciou a fase pistilada, caracterizada pela exposição das linhas estigmáticas; essa fase prolongou-se por três dias. No 15º dia do capítulo, todas as flores estavam senescentes e no 20º dia, os diásporos iniciaram o processo de dispersão. *B. segetum* é auto-incompatível e >87% das sementes eram viáveis. Foram registradas 58 espécies de borboletas, 18 de abelhas, três de besouros e três de percevejos visitantes dos capítulos. A polinização foi realizada por borboletas (83,75% das visitas) e abelhas (16,25%). O presente estudo demonstrou que *B. segetum* apresenta floração anual curta, é xenógama e entomófila e ampliou as informações sobre os insetos antófilos da área estudo, sobretudo borboletas, uma vez que esses insetos são poucos conhecidos como polinizadores.

ABSTRACT

LELIS, Sileimar Maria Lelis, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June 2008.
Reproductive biology of *Bidens segetum* Mart. ex Colla (Heliantheae, Asteraceae). Adviser: Milene Faria Vieira. Co-advisers: Lúcio Antônio de Oliveira Campos and Wagner Campos Otoni.

This work aimed to study the reproductive biology of *Bidens segetum* in a natural population located in a fragment of a semi-deciduous seasonal forest, denominated Mata do Paraíso Research, Training and Environmental Education Station in Vicosa, (20°45'S and 42°54'W), Zona da Mata, Minas Gerais. From May 2006 to May 2008, 17 individuals were marked for phenologic follow-up and observations on the biology of flowers and capitula, reproductive system and pollinators. Fifty-four capitula were followed up, from anthesis of the first flowers to dispersion of the diaspores, characterizing several reproductive aspects, including pollen secondary presentation (PSP). Seed viability originated from cross and open pollinations was tested by applying the tetrazolium test. Floral visitors were assessed and abundance of visits by major pollinators was calculated. *B. segetum* is an evergreen species; flowering from March to May, with a peak in April and fruit set from April to September, with a peak in May. On the first day of the capitulum, the sterile ligulate flowers were at pre-anthesis. On the third day of the capitulum, anthesis of the ligulate flowers occurred, with the flowers lasting for 10 days. On the fourth day, anthesis of the first group of perfect tubulate flowers occurred. Within five consecutive days, 96% of the tubulate flowers were open. Anthesis of each tubulate flower started at 6:30 h; pollen grains are released on the style branches, characterizing PSP and initiating the staminate phase; this phase lasted 10 hours. The pistillate phase initiated immediately after, characterized by the exposure of stigmatic lines; this phase lasted three days. On the 15th day of the capitulum, all the flowers were senescent and on the 20th day, the diaspores initiated the process of dispersion. *B. segetum* is self-incompatible and >87% of the seeds were viable. A total of 58 species of butterflies, 18 species of bees, three of beetles and three of visiting true bugs were recorded in the capitula. Pollination was carried out by the butterflies (83.75% of the visits) and by the bees (16.25%). This study showed that *B. segetum* presents short annual flowering, is xenogamous and entomophilous and has broadened the information on the anthophilous insects of the area under study, especially butterflies, since these insects are not well known as pollinators.

1. INTRODUÇÃO

A família Compositae Giseke ou Asteraceae Martinov. é considerada a maior e uma das mais sucedidas bem famílias de angiospermas, compreendendo cerca de 1.535 gêneros e, aproximadamente, 23.000 espécies, que correspondem a 10% de toda flora fanerogâmica mundial (Pruski & Sancho 2004). Tem ampla distribuição em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Pruski & Sancho 2004). No Brasil, ocorrem aproximadamente, 180 gêneros e 1.900 espécies (Barroso *et al.* 1991).

Compositae está subdividida em três subfamílias e 17 tribos: Barnadesioideae, com apenas uma tribo, Cichorioideae, com seis tribos e Asteroideae com dez tribos (Bremer 1994). Pertence a essa última subfamília, a tribo Heliantheae, que compreende 189 gêneros, e 2.500 espécies principalmente do Novo Mundo (Barroso *et al.* 1991). Nesta tribo está posicionado *Bidens* possui cerca de 240 espécies ocorrentes especialmente nas Américas do Norte e do Sul (Bremer 1994). No Brasil ocorre ca. 13 espécies distribuídas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Nakajima 2000).

As asteráceas são de hábitos muito variados; na grande maioria, estão representadas por espécies herbáceas, anuais ou perenes, subarborescentes ou arbustivas (Barroso *et al.* 1991). São caracterizadas por possuírem inflorescências com flores agregadas denominadas de capítulos. O capítulo é uma estrutura racemosa, com seqüência centrípeta de abertura das flores, e funciona como uma unidade de polinização e, por isso, é denominado de pseudanto (Good 1974; Leppik 1977; Weberling 1989).

Outras características das asteráceas são, segundo Bremer (1994), o cálice modificado em papilho e corola dos tipos tubulosa, ligulada, bilabiada e filiforme. O androceu é isostêmone, com anteras sinânteras formando um tubo e com deiscências introrsas; o gineceu possui dois carpelos, ovário ínfero, uniovular, e placentação basilar; o estilete ramifica-se no ápice, formando dois ramos; as regiões receptivas restringem-se a quatro linhas estigmáticas localizadas ventralmente às margens da metade inferior de cada ramo do estilete; o fruto característico é denominado cipsela. A unidade de dispersão (diásporo) compreende a cipsela, com a semente, e o papilho, quando presente. A presença de papilho nos frutos garante um mecanismo eficiente de dispersão dos diásporos (Ferreira *et al.* 2001).

Em Heliantheae, observam-se flores do raio liguladas e do disco, tubulosas. Androceu isostêmone com anteras sinânteras e enegrecidas; frutos enegrecidos, devido a presença de fitomelano em suas paredes (frutos “carbonizados”). Os frutos de *Bidens* pode ser reconhecido pela presença de papilho formado por aristas com tricomas retrorsos (Barroso *et al.*, 1991) e os diásporos são epizoocóricos (Moraes 1997).

A apresentação secundária de pólen (ASP) é universal em Asteraceae e está associada à protandria. Essa consiste da deiscência precoce das anteras, com a flor ainda em botão (flor em pré-antese), e liberação dos grãos de pólen no interior do tubo anteral. Os ramos dos estiletos, ainda justapostos, crescem e passam pelo tubo anteral, arrastando os grãos de pólen para o exterior da flor, expondo-os aos polinizadores, caracterizando a ASP (Howell *et al.* 1993; Yeo 1993). Nessa ocasião, a flor encontra-se na fase estaminada. Posteriormente, na fase pistilada, os ramos afastam-se e expõem as áreas estigmáticas (Jones 1976; Grombone-Guaratini *et al.* 2004; Eiterer 2005; Godinho 2007). Esta dicogamia, ou seja, separação temporal entre as fases estaminada e pistilada da flor pode gerar consequências reprodutivas positivas, visto que favorece a polinização cruzada (Mani & Saravanan 1999).

Estudos fenológicos em espécies de Asteraceae são poucos se considerada a diversidade da família. Dentre eles destacam-se os de Moraes (1997), Karam *et al.* (2002), Eiterer (2005), Romero & Neto (2005), Ferreira (2006) e Godinho (2007), a maioria englobando, principalmente, a fenologia reprodutiva. Ferreira (2006) estudou a fenologia reprodutiva de 61 espécies de Asteraceae em um fragmento florestal do município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, e verificou que a floração, ocorreu ao longo de todo o ano. Essa autora mencionou que essas espécies parecem desempenhar importante papel ecológico, pois são fontes de recursos florais e devem

auxiliar na manutenção de populações de animais antófilos, em especial de insetos, e dispersores, pois, a qualquer período do ano, há espécies em floração e frutificação.

Asteraceae é considerada generalista, ou seja, não possui um único modo especializado para a polinização. Isto facilita a conquista de novos ambientes e novas interações entre planta e polinizadores. Esse fato favorece a conquista de novos ambientes e novas interações entre planta e polinizadores e pode ser um dos fatores responsáveis pelo grande sucesso da família, uma vez que é considerada cosmopolita (Howel *et al.* 1993). Entretanto, os insetos são citados por Mani & Saravanan (1999), como os polinizadores primários. Dentre eles citam-se os lepidópteros (borboletas), himenópteros (abelhas e vespas), coleópteros (besouros) e dípteros (moscas) (Noronha & Gottsberger 1980; Arroyo *et al.* 1982; Abbot & Irwin 1988; Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Moraes 1997; Mani & Saravanan 1999; Grombone-Guaratini *et al.* 2004; Eiterer 2005; Wist 2005; Ferreira 2006; Godinho 2007). Sazima & Machado (1983) registraram beija-flores como polinizadores de *Mutisia coccinia* A. St.-Hil. e há também polinização pelo vento (Lane 1996; Moraes 1997).

Estudos em espécies de *Bidens* têm demonstrado a entomofilia (moscas, Syrphidea) e a ornitofilia em *Bidens tripartita* L. e *B. cosmoides* (A. Gray) Sherff., respectivamente (Yeo 1993). Grombone-Guaratini *et al.* (2004) estudaram a biologia reprodutiva de três espécies de *Bidens* e citaram himenópteros e lepidópteros como os visitantes mais freqüentes.

Há uma grande diversidade de estratégias reprodutivas em Asteraceae, mas a auto-incompatibilidade é a mais freqüente (Reinartz & Les 1994; Roitman 1995; Richards 1997). Contudo, a autocompatibilidade (Abbot & Irwin 1988; Sun & Ganders 1990; Reinartz & Les 1994; Godinho 2007) e a agamospermia (Richards 1997; Werpachowski *et al.* 2004) também são comuns. São raros os casos de pseudo-auto-incompatibilidade (Berry & Calvo 1989).

Yeo (1993) mencionou que todas as espécies havaianas de *Bidens* são autocompatíveis, assim como são *B. alba* (L.) DC., *B. pilosa* L., *B. subalternans* DC. e *B. tinctoria* Baill (Grombone-Guaratini *et al.* 2004; Werpachowski *et al.* 2004). Grombone-Guaratini *et al.* (2004) citaram que a presença de polinizadores pode alterar os níveis de endogamia nas espécies de *Bidens* estudadas e Carman (1997) mencionou que o gênero *Bidens* possui espécies apomíticas.

Os estudos realizados com *Bidens segetum* Mart. ex Colla. são escassos e envolvem levantamentos florísticos (Nakajima & Semir 2001; Ferreira 2006; Pellucci

2007; Almeida 2008). Estudos sobre a sua biologia reprodutiva são restritos a alguns aspectos da floração e frutificação e de seus possíveis polinizadores, borboletas e abelhas (Ferreira 2006), embora não tenham sido identificados.

1.1. Objetivo geral

Estudar a biologia reprodutiva de *B. segetum* no ecossistema no qual está inserida.

1.2. Objetivos específicos

- determinar padrões fenológicos (foliação, floração, frutificação e dispersão dos diásporos);
- determinar a longevidade e a dinâmica dos capítulos desde as primeiras flores em antese até a dispersão dos diásporos;
- investigar a morfologia e biologia floral, destacando o mecanismo de apresentação secundária do pólen;
- determinar o sistema reprodutivo;
- verificar a qualidade das sementes e a viabilidade das sementes provenientes de polinização aberta; e
- Identificar quais são os visitantes e dentre eles os principais polinizadores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo

O trabalho de campo foi realizado no município de Viçosa, situado nas coordenadas 20°45'S e 42°54'W, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. A vegetação pertence aos domínios de Floresta Atlântica (Rizzini, 1992), e segundo Veloso *et al.* (1991), está inserida na formação vegetacional da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, caracterizada por florestas fisionomicamente variáveis e em diferentes estádios de sucessão. O clima é do tipo CW_a, mesotérmico úmido com verões chuvosos e invernos secos, segundo a classificação de Köppen. A altitude varia de 600 a 850 metros, a umidade relativa do ar de 80 a 85%, a precipitação anual de 1.300 a 1.400mm e a temperatura média anual é de 19°C. A maior precipitação ocorre no período de outubro a março, caracterizando, nesse período, uma estação chuvosa; a estação seca ocorre de abril a setembro (Campos 2007).

O período de estudo foi de maio de 2006 a maio de 2008, na Estação de Pesquisa, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso (EPTEAMP), reserva florestal administrada pelo Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), conhecida popularmente como Mata do Paraíso (MP).

A MP é uma área de preservação ambiental com cerca de 194 ha. No século XIX, a vegetação dessa reserva foi alterada, tendo ocorrido intensa retirada de madeira. Sucessivamente, a área passou por cultivos, principalmente de café e uso de pastagens (Leal-Filho 1992). Atualmente a mata existente é de regeneração secundária (Castro

1980). O estudo foi concentrado em duas áreas: uma na entrada da Trilha dos Gigantes (A₁) e a outra na Trilha Caminho da Águas (A₂). Essas duas áreas encontram-se distantes entre si por cerca de 300m. Uma distância relativamente pequena, mas, suficiente para que as duas áreas apresentem caracteres bem diferentes, como a diversidade de espécies vegetais e animais. A₁ (Figura 1a) é uma clareira e A₂ (Figura 1b) é uma borda de mata, bem aberta e em pleno sol. Ocorre nessa área uma predominância de gramíneas e observou-se vários indivíduos crescendo sobre a vegetação rasteira.

2.2. Espécie estudada

Bidens segetum é um subarbusto escandente de caule cilíndrico. As folhas são simples ou 3-partidas. Os capítulos apresentam flores do raio liguladas, amarelas e flores do disco numerosas, tubulosas e amarelas. As flores estão dispostas sobre receptáculo plano e paleáceo. O androceu é formado por cinco estames, com anteras sinânteras. O gineceu apresenta ovário ínfero e estilete com dois ramos; a metade superior dos ramos é triangular, com tricomas coletores. O nectário é bem desenvolvido, de coloração amarela brilhante, localizado acima do ovário; circunda a porção proximal do estilete. O fruto é tetragonal, piloso, coroadado com o papilho representado por aristas. Devido à presença de fitomelano na parede dos frutos, quando maduros apresentam-se enegrecidos (frutos carbonizados) (Cabrera 1974; Moraes 1997; Bremer 1994; Moraes 1997; Ferreira 2006; Almeida 2008).

B. segetum em Minas Gerais foi encontrada na MP, município de Viçosa, no Parque Estadual do Itacolomi, na Serra da Canastra e na Serra do Brigadeiro (Nakajima 2000; Nakajima & Semir 2001; Ferreira 2006; Pellucci *et al.* 2007; Almeida 2008). Na MP, é amplamente distribuída, com grande número de indivíduos e facilmente visualizada devido a presença dos capítulos grandes e vistosos.

O material botânico coletado foi depositado no Herbário VIC do Departamento de Biologia Vegetal da UFV (nº 21.725).



Figura 1 – Áreas de estudo da Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais. **(a)** Entrada da Trilha dos Gigantes; **(b)** Trilha Caminho das Águas.

2.3. Fenologia

Para o acompanhamento fenológico foram marcados no período de maio de 2006 a maio a 2008, 17 indivíduos, sendo sete indivíduos marcados na A₁ e dez na A₂. As observações foram mensais, durante a fase vegetativa e semanais com o início da floração. Os eventos fenológicos registrados foram: queda foliar, brotamento, botões florais (FB), flores em antese (FA), frutos verdes (FV), frutos maduros (FM) e Frutos em dispersão (FD).

Neste trabalho considerou-se floração, quando os indivíduos estavam com suas flores em antese e como frutificação: frutos em formação (FV; crescimento do ovário), frutos maduros (FM, totalmente desenvolvidos e enegrecidos, mas não expostos à dispersão) e frutos em dispersão (FD). Foi considerado pico de cada estágio fenológico reprodutivo quando 50% ou mais dos indivíduos apresentavam as características avaliadas.

Verificou-se se havia herbivoria. Todos os insetos herbívoros foram coletados para identificação.

2.4. Morfologia floral e biologia floral

A análise da morfologia floral foi realizada diretamente no campo, com o auxílio de lupa de mão, e em laboratório, com auxílio de microscópio estereoscópico. Para análise em laboratório, flores em diferentes estádios de desenvolvimento foram estocadas em etanol 70%. Foram realizadas medidas das estruturas florais e desenhos esquemáticos foram confeccionados; sempre que possível, flores foram fotografadas com câmara digital.

Foram marcados e enumerados, 54 capítulos todos no mesmo estágio de desenvolvimento, ou seja, com as flores liguladas em pré-antese. As suas flores foram acompanhadas diariamente. Nesses capítulos foram analisados: o horário de antese, a presença de néctar, o processo de apresentação secundária de pólen (ASP), a longevidade floral e suas diferentes fases sexuais: fase estaminada e pistilada.

A presença do néctar foi testada em flores previamente ensacadas para que acumulassem a secreção. Posteriormente, Tiras de Glicose® (Alamar Tecno Científica Ltda.), indicadoras de açúcares simples (Dafni 1992), foram colocadas em contato com

a secreção. Na presença de glicose há reação e mudança da cor da tira, de verde para marrom.

O odor foi verificado pelo método de concentração de voláteis, isolando-se flores de 10 capítulos em frascos de vidro fechados (Kearns & Inouye 1993). Para localização dos osmóforos, cinco capítulos foram imersos em solução com vermelho neutro (Dafni *et al.* 2005) e após uma hora as flores foram observadas sob lupa.

A viabilidade do pólen foi testada segundo Radford *et al.* (1974). Para tanto, cinco botões florais, em pré-antese, de cinco indivíduos foram coletados, totalizando 50 botões florais. As flores foram estocadas em etanol 70%. De cada botão, foi confeccionada uma lâmina, macerando-se as anteras sobre uma gota de carmim-acético. Foram contados 200 grãos por lâmina. Foram calculadas as porcentagens de grãos viáveis (íntactos e com o citoplasma corado) em relação ao número total de grãos contados (Werpachowski *et al.* 2004).

2.5. Longevidade de capítulos e dinâmica de abertura de suas flores

Os mesmos 54 capítulos citados anteriormente foram acompanhados diariamente até a dispersão dos diásporos, caracterizando a longevidade do capítulo, a dinâmica de abertura das flores e as alterações morfológicas sofridas pelo capítulo até a dispersão dos diásporos.

2.6. Sistema reprodutivo

2.6.1. Testes de polinização

Capítulos foram as unidades amostrais e os seguintes tratamentos foram realizados, segundo a metodologia proposta por Dafni *et al.* (2005): **Autopolinização espontânea** – os capítulos (n = 22) foram ensacados até a frutificação ou queda das flores; **Autopolinização manual** – os capítulos (n = 22) foram ensacados e, na ocasião da antese das flores, fez-se a polinização com os grãos de pólen recém-liberados de outras flores do mesmo indivíduo; **Agamospermia** – capítulos (n = 22) foram “decapitados” (Richards 1997), ou seja, eliminou-se, com um corte transversal, a corola, as anteras e os estigmas de todas as flores, utilizando-se lâmina de barbear; **Polinização aberta (controle)** – capítulos (n = 60) foram marcados e deixados expostos

à ação dos polinizadores, para se verificar a produção natural dos frutos; **Polinização cruzada** – dada à dificuldade em emasculas as flores de Asteraceae, capítulos (n = 22) receberam, por ocasião da abertura das flores, grãos de pólen adicionais de flores de outros capítulos de indivíduos diferentes. Nesse último teste, utilizou-se pólen de flores de indivíduos de A₁ nas flores de indivíduos de A₂ e vice-versa.

Todos os capítulos, exceto os da polinização aberta, foram ensacados na pré-antese e, após os tratamentos, mantidos ensacados até a frutificação ou queda das flores. Os sacos foram confeccionados com tecido failete, que possui uma trama fechada, que impede a entrada de grãos de pólen em suspensão.

As porcentagens de frutos produzidos nos diversos tratamentos foram calculadas considerando o número total de flores tubulosas nos capítulos.

2.6.2. Qualidade e viabilidade de sementes

Foi testada a qualidade dos fruto-sementes oriundos dos diferentes tratamentos, com auxílio de microscópio estereoscópico. Os frutos tiveram o pericarpo rompido longitudinalmente e foi observada a presença de embrião desenvolvido, de coloração branca e brilhante (sementes viáveis), ou a ausência de embrião ou ainda embrião malformado (sementes inviáveis).

Para a avaliação da viabilidade de sementes foi realizado o teste tetrazólio (Guariguata & Azocar 1988; Rosa & Ferreira 1998) em 100 fruto-sementes com pericarpo enegrecido, oriundos de polinização aberta. Para tanto, os embriões das sementes foram imersos na solução de tetrazólio (Cloreto de 2, 3, 5 - trifenil tetrazólio) por 60 minutos a 35°C, para obtenção da coloração. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

2.7. Visitantes florais

De abril a maio, de 2007 e 2008, ao longo da floração, foi feito o levantamento dos visitantes florais de *Bidens segetum*. Insetos foram coletados ao longo do dia, das 7 às 17 horas, e ao longo da floração. Cada inseto coletado foi analisado para verificar o local de deposição do pólen em seus corpos. Foram capturados, mortos e montados, seguindo critérios entomológicos conforme Almeida *et al.* (1998). Foram identificados

e etiquetados. As identificações foram realizadas com auxílio de especialistas e os espécimes foram incorporados ao Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

Os visitantes foram considerados: polinizador efetivo, quando pousava sobre o capítulo ou próximo dele e contatava os órgãos reprodutivos; como polinizador ocasional, quando contatava os órgãos reprodutivos esporadicamente; e como pilhador, quando retirava os recursos sem contatar os órgãos reprodutivos. Também foram identificados os herbívoros florais e os insetos residentes (permaneciam nos capítulos por vários dias).

Durante o pico de floração (abril), no ano de 2008, foi registrada a abundância de himenópteros (abelhas e vespas) e de borboletas (agrupadas em subfamílias) em capítulos de *B. segetum*. Foram utilizados cinco dias não-consecutivos (02/04; 03/04; 08/04; 10/04; 14/04). Os campos de visão para identificar os visitantes foram selecionados de acordo com o número de capítulos (cerca de 100). As observações foram feitas por 30 minutos por hora. Iniciou-se às 7:00 e prolongou-se até as 17:00 h, totalizando um esforço de 25 horas. Foi calculada a abundância relativa dos visitantes florais (himenópteros e subfamílias de lepidópteros) considerando o número de visitas de cada visitante dividido pelo número total de visitação durante os cinco dias (Horvitz & Schemske 1990).

3. RESULTADOS

3.1. Fenologia

Bidens segetum apresentou-se como uma espécie perenifólia, com queda e brotamento foliar ao longo de todo o ano. Na fase exclusivamente vegetativa, os indivíduos não foram danificados por herbívoros.

A Figura 2 mostra o comportamento fenológico reprodutivo dos 17 indivíduos analisados. A floração foi anual e de curta duração (cerca de dois meses). Em março (2007 e 2008), iniciou-se a floração, caracterizada pelo surgimento dos botões florais. As primeiras flores em antese foram observadas em abril (2007) e em março (2008). As produções de botões florais e de flores estenderam-se até maio, com pico de produção em abril, na estação seca, nos dois anos de estudo.

A frutificação iniciou-se no mês de abril, com a formação de frutos verdes e o rápido amadurecimento desses frutos, com picos em abril e maio (2007 e 2008) (Figura 2). A dispersão dos frutos iniciou-se em abril (2007 e 2008), com pico entre maio e junho, estendendo-se até setembro, em 2007. Percebe-se que os picos de produção de botões florais, flores e frutos foram seqüenciais e houve sobreposição desses eventos fenológicos.

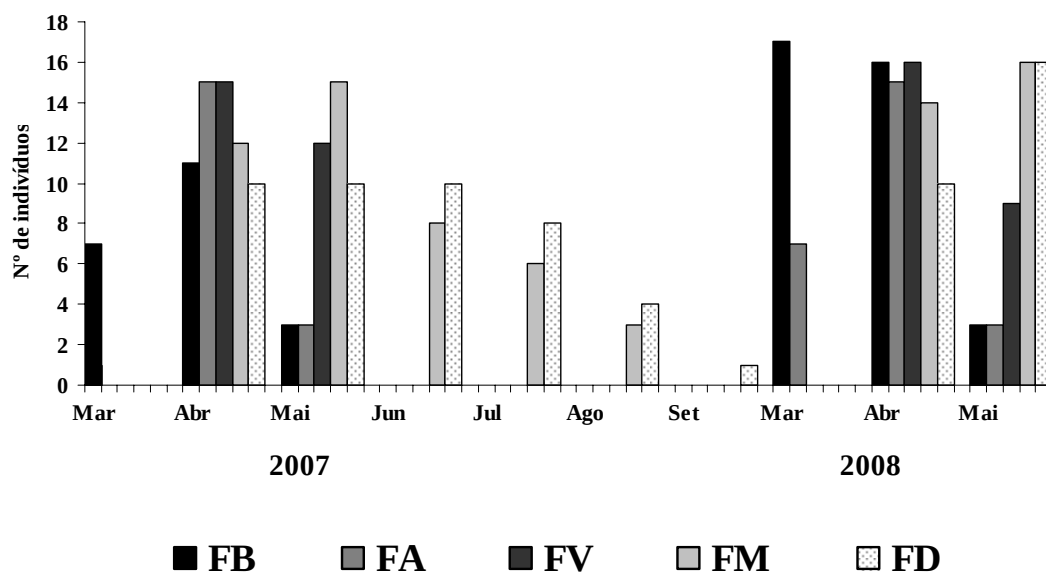


Figura 2 – Principais fenofases reprodutivas observadas em *Bidens segetum* no período de março a setembro de 2007 e de março a maio de 2008. FB: botões florais; FA: flores em antese; FV: frutos verdes; FM: frutos maduros; FD: frutos em dispersão.

3.2. Morfologia e biologia floral

Aspectos morfológicos de *B. segetum* são apresentados na Figura 3 e 4. Possui polimorfismo foliar e inflorescências em dicásio de capítulos (Fig. 3a; 4). O capítulo é radiado (*sensu* Bremer 1994) e possui 5-9 flores do raio (Figuras 3b; 4), neutras (estéreis) e 12-44 do disco, perfeitas (ou hermafroditas, Figuras 3c; 4). As flores do raio são liguladas, amarelas, com nervuras bem marcantes e 16 a 25 mm de comprimento (Figura 4). As do disco são tubulosas, amarelas e com 5 a 8 mm de comprimento (Figura 4; 5). Ambas as flores estão dispostas sobre um receptáculo plano e paleáceo, circundado por duas séries de brácteas involucrias.

O androceu é formado por cinco estames com filetes epipétalos, com 0,5 a 2 mm de comprimento e anteras sinânteras (Figuras 3d; 4; 5c-f). As tecas são enegrecidas (Figura 4; 5c-f), medem 4 mm de comprimento e possuem um longo colar de 1,5 a 3,5 mm de comprimento, formado por um tecido diferenciado (Robinson & King 1977).

O gineceu possui ovário com 3 a 4,5 mm de comprimento e papilho com 2 a 5 mm; o estilete (Fig. 3e), incluindo seus ramos, mede de 6 a 10 mm de comprimento. Os ramos são espessados, triangulares e com tricomas coletores, que exercem importante

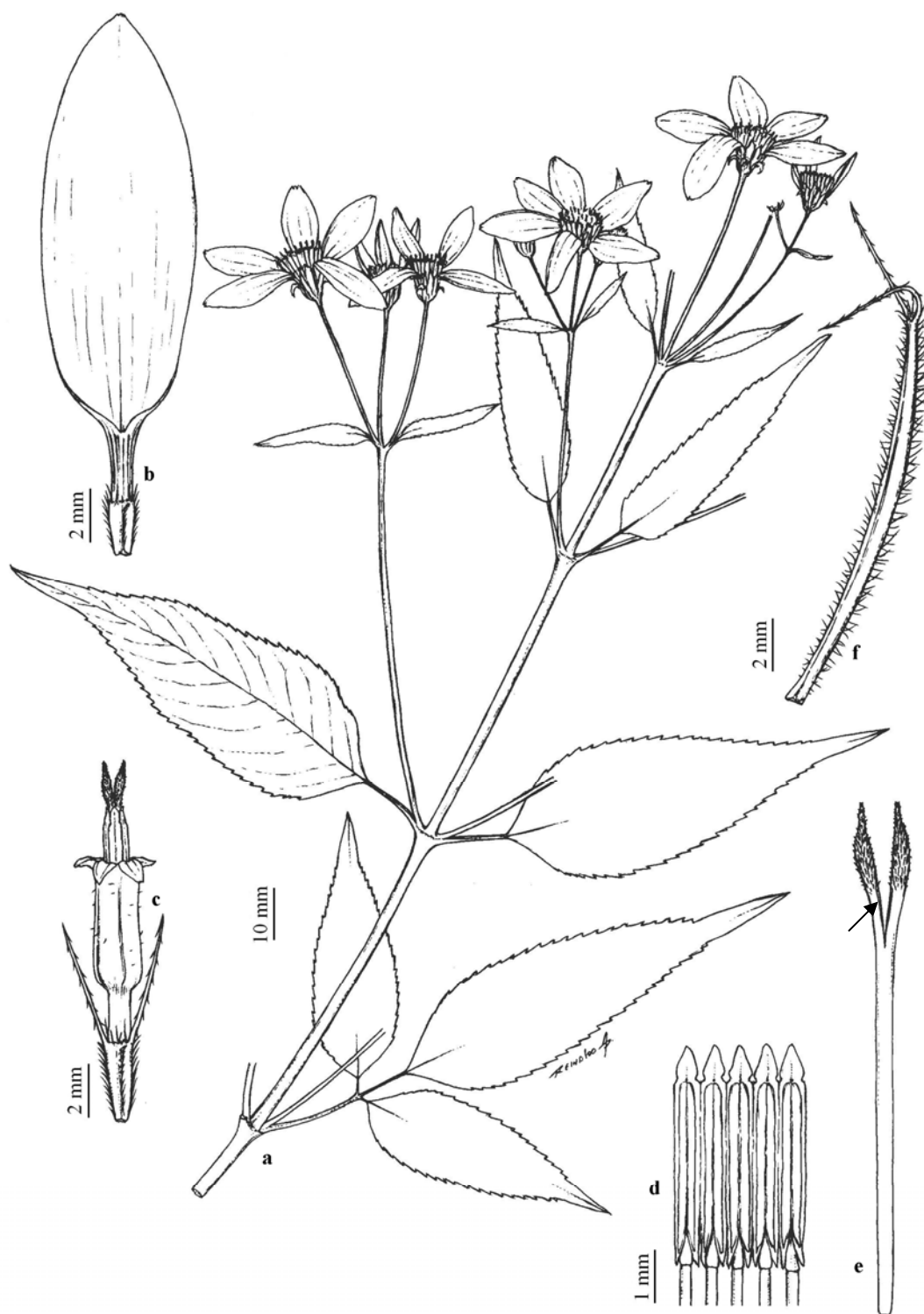


Figura 3 – Aspectos morfológicos de *Bidens segetum*. **(a)**: ramo com folhas e inflorescências; **(b)**: flor do raio; **(c)**: flor do disco; **(d)**: anteras sinânteras, com o tubo anteral aberto; **(e)**: estilete e ramos do estilete; metade superior dos ramos com tricomas coletores e metade inferior com duas (linhas mais grossas) das quatro linhas estigmáticas; **(f)**: diásporo (cipsela com papilho com duas aristas). (→) região estigmática

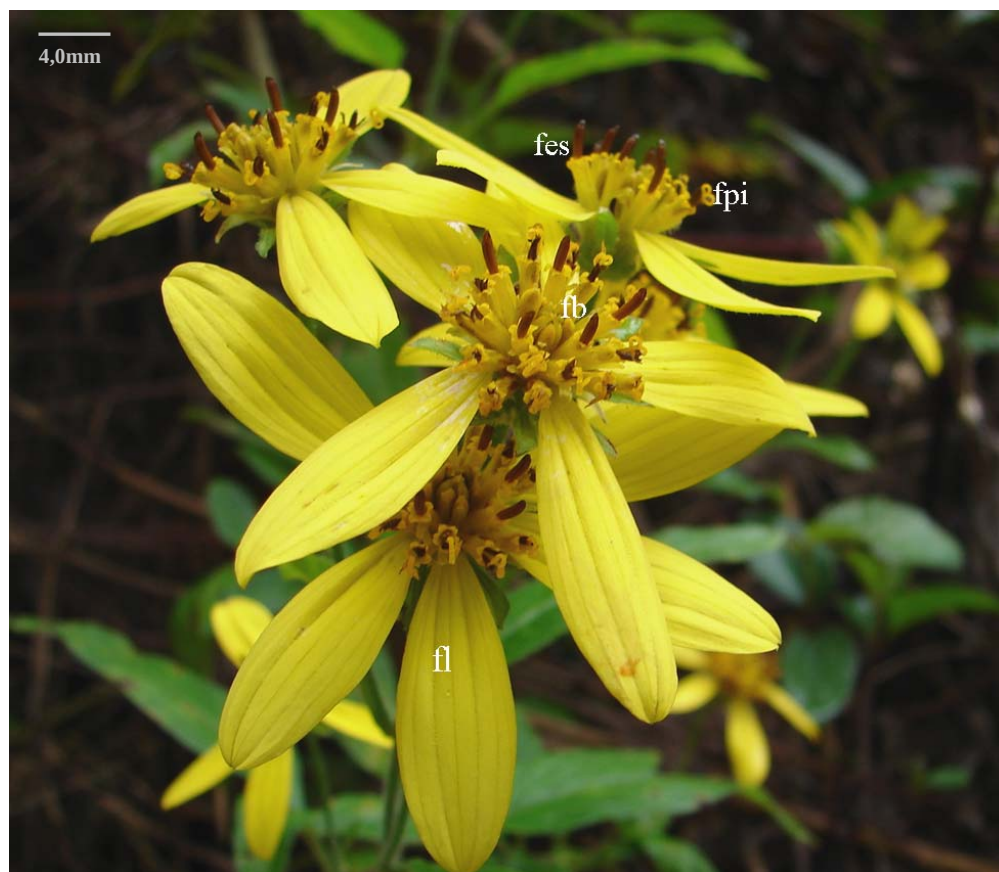


Figura 4 – Capítulos de *B. segetum*, com flores do raio liguladas e estéreis (fl), botões florais (fb) no centro e numerosas flores do disco tubulosas em diferentes fases florais: fase estaminada (fes) e fase pistilada (fpi).

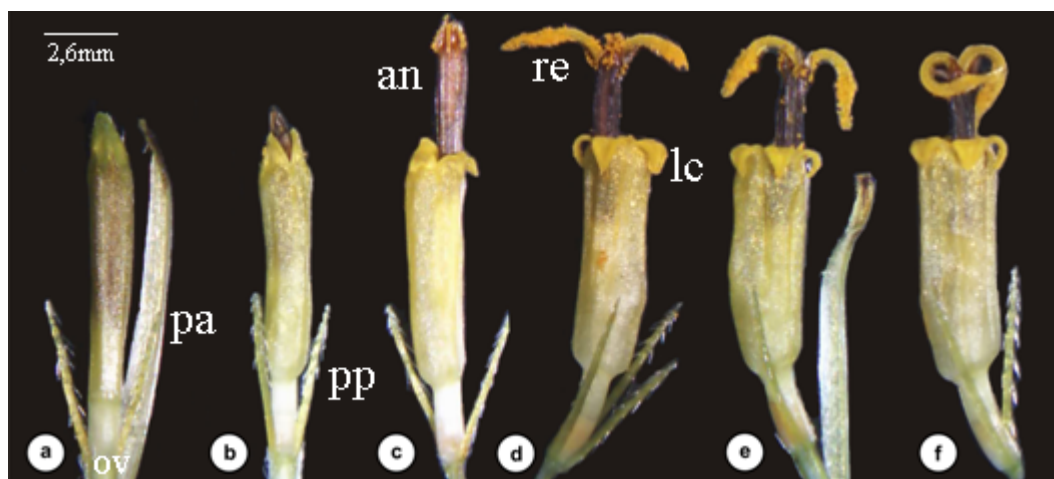


Figura 5 – Flores em *Bidens segetum* em diferentes estádios: (a) botão floral em pré-antese; observe as lacínias da corola ainda fechadas; (b) flor aberta e início da exposição do tubo de anteras; (c) fase estaminada da flor; observe os conectivos formando um cone; (d, e) fase pistilada da flor; observe as linhas estigmáticas expostas; (f) final da fase pistilada; observe os ramos do estilete totalmente reflexos. an = antera; lc = lacínias da corola; ov = ovário; pa = pálea; pp = papilho, re = ramos do estilete.

papel no processo de apresentação do pólen aos polinizadores (descrito posteriormente). Esses pêlos são posicionados na metade superior dos ramos, que é estéril (apêndices estéreis, Fig. 3e). Na metade inferior dos ramos, localizam-se as quatro linhas estigmáticas, à margem ventral (➔), duas em cada ramo. O nectário é do tipo pistilar (Galleto 1995), uma vez que sua base emerge da região apical do ovário e seu ápice envolve a porção proximal do estilete, porém sem unir-se a ele; é conspícuo, possuindo coloração amarelada e aspecto brilhante. O diásporo (Figura 3f) compreende a cipsela, a semente e o papilho aristado. A cipsela mede de 9 a 20 mm de comprimento e apresenta pericarpo enegrecido; as aristas, duas a três, medem 5 mm de comprimento.

A antese das flores ocorreu, principalmente, pela manhã, por volta das 06:30 h, mas em dias mais frios e, ou chuvosos foi verificada até as 10:00 h. A antese das flores liguladas antecedeu a das flores tubulosas por cerca de três dias. Essas flores duraram, em média, 10 dias. As flores tubulosas duraram, em média, quatro dias. No primeiro dia encontravam-se na fase estaminada e nos três dias seguintes, na pistilada. A caracterização dessas fases e o processo de apresentação secundária de pólen (ASP) foram representados nas Figuras 5 e 6. Para melhor compreensão da ASP, foram considerados sete estádios florais (Fig. 6), descritos a seguir. Os horários estipulados para os diferentes estádios foram os mais comumente observados, mas pode haver variações nos horários de antese, se consideradas características climáticas, tais como a temperatura e a pluviosidade, conforme comentado anteriormente.

Estádio 1: Flores tubulosas em pré-antese (Fig. 6). Essas flores apresentam a corola fechada (Fig. 5a) e o estilete, com os ramos justapostos, no interior do tubo anteral (Fig. 6). Nesse estágio, por volta de 6 horas, ocorreu a deiscência das anteras, iniciando a fase estaminada. O pólen é abundante e de coloração alaranjada. A viabilidade foi, em média, de 81,5%.

Estádio 2: Por volta de 06:30h, as flores abriram, ou seja, as lacínias da corola se encontravam afastadas, em posição paralela às anteras, e os filetes iniciavam o alongamento expondo parte do tubo anteral acima da corola (Fig. 5b; 6). Nesse estágio, observou-se o crescimento do ovário (Fig. 6).

Estádio 3: Às 07:00 h (Fig. 6), as anteras estavam muito expostas e os grãos de pólen, sobre os ramos dos estiletos ainda justapostos, protegidos pelos conectivos coniventes das anteras, que formam um cone sobre os ramos dos estiletos (Fig. 5c),

ainda no tubo anteral. A partir desse estágio foi verificada a secreção de néctar. Essa prolonga-se até finalizar a antese floral. Ocorre o acúmulo de néctar no tubo da corola, ascendendo-se por capilaridade.

Estádio 4: Às 09:30 h (Fig. 6), iniciou-se a exposição do pólen, em pequenas porções. As lacínias da corola adquiriram posicionamento reflexo, contribuindo para maior visualização do tubo anteral. A partir desse estágio, foi verificada a produção de forte odor e o vermelho neutro coloriu apenas as lacínias da corola.

Estádio 5: Às 14:00 h, Nesse estágio, os apêndices estéreis dos ramos do estilete, com os grãos de pólen depositados sobre os tricomas coletores, estavam totalmente expostos. Além disso, encontravam-se afastados, sem ainda ter ocorrido a exposição das linhas estigmáticas (Fig. 6).

Estádio 6: Às 16:00 h, término da fase estaminada. Os apêndices estéreis dos ramos se afastaram ainda mais e adquiriram posições horizontais (Fig. 6). Foram observados grãos de pólen sobre os tricomas coletores. Nesse estágio iniciou-se a retração dos filetes (Fig. 6) e, conseqüentemente, o recolhimento parcial das anteras, para dentro do tubo da corola. Desde modo, a metade inferior dos ramos, onde se localizam as linhas estigmáticas, ficou exposta (Fig. 6).

Estádio 7: Às 6:00 h do dia seguinte, as linhas estigmáticas estavam totalmente expostas e os filetes com retração total (Fig. 5e; 6). A flor, portanto, encontrava-se na fase pistilada. No entanto, observou-se pólen residual sobre os apêndices estéreis dos ramos do estilete (Fig. 6d-f). As linhas estigmáticas ficaram coloridas com o vermelho neutro, confirmando o caráter secretor dos estigmas e a sua localização. A posição das linhas estigmáticas em relação aos tricomas coletores dificultava o contato espontâneo do pólen com os estigmas da flor, caracterizando uma hercogamia, ou seja, barreira física à autopolinização.

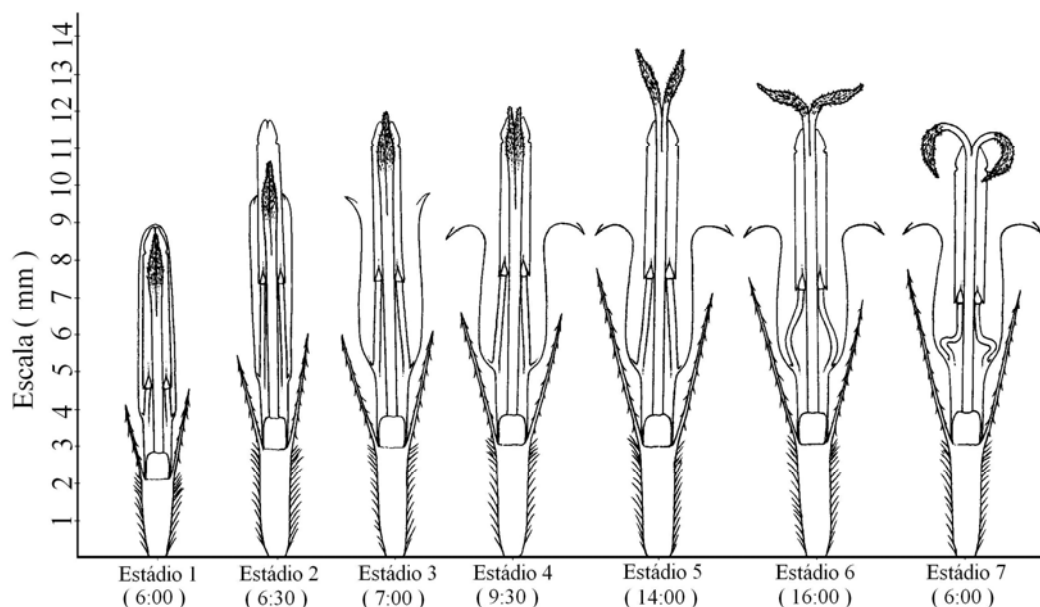


Figura 6 – Cortes longitudinais de flores de *Bidens segetum* em diferentes estádios: da flor em pré-antese (1º estágio) à exposição total das linhas estigmáticas, na fase pistilada (7º estágio). Mais detalhes no texto.

3.3. Longevidade de capítulos e dinâmica de abertura de suas flores

No capítulo, em estágio de botão floral, as flores encontram-se envolvidas pelas brácteas involucrais. A Figura 7 ilustra a dinâmica de abertura das flores no capítulo, a longevidade do capítulo e as principais modificações ocorridas no capítulo, desde as flores liguladas em pré-antese (Fig. 7a) até a dispersão dos diásporos (Fig. 7m). Do 1º ao 3º dias do capítulo, ocorreram a pré-antese (1º dia, lígulas em posição vertical) e a antese (3º, lígulas em posição horizontal) das flores liguladas, caracterizando uma fase estéril do capítulo. No 4º dia, ocorreu o início da abertura das flores tubulosas e início da fase fértil do capítulo. A sequência de abertura foi centrípeta (Fig. 7c-f) e estendeu-se por sete dias (Tabela 1). Os maiores números de flores tubulosas abertas (Tabela 1) ocorreram do 5º ao 7º dias do capítulo (Fig. 7d-e); em conjunto essas flores representaram, em média, 72,5% do total de flores tubulosas em antese, no capítulo. A partir do 7º dia de abertura de flores do capítulo, as primeiras flores tubulosas apresentaram o ovário desenvolvido, caracterizando início da frutificação. Do 8º ao 10º dias, abriram-se

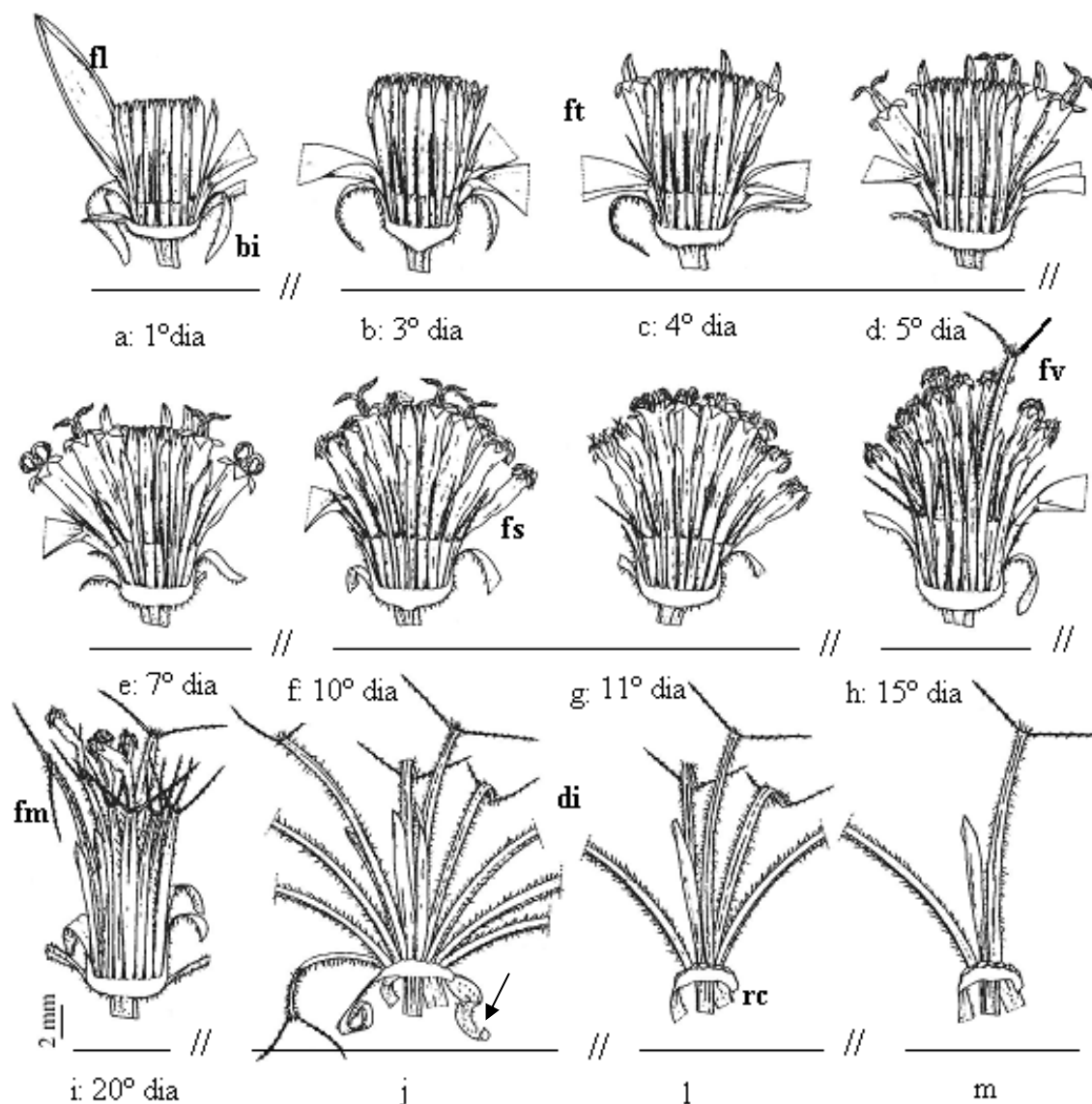


Figura 7 – Longevidade de capítulos e dinâmica de abertura das flores de *Bidens segetum*, desde a antese das flores liguladas (fl) até o a dispersão dos diásporos. **(a)** 1º dia do capítulo: flores liguladas, em pré-antese, e flores tubulosas, em botão floral, dispostas sobre receptáculo plano, envolvido por brácteas involucreais; **(b)** 3º dia: antese das flores liguladas; **(c)** 4º dia: primeira seqüência de abertura das flores tubulosas (ft); **(d)** 5º dia: segunda seqüência de abertura das flores tubulosas; **(e)** 7º dia: quarto dia de abertura das flores tubulosas e senescência das primeiras flores; **(f)** 10º dia: último dia de abertura das flores tubulosas; **(g)** 11º dia: todas as flores abertas; **(h)** 15º dia: flores senescentes sobre frutos imaturos; **(i)** 20º dia: frutos maduros; **(j-m)** dispersão dos diásporos; note receptáculo convexo e (→) brácteas involucreais totalmente reflexas. bi = bráctea involucreal; di = diásporo; fl = flor ligulada; fm = fruto maduro; fs = flor senescente; ft = flor tubulosa; fv = fruto imaturo; rc = receptáculo convexo.

Tabela 1 – Número médio e desvio padrão (DP) e porcentagem de flores tubulosas abertas por capítulo por dia em *Bidens segetum* e a porcentagem de capítulos com flores tubulosas em antese (N = 54)

Dias	Flores abertas / capítulo (nº)	DP	Flores abertas/capítulo (%)	Capítulos com flores abertas (%)
1º	3,2	2,4	12,3	100,0
2º	7,2	2,9	27,0	100,0
3º	6,8	2,3	25,5	100,0
4º	5,2	1,9	20,0	100,0
5º	3,4	2,0	11,0	83,3
6º	3,1	1,6	4,0	34,1
7º	3,0	1,4	0,2	3,7

as flores tubulosas restantes (Tabela 1). No 15º dia do capítulo, observou-se a senescência de todas as flores caracterizada pela murcha da corola, do androceu e do estilete e os frutos começaram a serem expostos (Fig. 7h). Durante todo o período de antese até o início da frutificação, as flores e, ou frutos encontravam-se dispostos sobre um receptáculo plano (Fig. 7a-i). A partir do 20º dia do capítulo, as brácteas involucrais tornaram-se reflexas e os diásporos começaram a mudar de posição; tornaram-se mais laxos entre si, iniciando o processo de dispersão (Fig. 7j-m). Na dispersão, as brácteas involucrais encontravam-se completamente reflexas, o receptáculo convexo e os diásporos totalmente expostos (Fig. 7j-m). A dispersão é epizoocórica, caracterizada pela presença de dois ou três papilhos aristados (Fig. 7 h-m).

Os resultados dos tratamentos de polinizações estão sumarizados na tabela 2. A frutificação foi nula nos tratamentos de autopolinização espontânea e agamospermia. Na autopolinização manual, a baixa frutificação obtida deve ser resultado de contaminações acidentais de pólen de outros indivíduos. Os resultados das autopolinizações indicam que *B. segetum* é auto-incompatível e, portanto, é dependente de vetores de pólen para que ocorra a frutificação.

Tabela 2 – Resultado dos tratamentos de polinização para análise do sistema reprodutivo de *Bidens segetum*: AE = autopolinização espontânea; AM = autopolinização manual; AG = agamospermia; PC = polinização cruzada e PA = polinização aberta (controle)

Tratamentos	Indivíduos	Capítulos	Flores	Frutos	
	Nº	Nº	Nº	Nº	%
AE	8	22	608	0	0
AM	13	22	649	10	1,54
PC	13	22	676	209	30,92
PA	17	60	1676	710	42,36
AG	10	22	669	0	0

A frutificação obtida na polinização cruzada foi menor que a obtida na polinização aberta e indica que houve deposição insuficiente de pólen nas diversas flores, que se abrem em diferentes dias, ou o manuseio dos capítulos pode ter provocado danos e afetado os resultados.

A frutificação obtida na polinização aberta foi inferior a 50% das flores utilizadas, no entanto a maioria das sementes (86%) testadas com o tetrazólio apresentou-se viável. Obteve-se coloração avermelhada em diferentes partes do embrião, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que o tecido é vivo.

A análise da qualidade das sementes provenientes dos tratamentos de polinização cruzada e polinização aberta indicaram que a maioria das sementes apresenta embrião bem desenvolvido, de coloração branca e brilhante, e também foram consideradas viáveis (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem (%) de sementes viáveis, resultantes dos testes de PC = polinização cruzada e PA = polinização aberta (controle)

Tratamentos	Frutos (Nº)	Viabilidade (%)
PC	209	92,3
PA	710	87,4

3.5. Visitantes florais e polinizadores

Foram registradas 82 espécies de insetos visitantes, pertencentes às ordens Lepidoptera (58 táxons), Hymenoptera (18 táxons), Coleoptera (três táxons) e Hemiptera (três táxons) (Fig. 8; Tabela 4). *B. segetum* foi polinizada, principalmente, por borboletas (Lepidoptera) e abelhas (Hymenoptera) (Tabela 4), que contatavam os órgãos reprodutivos (mais detalhes a seguir). Alguns visitantes foram pilhadores de recursos florais, outros foram predadores de corola ou de outras estruturas florais, como os coleópteros, e outros foram residentes, como os hemípteros (Tabela 4). O principal recurso explorado foi o néctar, embora o pólen também tenha sido utilizado, principalmente por abelhas.

As borboletas foram os insetos mais abundantes, com 83,75% das visitas. As subfamílias Heliconinae, Ithomiinae e Nymphalinae, em conjunto, foram responsáveis por 69,1% do total de visitas. Na subfamília Heliconinae destacaram-se: *Agraulis vanillae*, *Heliconius sara* e *Philaethria werneckei*; na Nymphalinae, espécies do gênero *Hipoleria* e *Tegosa claudina*; e na Ithomiinae, espécies do gênero *Hypothyris* (Fig. 9; Tabela 4). Essas borboletas visitaram os capítulos das 7:00 às 16:00 h. Entretanto, as subfamílias tiveram a tendência de apresentar horários distintos de visitação (Fig.9). As espécies de Heliconinae visitaram ao longo do dia, mas principalmente das 9:30 às 12:30 h, com pico às 11:30 h. As espécies de Nymphalinae visitaram ao longo do dia, com dois picos de visitação: às 9:30 e às 13:30 h. (Fig. 9). Nessa subfamília, verificou-se que as espécies do gênero *Hipoleria* foram mais freqüentes no início da manhã e final da tarde. As espécies de Ithomiinae visitaram ao longo do dia e sempre em menor número de visitas que as espécies das subfamílias Heliconinae e Nymphalinae; observaram-se dois picos de visitação: às 9:30 e às 12:30 h. (Fig. 9). Em dias mais frios e nublados houve diminuição do número de visitas.

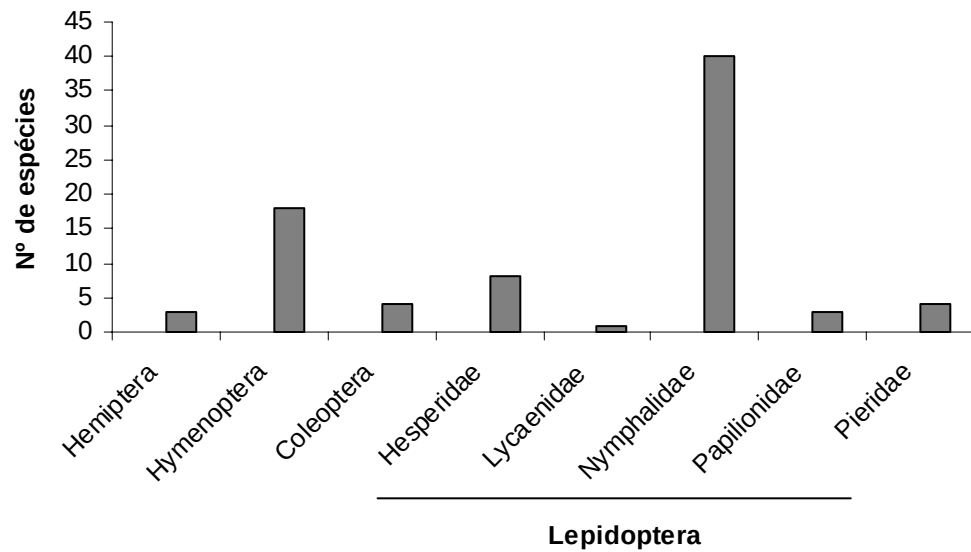


Figura 8 – Número de insetos que visitaram flores de *Bidens segetum*, na Mata do Paraíso, município de Viçosa, Minas Gerais, distribuídos nas ordens e, no caso de Lepdoptera, em famílias.

Tabela 4 – Visitantes florais de *Bidens segetum* e seus comportamentos de visita: pe: polinizador efetivo; po: polinizador ocasional; pi: pilhador; pr: predador; re: residente. * visitantes florais que apenas pousavam no capítulo, sem retirar recursos e, ou contatar os órgãos reprodutivos

Insetos Ordem/ Família/ Espécie	Comportamento de visita				
	pe	po	pi	pr	re
COLEOPTERA					
Chrysomelidae					
<i>Asphaera hilaris</i> Jacoby, 1905		x		x	
<i>Asphaera</i> sp.1		x		x	
Curculionidae					
Morfo-espécie 1		x		x	
HEMIPTERA					
HETEROPTERA					
Reduviidae					
<i>Apiomerus</i> sp.		x			x
Pentatomidae					

Continua...

Tabela 4, Cont.

Insetos ORDEM/ Família/ Espécie	Comportamento de visita				
	pe	po	pi	pr	re
<i>Tyanta</i> sp.	x				
Coreidae					
<i>Hypselonotus interruptus</i> Hahn, 1831		x		x	x
HYMENOPTERA					
Apidae					
Apinae					
<i>Apis mellifera</i> L., 1758	x				
<i>Exomalopsis</i> sp.	x				
<i>Melipona mondury</i> (Smith, 1863)	x				
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepel., 1836	x				
<i>Paratetrapedia</i> sp.1	x				
<i>Paratetrapedia</i> sp.2	x				
<i>Paratetrapedia</i> sp.3	x				
<i>Paratetrapedia</i> sp.4	x				
<i>Xilocopa</i> sp.1	x				
<i>Xilocopa</i> sp.2	x				
Halictidae					
Morfo-espécie 1	x				
Morfo-espécie 2	x				
Morfo-espécie 3		x			
Morfo-espécie 4	x				
Megachilidae					
Morfo-espécie 1		x			
Morfo-espécie 2		x			
Vespidae					
Morfo-espécie 1			x		
Família indeterminada sp.1					
LEPIDOPTERA					
HETEROCERA					
Morfo-espécie 1		x			
Morfo-espécie 2		x			
RHOPALOCERA					
Hesperidae					

Continua...

Tabela 4, Cont.

Insetos ORDEM/ Família/ Espécie	Comportamento de visita				
	pe	po	pi	pr	re
Pyrginae					
<i>Astraptes anaphus</i> (Cr., 1777)		x			
<i>Astraptes alardusus</i> (Stoll, 1790)	x				
<i>Helias phalaenoides</i> (Fabricius 1807)	x				
<i>Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)	x		x		
<i>Ouleus fridericus</i> (Geyer 1832)	x				
<i>Urbanus teleus</i> (Hbn., 1821)	x				
<i>Urbanus</i> sp.	x				
Satyrinae					
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	x				
Lycaenidae					
<i>Calycopis</i> sp. *					
Nymphalidae					
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius 1775)	x				
Acraeinae					
<i>Actinote discrepans</i> (d' Almeida 1935)	x				
<i>Actinote pellenaea</i> (Hubner 1820)	x				
<i>Actinote pyrrha</i> (Fabricius 1775)	x				
Danainae					
<i>Lycorea cleobaea</i> (Hbn., 1823)	x				
<i>Lycorea</i> sp.	x				
Heliconinae					
<i>Agraulis vanillae</i> (L., 1758)	x				
<i>Dryas iulia</i> (Fabr., 1775)	x				
<i>Heliconius erato</i> (L., 1764) *					
<i>Heliconius ethilla</i> Godt., 1819	x				
<i>Heliconius sara</i> (Fabr., 1793)	x				
<i>Heliconius</i> sp.	x				
<i>Philaethria wernickei</i> (Rober, 1906)	x				
Ithomiinae					
<i>Episcada carcinia</i> Schs, 1902	x				
<i>Episcada philoclea</i> (Hew., 1854)	x				
<i>Episcada clausina</i> (Hew., 1876)	x				

Continua...

Tabela 4, Cont.

Insetos ORDEM/ Família/ Espécie	Comportamento de visita				
	pe	po	pi	pr	re
<i>Episcada</i> sp.	x				
<i>Epityches eupompe</i> (Geyer, 1832)	x				
<i>Hypothyris euclea</i> (Haensch., 1905)	x				
<i>Hypothyris minonia</i> (Boisd, 1836)	x				
<i>Hypothyris</i> sp. 1	x				
<i>Hypothyris</i> sp. 2	x				
<i>Ithomia agnosia</i> Hew., 1852	x				
<i>Ithomia drymo</i> Hbn., 1816	x				
<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabr., 1793)	x				
<i>Mechanitis polymnia</i> (L., 1758)	x				
<i>Mechanitis</i> sp.	x				
<i>Pseudoscada erruca</i> (Hew., 1854)	x				
<i>Pseudoscada</i> sp.	x				
Nymphalinae					
<i>Adelpha lycoreas</i> (Godt., 1824)	x				
<i>Adelfa syma</i> (Godt. 1823) *					
<i>Anartia amathea</i> Eschs., 1821	x				
<i>Biblis hyperia</i> (Cr., 1780) *					
<i>Eresia lansdorfi</i> (Godt., 1819)	x				
<i>Hypoleria plisthenes</i> (d'Almeida 1958)	x				
<i>Hypoleria</i> sp.	x				
<i>Hypanartia lethe</i> (Fabr., 1793)	x				
<i>Siproeta stelenes</i> (L., 1758)	x				
<i>Tegosa claudina</i> (Esch., 1821)	x				
<i>Temenis laothoe</i> (Cr., 1777)	x				
PAPILIONIDAE					
Papilioninae					
<i>Heraclides hectorides</i> (Esper, 1794)			x		
Troidininae					
<i>Battus polystictus</i> (Butler 1784)	x				
<i>Parides anchises nephalion</i> (Goat., 1819)	x				
PIERIDAE					
Coliadinae					

Continua...

Tabela 4, Cont.

Insetos ORDEM/ Família/ Espécie	Comportamento de visita				
	pe	po	pi	pr	re
<i>Eurema albula</i> (Cr., 1775)	x				
<i>Eurema arbela</i> (Geyer, 1832)	x				
Dismorphiinae					
<i>Dismorphia astyocha</i> (Hbn., 1825)	x				
Pierinae					
<i>Archonias tereas</i> (Godt., 1819)	x				

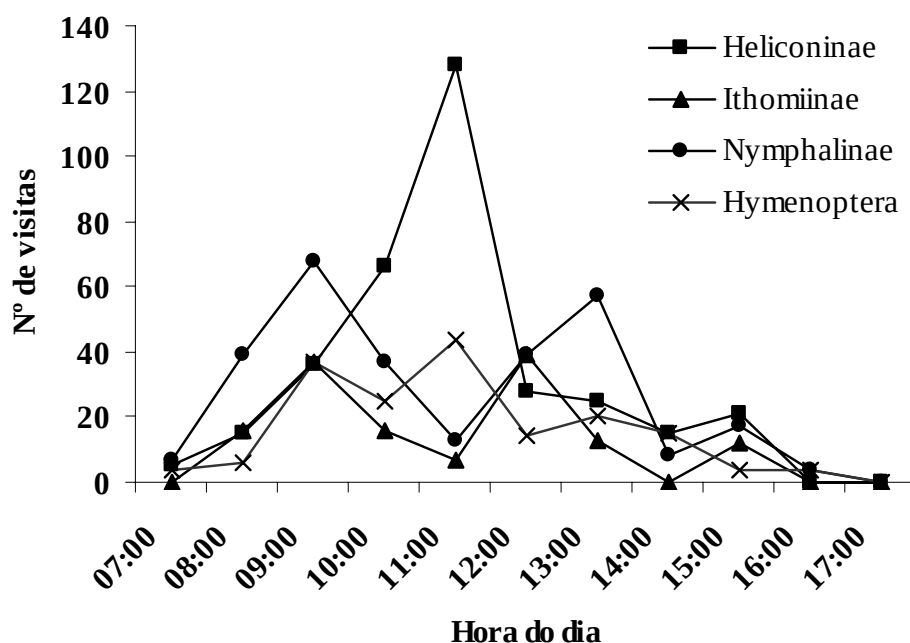


Figura 9 – Número de visitas de borboletas (Lepidoptera), das subfamílias mais frequentes, e de abelhas (Hymenoptera) em capítulos de *Bidens segetum*, na Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais.

Os lepidópteros possuem probóscides longas e foram capazes de acessar, com facilidade, o néctar nas flores tubulares de *B. segetum*. A maioria possui comportamento similar a *Heliconius sara* (Fig. 10), isto é, pousava diretamente sobre as flores do disco e introduzia a probóscide no tubo das anteras ou diretamente no tubo da corola. Retirava o néctar das várias flores abertas do capítulo e, às vezes, caminhava sobre as flores para acessar outros capítulos do mesmo indivíduo. Algumas borboletas permaneceram nas

flores por mais de dois minutos, como *Lycorea cleobaea*. Porém, outras realizaram visitas muito rápidas, com duração de cerca de três segundos. Durante o tempo em que acessava o néctar, algumas espécies, tal como *Adelpha lycoreas*, mantinham o batimento das asas. Observou-se pólen aderido nas asas, pernas, abdômen, antenas e probóscides. O contato com a região estigmática se deu principalmente pelas pernas e antenas.

Houve comportamento agonístico entre indivíduos que se aproximavam dos capítulos, especialmente entre *Actinote* sp. e *Lycorea cleobaea*; *Actinote* sp. e *Temenis laothoe*; *Actinote* sp. e *Dryas iulia*; *Lycorea cleobaea* e *Heliconius sara*; *Heliconius sara* e *Lycorea* sp.; e *H. sara* e *Adelpha lycoreas*. As espécies de *Actinote* sp. e *H. sara* sempre expulsavam as demais espécies. Porém, *H. sara* não apresentou comportamento agonístico em relação aos indivíduos intra-específicos (Figura 10); esses visitavam o mesmo capítulo ou aglomerado de capítulos sem nenhum confronto.

Observou-se também esse comportamento entre lepidópteros (*Heliconius sara*, *Actinote* sp.) e alguns himenópteros (*Melipona quadrifasciata*, *Apis mellifera* e *Exomalopsis* sp.) e entre os himenópteros.

Alguns lepidópteros foram mais abundantes ou exclusivos em uma determinada área. *Philaethria wernickei* foi exclusiva de A₁. *Adelfa syma* foi vista e coletada apenas em A₂. *Agraulis vanillae* foi mais abundante em A₂. Alguns também pareciam selecionar as inflorescências mais altas, como *Dryas iulia*, *Parides anchises nephalion* e *Heraclides hectorides*.

Algumas borboletas foram polinizadores ocasionais, como por exemplo, *Eurema arbela*, *Heraclides hectorides*, *Heliopetes alana* (Tabela 4). *Adelfa syma*, *Biblis hyperia*, *Heliconius erato* e *Calyropsis* sp., não foram considerados polinizadores (Tabela 4), e não se enquadraram em nenhuma das categorias de visitação (Tabela 4), uma vez que apenas pousaram rapidamente na corola e não acessaram nenhum recurso e não contataram os órgãos reprodutivos.

A abundância de visitas das abelhas foi de 16,25%. Entre elas, destacaram-se *Melipona quadrifasciata*, *Apis mellifera* e *Exomalopsis* sp. (Tabela 4). Foram visitantes constantes, a partir das 7:00 h., mas principalmente das 9:30 às 12:00 h. (Fig. 9). Foram observados até 10 indivíduos agrupados dessas espécies coletando néctar e, ou pólen. O pólen era depositado em todo o corpo desses insetos. O contato com a região estigmática foi realizado principalmente com a cabeça, enquanto retiravam néctar, ou

com a região ventral do corpo, quando andavam sobre o capítulo. Esses permaneciam até por volta das 16:00 h. (Fig. 9).



Figura 10 – Dois indivíduos de *Heliconius sara* (Heliconinae) pousados em capítulo de *Bidens segetum*.

As abelhas de modo geral, iniciavam suas visitas pousando nas inflorescências ou diretamente nas flores tubulosas e agarravam-se ao tubo de anteras, com as patas dianteiras, para a retirada do pólen com o aparelho bucal e, ou introduziam o aparelho bucal no interior do tubo da corola para a retirada do néctar. Na maioria das vezes realizavam visitas rápidas em cada flor, mas podiam visitar até 10 capítulos antes de deixarem a área completamente. Em algumas vezes, retornavam às primeiras flores visitadas.

Xylocopa spp. foram visitantes pouco freqüentes e visitavam cerca de 10 capítulos por onda de visitação. Devido ao grande porte e presença de fortes mandíbulas, suas visitas representaram danos para os capítulos. Apesar disso, realizaram visitas legítimas, coletavam pólen e sempre tocavam os órgãos reprodutivos. Os indivíduos coletados apresentavam-se com o corpo repleto de pólen e, por isso, foram considerados polinizadores efetivos (Tabela 4).

Foi comum a visitação de Halictidae (morfo-espécie 3) às flores durante a fase estaminada para a retirada do pólen. Durante a coleta, forçavam a abertura do tubo anteral com auxílio das pernas dianteiras e do aparelho bucal, antes mesmo do pólen estar totalmente exposto. Foram consideradas pilhadoras de pólen (Tabela 4).

As vespas (Vespidae) possuem aparelho bucal curto, foram observadas acessando o néctar e raramente contatavam a região estigmática; por essa razão foram consideradas polinizadores ocasionais (Tabela 4).

4. DISCUSSÃO

A floração de *B. segetum* foi anual (*sensu* Newstrom *et al.* 1994) e de curta duração, semelhante ao verificado em outras asteráceas: p. ex., espécies de *Senecio* (Karam *et al.* 2002) e de *Mikania* (Eiterer 2005). Ferreira (2006) verificou que 85,5% das 61 asteráceas estudadas na MP, incluindo *B. segetum*, apresentaram floração anual. Essas espécies parecem apresentar forte periodicidade (*cf.* Frankie *et al.* 1974; Morellato *et al.* 1989).

A floração sazonal de *B. segetum*, ocorrendo exclusivamente na estação seca, coincide com o período de floração de poucas asteráceas (15; 24,2%) da MP, dentre elas, sete espécies de *Mikania* (Ferreira 2006). Estudos fenológicos têm indicado diferenças básicas entre o comportamento do estrato herbáceo, subarbustivo e arbóreo de formações vegetacionais (Sarmiento & Monasterio 1983; Justiniano & Fredericksen 2000). Plantas herbáceas parecem ter seus eventos fenológicos ligados à estação chuvosa e as arbóreas parecem ser mais independentes das estações e muitas florescem em plena estação seca (Sarmiento & Monasterio 1983; Justiniano & Fredericksen 2000). Estudos englobando asteráceas trepadeiras ou lianas ou de hábito escandente, como *B. segetum*, são escassos (Morellato & Leitão-Filho 1996; Moraes 1997; Eiterer 2005; Ferreira 2006) e tem demonstrado que também florescem em diferentes estações do ano.

A floração de *B. segetum* no período seco e a abundância, em especial de borboletas, observados em seus capítulos, indicam a importância ecológica dessa espécie como fornecedora de recursos florais. Ferreira (2006) comentou que as asteráceas da MP (61 espécies) parecem desempenhar importante papel ecológico, pois

são fontes de recursos florais, por todo o ano, e devem auxiliar na manutenção da fauna antófila, em especial, de insetos e os dados do presente estudo reforçam esse papel.

Os períodos de frutificação e de dispersão dos frutos de *B. segetum*, bem como a sobreposição com a fenofase floração, foram semelhantes aos observados por Karam *et al.* (2002) em espécies de *Senecio*. Essas plantas apresentaram floração curta e rápida frutificação, justificando o acompanhamento mais freqüente da fenologia reprodutiva, no sentido de se obter uma avaliação mais precisa.

A dispersão dos diásporos zoocóricos de *B. segetum* não apresentou sazonalidade, prolongando-se de abril (estação seca) a setembro (início da estação chuvosa), embora o pico tenha sido em maio e junho, na estação seca. Frankie *et al.* (1974) e Campos (2007) ressaltaram que, na região Neotropical, a zoocoria tende a ser uma síndrome sazonal, ocorrendo preferencialmente na estação chuvosa. Esse período é considerado mais propício para o desenvolvimento dos frutos, dispersão das sementes e estabelecimento das plântulas, além de ser o período em que a atividade dos dispersores é maior (Smythe 1970; Janzen 1976; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983; Morellato & Leitão-Filho 1996; Penhalber & Mantovani 1997; Marchioretto 2007). A dispersão de *B. segetum* difere da tendência mencionada anteriormente e estudos posteriores poderão esclarecer as suas estratégias reprodutivas relacionadas aos seus dispersores, ao potencial germinativo das sementes e ao estabelecimento de novas plantas.

A herbivoria observada em *B. segetum* por coleópteros, constitui uma relação comum entre insetos e plantas. Godinho (2007) registrou coleópteros fitófagos em *Adenostemma brasilianum*, na MP. Essa autora comentou que a herbivoria foi mais intensa no final do período reprodutivo, devido, provavelmente, à paralisação ou redução da síntese de alcalóide pirrolidizínico, que é tóxico e apresenta diversas atividades biológicas, entre elas a proteção das plantas contra herbívoros e patógenos (Cronquist 1981; Boppré 1990; Matzembacher 1998). Esse alcalóide não ocorre em espécies de Heliantheae (King & Robinson 1987), o que pode favorecer a herbivoria durante a floração.

Bidens segetum apresenta características morfológicas florais comuns à tribo Heliantheae, descritas por Barroso *et al.* (1991) e Bremer (1994). O horário de antese e a duração das fases sexuais parecem depender das condições climáticas, semelhante ao verificado nos estudos de Barbosa (1999), Cerana (2003), Eiterer (2005) e Godinho (2007). Contudo, Mani & Saravanan (1999) citaram que, além da associação com os

fatores climáticos, a antese também sincroniza com o tempo de emergência e atividade dos polinizadores, tal como verificado em *B. segetum*.

A atratividade dos capítulos de *B. segetum* inclui a coloração amarela da corola, em especial das flores liguladas, e a liberação de odores. A duração longa (10 dias) dessas flores, sua esterilidade e antese em antecedência às das flores tubulosas confirmaram a sua função exclusiva de atratividade. Essa função é reforçada pelas tentativas de visitas observadas em capítulos na fase estéril (apenas com as flores liguladas em antese).

A apresentação secundária de pólen, descrita em *B. segetum*, é universal em Asteraceae e está associada à protandria (p. ex., Jones 1976; Noronha & Gottsberger 1980; Sazima & Machado 1983; Howell *et al.* 1993; Yeo 1993; Lane 1996; Many & Saravanan 1999; Cerana 2004; Eiterer 2005; Wist 2005; Godinho 2007). Por isso, flores ainda fechadas, em pré-antese, apresentam as anteras deiscuentes e os grãos liberados no tubo anteral, caracterizando a fase estaminada da flor.

A transição da fase estaminada para a pistilada e as designações para tais fases, tem sido assunto controverso, pois grãos de pólen residuais podem permanecer nas flores durante a fase pistilada. Mani e Saravanan (1999) apontaram a existência de uma fase transicional entre as fases estaminada e pistilada. Esta fase é caracterizada pela permanência dos grãos de pólen totalmente expostos, pelos ramos do estilete, por até 24 horas, desde que anteceda a exposição das linhas estigmáticas, e pela retração das anteras para dentro do tubo da corola. Wist (2005) designou, no primeiro dia da antese, uma fase estaminada indeiscente caracterizada pelo alongamento do estame e do tubo da corola, e uma deiscente, caracterizada pela deiscência das anteras. Esse autor também subdividiu a fase pistilada em subfases, de acordo com os dias de sua duração. No presente estudo, foi considerado como fase estaminada o período de liberação do pólen até a sua total apresentação, realizada pelos apêndices estéreis dos ramos do estilete; nessa fase, as linhas estigmáticas não foram expostas. A fase pistilada começou com a exposição das linhas estigmáticas, parcial e totalmente, mesmo que grãos de pólen residuais estejam presentes nos apêndices estéreis.

A curta duração da fase estaminada até 10 horas e a longa duração da pistilada (3 dias) das flores de *B. segetum* parece ser comum e estratégico entre as asteráceas. A fase pistilada longa também foi relatada por Dieringer & Cabrera (1989), Neff & Simpson (1990), Cerana (2004), Wist (2005) e Godinho (2007). Essa estratégia parece maximizar

a polinização. As flores de *B. segetum*, por exemplo, foram amplamente visitadas até o quarto dia.

Durante a fase estaminada, a disponibilidade de pólen pela manhã coincide com a maior abundância de visitação de polinizadores, ocasião em que recebem pólen nos seus corpos. A polinização, como relatado por Mani & Saravanan (1999), ocorre posteriormente, na fase pistilada, quando esses polinizadores, principalmente borboletas, buscam o néctar nas flores.

O acúmulo de néctar verificado em *B. segetum* foi semelhante ao relatado para *Mutisia coccinia* (Sazima & Machado 1983) e *Barnadesia odorata* (Galletto 1995). Em ambas, o néctar ascende-se por capilaridade. Em *B. segetum* o néctar acumulou-se até o quarto dia da antese. Many & Saravanan (1999) relataram que a secreção do néctar em asteráceas ocorre por 12 a 48 h, diferindo do observado em *B. segetum*. A ascendência do néctar no tubo da corola e a sua disponibilidade por vários dias contribuíram para a alta visitação de polinizadores, especialmente lepidópteros, favorecendo assim polinização cruzada. Também facilitou o acesso aos polinizadores com aparelho bucal curto, como os himenópteros.

Em *B. segetum* a frutificação por autopolinização foi nula ou quase, caracterizando a incompatibilidade, mecanismo reprodutivo verificado em outras espécies de *Bidens* (Ballard 1986) e na grande maioria das espécies de Asteraceae (Stuessy *et al.* 1986; Werpachowski *et al.* 2004). Esse mecanismo reprodutivo reforça a dependência dessas plantas por polinizadores.

A diferença existente entre a porcentagem de frutificação obtida nos tratamentos de polinização cruzada e de polinização aberta se deve provavelmente a dificuldade de polinizar manualmente todas as flores de um capítulo. Estes resultados corroboram com os de Roitman (1995), que estudou o sistema reprodutivo de *Grindelia chiloensis*.

As borboletas (58 táxons) como principais polinizadores de *B. segetum* corroboram a importância desses insetos no processo reprodutivo sexual de asteráceas, conforme foi sugerido por Many & Saravanan (1999). Visitação por lepidópteros em flores de espécies de *Bidens* também foi relatada por Arroyo *et al.* (1982), Abbot & Irwin (1988), Sun & Ganders (1990), Cabrera & Dieringer (1992) e Grombone-Guaratini *et al.* (2004); esses últimos autores observaram várias borboletas Nymphalidae, semelhante ao presente estudo.

Em estudo realizado na MP, Godinho (2007) também registrou a psicofilia em *Adenostemma brasilianum*. Essa autora identificou 32 espécies de lepidópteros nessa

asterácea, principalmente da subfamília Ithomiinae, o que difere de *B. segetum*, que foram principalmente da subfamília Nymphalinae, ambas pertencentes à família Nymphalidae. Foram observadas sete espécies em comum como visitantes dessas duas plantas. A diversidade e a abundância de lepidópteros em *B. segetum* podem estar associadas à disponibilidade néctar por, pelo menos, dois meses, em época de escassez desse recurso (estação seca). A composição de espécies e a abundância relativa da comunidade de insetos podem variar ao longo do tempo, por várias razões, mas principalmente devido à disponibilidade de alimento (Wolda 1988; Willmer 1982).

Os picos de visitação, das espécies das diferentes famílias de lepidópteros, coincidem com o período de maior disponibilidade de pólen e, provavelmente, de néctar, pois é o recurso que esses insetos buscam. Comportamentos agonísticos interespecíficos de borboletas e de borboletas com abelhas como verificado, também foram observados por Barbosa (1999), em estudo realizado em *Hortia brasiliensis*. Esse comportamento deve ter reduzido a permanência dos indivíduos nos capítulos e, como relatado por essa autora, possivelmente favorecido a polinização cruzada, ampliando o fluxo gênico.

O fato de *Parides anchises nephalion* e *Dryas iulia* apresentarem preferência por inflorescências mais altas pode justificar a sua baixa frequência na área de estudo mais ensolarada, pois, nessa área, a maioria dos indivíduos estudados encontrava-se rasteiros, sobre vegetação de gramíneas.

O papel das abelhas na polinização de *B. segetum* também foi importante, considerando o comportamento de visita, a facilidade de caminhar sobre os capítulos, o fato de coletarem pólen e, ou néctar, além de permanecerem na área de estudo por mais tempo que os lepidópteros. As abelhas foram consideradas por Lane (1996), como sendo os principais polinizadores de Asteraceae, assim como também por Noronha e Gottsberger (1980), Roitman (1995), Cerana (2004), Eiterer (2005) e Wist (2005). Many & Saravanan (1999), por outro lado, consideraram as abelhas como o segundo grupo em importância na polinização de asteráceas. O presente estudo, apesar de não ter analisado o papel de cada grupo de polinizadores (borboletas e abelhas) separadamente, demonstrou que *B. segetum* é espécie entomófila, com características psicófilas e melitófilas (Faegri & van der Pijl 1979), embora com maior abundância de borboletas. O amplo espectro de visitantes facilitaria a conquista de novos ambientes e novas interações entre *B. segetum* e os seus polinizadores, visto que habita local aberto e

alterado, assim como várias outras espécies dessa família consideradas invasoras (Lorenzi 2000).

O número de insetos amostrados nas flores de *B. segetum* (82), especialmente de borboletas foi surpreendente. Principalmente quando comparado com outros estudos já realizados na mesma área, em espécies de Eupatorieae: *Mikania glomerata*, *M. hirsutissima* (Eiterer 2005) e *Adenostemma brasilianum* (Godinho 2007), que registraram, respectivamente, 19, 21 e 38 espécies de insetos em suas flores. E com estudos em outras áreas, como, por exemplo, o de Cerana (2004), que registrou 66 espécies de insetos nas flores de *Mikania urtifolia*.

Asteraceae é um componente importante de quase todos os ecossistemas terrestres e mantêm estreitas e precisas relações com seus polinizadores. Acredita-se que o sucesso da família esteja relacionado ao papel de seus polinizadores. No entanto, pouco se sabe sobre a biologia de polinização de suas espécies (Lane 1996). Nesse sentido o estudo dos visitantes florais e polinizadores de *B. segetum*, que resultou numa amostragem 82 espécies de insetos foi considerado relevante, não apenas por contribuir para o conhecimento da biologia da polinização da espécie, mas também por ampliar o estudo faunístico, sobretudo de borboletas, uma vez que existem poucos, especialmente em Minas Gerais (Casagrande *et al.* 1998; Machado *et al.* 1998; Mota 2002; Fonseca 2006; Silva *et al.* 2007).

5. CONCLUSÕES GERAIS

- A floração de *B. segetum* é anual e ocorre na estação seca;
- A antese floral é matutina; a flor ligulada dura 10 dias e a tubulosa 4 dias;
- Há protandria e a ASP ocorre no 1º dia de antese, caracterizando a fase estaminada da flor; do 2º ao 4º dia as flores estão na fase pistilada;
- O capítulo dura 20 dias; do 1º ao 3º dia ocorre a antese das flores liguladas (fase estéril do capítulo), do 4º ao 10º dia ocorre a antese das flores tubulosas e do 11º ao 20º ocorre a formação e maturação dos frutos;
- É auto-incompatível e por isso é dependente de polinizadores para a frutificação;
- Mais de 88% das sementes oriundas da frutificação natural são viáveis;
- Grande número de insetos visita os capítulos para retirar recursos florais (pólen e néctar) e para se alimentar de partes florais;
- Os polinizadores são borboletas, com 83,75% das visitas, e abelhas, com 16,25%;
- Esse estudo amplia o conhecimento de aspectos reprodutivos de espécies da MP, em especial das psicófilas, e da família.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, R.J.; IRWIN, J.A. 1988. Pollinator movements and the polymorphism for outcrossing rate at the ray locus in common ground set, *Senecio vulgaris*. **Hereditary** **60**: 295-298.

ALMEIDA, G.S.S. 2008. **Asteraceae Dumort. nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi: levantamento florístico, taxonômico, distribuição geográfica e similaridade florística com os campos rupestres da Cadeia do Espinhaço**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 380p.

ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MARIONI, L. 1998. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. **Série Manuais práticos em Biologia – 1**. Holos edit. Ribeirão Preto. 88p.

ARROYO, M.T.K; PRIMACK, R.; ARMESTO J. 1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile, I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. **American Journal of Botany** **69**: 82-97.

BARBOSA, A.A.A. 1999. *Hortia brasiliiana* Vand. (Rutaceae): polinização por aves passeriformes no cerrado do sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**. **22**: 83-89.

BALLARD, R. 1986. *Bidens pilosa* complex (Asteraceae in Nort and Central America. **American Journal of Botany** **73**: 1452-1465.

BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A.L.; COSTA, G.C.; ICHASO, C.L.F.; GUIMARÃES, E.F.; LIMA, H.C. 1991. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. Viçosa, UFV, Impr. Univ., V.3. 326p.

BERRY, P.E.; CALVO, R.N. 1989. Wind pollination, self-incompatibility, and altitudinal shifts in pollination systems in the high Andean genus *Espelia* (Asteraceae). **Journal of Ecology** **76**: 1602-1614.

BOPPRÉ, M. 1990. Lepdoptera and alkaloids pirrolidizínicos: exemplification of complexity in chemical ecology. **Journal of Chemical Ecology** **34**: 586-600.

BREMER, K. 1994. **Asteraceae – cladistics & classification**. Timber Press, Oregon, 752p.

CABRERA, R.L.; DIERINGER, G. 1992. Reproductive biology population of *Acourtia runcinata* (Asteraceae: Mutisieae) at the northeastern limit of its range. **American Midland Naturalist** **128**: 83:88.

CAMPOS, E.P. 2007. **Fenologia e chuva de sementes em floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, Minas gerais, Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 50p.

CARMAM, J.G. 1997. Asynchronous expression of duplicate genes in angiosperms may cause apomixes, bispory, tetraspory, and poliembryony. **Biological Journal of the Linnean Society** **61**: 51-94.

CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, O.H.H.; BROWN JR, K.S. 1998. Borboletas (Lepidoptera) ameaçadas de extinção em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, **15**: 241-259.

CABRERA, A.L. 1974. Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina). **Collección Científica Del INTA, Bueno Aires**. **6**: 106-554.

CASTRO, P.S. 1980. **Influencia da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa (MG)**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz: Piracicaba, 170p.

CERANA, M.M. 2004. Flower morphology and pollination in *Mikania* (Asteraceae). **Flora** **199**: 168-177.

CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, 1262p.

DAFNI, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford University Press, Oxford, 250p.

DAFNI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. 2005. **Practical pollination biology**. Enviroquest, Ltd. 590p.

DIERINGER, G.; CABRERA, L. 1989. Pollination ecology and stigma longevity of *Liatris mucronata* DC (Compositae). **American Journal of Botany** **76**: 135-141.

EITERER, M. 2005. **Estratégias reprodutivas de espécies co-ocorrentes de *Mikania* (Asteraceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 45p.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, Oxford, 244p.

FERREIRA, S.C. 2006. **Asteraceae Martinov, em fragmento florestal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil: Florística e aspectos reprodutivos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 144p.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F.; SCHWAMBACK, L.; SILVEIRA, T.S. 1994. Efeito do substrato e pH no desenvolvimento inicial das plantas. **Caderno de Pesquisa série Botânica** **6**: 13-23.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T.S.; STIVAL, A.L.; SILVA, A.A. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica brasílica** **15**: 231-242.

FONSECA, N.G.; KUMAGAI, A.F.; MIELKE, O.H.H.; 2006. Lepidópteros visitantes florais de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae) em remanescentes de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 399-405.

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry Forest sites of Costa Rica. **Journal of Ecology** **62**: 881-913.

GALETTO, L. 1995. Estúdios sobre el néctar y los nectários em *Hyaloseris rubicunda* y *Barnadesia odorata* (Asteraceae-Mutisieae). **Darwiniana** **33**: 127-133.

GUARIGUATA, M.R.; AZOCAR, A. 1988. Seed bank dynamics and germination ecology in *Espeletia timotensis* (Compositae), an Andean Giant Rosette. **Biotropica** **20**: 54-59.

GODINHO, M.A.S. 2007. **Biologia reprodutiva e germinação de sementes em *Adenostemma brasilianum* (Pers.) Cass. (Asteraceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 75p.

GOOD, R. 1974. **Features of evolution in the flowering plants**. New York: Dover Publication, 557p.

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1983. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. **Sonderbänd. des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg** 7: 15-352.

GROMBONE-GUARATINI, M.T.; SOLFERINI, V.N.; SEMIR, J. 2004. Biologia reprodutiva em espécies de *Bidens* L. (Asteraceae). **Science Agriculture** 61: 185-189.

HORVITZ, C.C.; SCHEMSKE, D.W. 1990. Spatiotemporal variation in insect mutualists of a Neotropical herb. **Ecology** 71: 1085-1097.

HOWELL, G.J.; SLATER, A.T.; KNOX, R.B. 1993. Secondary pollen presentation in angiosperms and its biological significance. **Australian Journal of Botany** 41: 417-438.

JANZEN, D.H. 1976. Seedling patterns of tropical trees. In **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press Cambridge 88-128.

JONES, A.G. 1976. Observations on the shape and exposure of style branches in the Astereae (Compositae). **American Journal of Botany** 63: 259-262.

JUSTINIANO, M. J.; FREDERICKSEN, T. S. 2000. Phenology of trees species in Bolivian dry forests. **Biotropica** 32: 276-281.

KARAM, F.S.C.; MENDÉZ, M.D.C.; JARENKOW, J.A.; CORREA-RIET, F. 2002. Fenologia de quatro espécies tóxicas de *Senecio* (Asteraceae) na região Sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 22: 33-39.

KEARNS, C.A.; INOUE, C.A. 1993. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: University Press of Colorado, 583p.

KING, R.M.; ROBINSON, H. 1987. The genera of Eupatorieae (Asteraceae). Monographs in Systematic Botany. **Missouri Botanical Garden** 22: 1-63.

LANE, M.A. 1996. Pollination biology of Compositae. In **Compositae: Biology and utilization** (P.D.S. Caligari & D.J.N. Hind, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew 61-80.

LEAL-FILHO, N. 1992. **Caracterização do banco de sementes de três estágios de uma vegetação na zona da Mata de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, UFV, 116p.

LEPPIK, E.E. 1977. Evolution of the capitulum types the Compositae in the light of insect-flower interaction. In: **The Biology and chemistry of the Compositae** V.1 (V.H. Heywood, J.B. Harbone & B.L. Turner eds.). Academic Press, London. 61-89.

LORENZI, H. 2000. **Plantas Daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. 608p.

MACHADO, A.B.M.; FONSECA, G.A.B.; MACHADO, R.B.; AGUIAR, L.M.S.; LINS, L.V. 1998. **Livro Vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas, 608 p.

MANI, M.S.; SARAVAN, J.M. 1999. **Pollination ecology and evolution in Compositae (Asteraceae)**. Science Publishers, New Hampshire, 166p.

MATZEMBACKER, N.I. 1998. **O complexo Senecionoide (Asteraceae-Senecioneae) no Rio Grande do Sul – Brasil**. Tese de Doutorado Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 274p.

MORAES, M.D. 1997. **A família Asteraceae na planície litorânea de Picinguaba, município de Ubatuba, SP**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 134p.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F.; JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e Floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica 12**: 85-98.

MORELATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a South-eastern Brazilian Forest. **Biotropica 28**: 180-191.

MOTTA, P.C. 2002. Butterflies from the Uberlândia region, Central Brazil: species list and biological comments. **Brazilian Journal of Biology 62**: 151-163.

NAKAJIMA, J.N. 2000. **A família Asteraceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 467p.

NAKAJIMA, J.N.; SEMIR, J. 2001. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica 24**: 471-478.

NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. 1990. The roles of phenology and reward structure in the pollination biology of wild sunflower (*Helianthus annuus* L., Asteraceae). **Israel Journal of Botany 39**: 197-216.

NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. **Biotropica 26**: 141-159.

NORONHA, M.R.P.; GOTTSBERGER, G. 1980. A polinização de *Aspilia floribunda* (Asteraceae) e *Coclospermum regium* (Ciclospermaceae) e a relação das abelhas visitantes com outras plantas do cerrado de Botucatu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 3: 67-77.

PELLUCCI, C.B.M.; GARCIA, F.C.P.; FERNANDES, J.M.; SIQUEIRA, L.C. de. 2007. Composição florística do estrato herbáceo-arbustivo em fragmentos florestais na Zona da Mata, Minas Gerais. **CD de resumos do XVII SIC**. Simpósio de Iniciação Científica, UFV, Viçosa, MG.

PENHALBER, E.F.; MANTOVANI, W. 1997. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 20: 205-220.

PRUSK, J.F.; SANCHO, G. 2004. Asteraceae. In: **Flowering Plants Systematics**. N. Smith *et al.* (eds.) Harper & Row, New York. 891p.

RADFORD, A.C.D.; DICKSON, W.C.; MASSEY, J.R.; BELL, C.R. 1974. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row, 891p.

REINARTZ, J.A.; LES, D.H. 1994. Bottleneck-induced dissolution of self-incompatibility and breeding system consequences in *Aster furcatus* (Asteraceae). **American Journal of Botany** 81: 446-455.

RICHARDS, A.J. 1997. **Plant Breeding Systems**. George Allen & Unwin, London. 528p.

RIZZINI, C.T. 1992. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. São Paulo: Âmbito Cultural, 189p.

ROBINSON, H.; KING, R.M. 1977. Eupatorieae – systematic review. In: **Biology and chemistry of the Compositae**. Turner, B. L. ed. London, Academic Press 437-486.

ROITMAN, G.G. 1995. Comportamento reproductivo de *Grindelia chiloensis* (Asteraceae). **Darwiniana** 33: 21-26.

ROMERO, G.Q.; NETO, J.V. 2005. Flowering phenology, seed set and arthropod guilds in *Trichogoniopsis adenantha* (DC) (Asteraceae) in south-east Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 28:171-178.

ROSA, S.G.T.; FERREIRA, A.G. 1998. Germinação de sementes de espécies medicinais do Rio Grande do Sul: *Bromelia antiacantaha* Bert., *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) Macbride e *Talinum patens* (Jacq.) Willdenow. **Acta Botanica Brasilica** 12: 513-522.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. 1983. Life forms and phenology. *In: Ecosystems of the World. Tropical savannahs* (F. Bourliere, Ed). Elsevier Sciens, Amsterdam, p. 79-108.

SAZIMA, M.; MACHADO, I.C. 1983. Biologia floral de *Mutisia coccinia* St. Hil. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Botânica** **6**: 103-108.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I; GOTTSBERGER, G. 1988. A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** **48**: 651-663.

SILVA, A.R.M.; LANDA, G.G.; VITALINO, R.F. 2007. Borboletas (Lepidoptera) de um fragmento de mata urbano em Minas Gerais, Brasil. **Lundiana** **8**:137-142

SMYTHE, N. 1970. Relationships between fruiting season and seed dispersal methods in a Neotropical Forest. **American Naturalist** **104**: 25-35.

STUESSY, T.F.; SPOONER, D.M.; EVANS, K.A. 1986. Adaptive significance of ray corollas in *Helianthus grosseserratus* (Compositae). **American Midland Naturalist** **115**: 191- 197.

SUN, M.; GANDERS, F.R. 1990. Outcrossing rates and allozyme variation in rayed and rayless morphs of *Bidens pilosa*. **Hereditary** **64**: 139-143.

VELOSO, H.P; RANGEL-FILHO, A.L.R; LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 123p.

WEBERLING, F. 1989. **Morphology of flowers and inflorescences**. Cambridge: Cambridge University Press, 405p.

WERPACHOWSKI, J.S.; VARASSINI, I.G.; GOLDENBERG, R. 2004. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 607-613.

WILLMER, P.G. 1982b. Microclimate and environmental physiology of insects. **Advances in Insect Physiology** **16**: 1-57.

WIST, T.J. 2005. **Pollination biology of *Echinaceae angustifolia* and *Echinaceae purpurea* (Asteraceae) in Saskatchewan**. Thesis. University of Saskatchewan Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 178p.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics** **19**: 1-18.

YEO, P.F. 1993. Secondary pollen presentation: form, function and evolution. **Plant Systematics and Evolution, Supl. 6.** 268p.