

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMY

Diversidade e Comportamento dos Insetos Visitantes Florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma Área de Campo Ferruginoso, Ouro Preto, MG

YASMINE ANTONINI¹, HENRIQUE G. SOUZA¹, CLAUDIA M. JACOBI² E FABIO B. MURY¹

¹Lab. Ecologia e Comportamento de Insetos, Depto. Biologia Geral. Av. Antonio Carlos, 6627. C. postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG

²Lab. Interação Animal-Planta, Depto. Biologia Geral. Av. Antonio Carlos, 6627. C. postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG

Neotropical Entomology 34(4):555-564 (2005)

Richness and Behavior of Insect Visitors of *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), at a Ferruginous Field, Ouro Preto, MG, Brazil

ABSTRACT - The influence of abiotic factors and floral resources on the frequency of insect visitors to *Stachytarpheta glabra* Cham was assessed in an area of ferruginous fields, Ouro Preto, MG. A total of 312 insects were collected, belonging to 28 species. The highest abundances were for *Oxaea flavescens* Klug (25%), Vespidae sp1 (11.5%), Vespidae sp2 (11%), *Antheos clorinde* Hubner (10.3%) and Vespidae sp3 (10%). There was a positive relation of abundance with light intensity ($r^2 = 0.66$, $b = 0.82$, $P < 0.001$) and temperature ($r^2 = 0.40$, $b = 0.65$, $P = 0.001$), and a negative relation with relative humidity ($r^2 = 0.34$, $b = -0.60$, $P < 0.001$). The number of flowers and inflorescences ($r_s = 0.81$, $n = 20$, $P < 0.001$ e $r_s = 0.82$, $n = 20$, $P < 0.001$, respectively) influenced the abundance of visits. No significant relation was found with plant height. Halictidae prefer to forage at high temperatures and light intensity. Large bees (Apidae and Andrenidae), on the other hand, are more tolerant to temperature variations and forage during the whole day. Vespidae prefer high temperatures but tolerate variation in light intensity. Lepidoptera forage preferentially during periods of high light intensity and temperature. Butterflies, moths, *Eulaema nigrata* Lepeleier and *Apis mellifera* L. are the potential pollinators whereas Vespidae, Halictidae, *Bombus atratus* Franklin and *O. flavescens* were thieves in *S. glabra* flowers.

KEY WORDS: Pollinator, resource partition, abiotic constraint

RESUMO - Foi avaliada a influência de fatores abióticos e recursos florais na frequência de visitas de insetos a *Stachytarpheta glabra* Cham, em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. Foram coletados 312 insetos visitantes pertencentes a 28 espécies. As maiores abundâncias foram as de *Oxaea flavescens* Klug (25%), Vespidae sp1 (11,5%), Vespidae sp2 (11%), *Antheos clorinde* Hubner (10,3%) e Vespidae sp3 (10%). A abundância de visitantes florais acompanhou a variação dos fatores abióticos ao longo do dia (intensidade luminosa: $F = 6,968$, $P = 0,014$, $r^2 = 0,757$; temperatura: $F = 7,708$, $P = 0,010$, $r^2 = 0,762$; umidade relativa: $F = 5,263$, $P = 0,030$, $r^2 = 0,744$). O número de flores e inflorescências ($r_s = 0,81$, $n = 20$, $P < 0,001$ e $r_s = 0,82$, $n = 20$, $P < 0,001$, respectivamente) influenciaram a abundância de visitantes. Não houve relação significativa entre a abundância de visitantes florais e a altura das plantas. Halictidae prefere altas luminosidades e temperaturas para forragear. Abelhas grandes (Apidae e Andrenidae), ao contrário, são mais tolerantes às variações de temperatura e forrageiam praticamente durante todo o dia. Vespidae prefere altas temperaturas, porém suporta bem as variações nas taxas de luminosidade. Lepidoptera forrageia preferencialmente em luminosidade e temperatura mais altas. Os potenciais polinizadores são borboletas, mariposas, *Eulaema nigrata* Lepeletier e *Apis mellifera* L. sendo os pilhadores de *S. glabra* Vespidae, Halictidae, *Bombus atratus* Franklin e *O. flavescens*.

PALAVRAS-CHAVE: Polinizador, partição de recurso, padrão abiótico

Acredita-se que entre as 250 mil espécies de plantas com flores (angiospermas), 90% são polinizadas por animais, especialmente por diversas ordens de insetos (Kearns *et al.* 2000). A partição de recursos florais é uma forma de evitar competição entre espécies de polinizadores (Johnson & Hubbell 1974; Roubik 1978, 1981, 1982; Inouye 1978; Buchmann 1996). Existem pelo menos três estratégias que garantiriam o acesso dos polinizadores aos recursos florais disponíveis em uma comunidade: polinizadores explorarem recursos florais de diferentes espécies de plantas (Pleasants 1980); buscarem recursos em diferentes horas do dia ou diferentes períodos de uma estação (Ginsberg 1983); forragearem em diferentes manchas de recurso (Carpenter 1979) ou em diferentes densidades nas manchas (Johnson & Hubbell 1974, Ginsberg 1983). A polinização, por sua vez, é assegurada às espécies de plantas de três formas distintas: pelo uso de diferentes polinizadores (Pleasants 1980); diferentes horários ou épocas do ano (Heinrich & Raven 1972; Heinrich 1976; Lack 1982 a, b, c; Bawa 1983; Campbell 1985) e pelo tipo de recurso floral (Heinrich & Raven 1972).

A nebulosidade, chuvas e baixas temperaturas restringem a atividade normal dos Aculeata (Cruden 1972, Macedo & Martins 1998). A luminosidade influencia o horário das visitas, principalmente de abelhas solitárias, enquanto que as espécies sociais de Apidae e Vespidae não são tão influenciadas pela variação na temperatura (Kapyla 1974, Kevan & Baker 1983). Macedo & Martins (1999) chegaram à conclusão que a temperatura pode influenciar na atividade de vôo das abelhas e vespas, pois o início do período de atividade dos dois grupos foi retardado em cerca de uma hora na estação fria. As influências dos fatores climáticos (luz, chuva, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) sobre a atividade dos Apoidea foram revisadas e estudadas por Iwama (1977) e Kevan & Baker (1983) dentre outros. As diferenças nas tolerâncias fisiológicas às variáveis climáticas podem gerar a partilha temporal ou espacial dos recursos disponíveis.

A verbenácea *Stachytarpheta glabra* Cham ocorre em áreas de campo ferruginoso e foi apontada como fonte de recursos para várias guildas de insetos, dentre eles nectarívoros e herbívoros (Vincent *et al.* 2002). Na ausência de estudos sobre visitantes florais em áreas de campo ferruginoso, este trabalho tem por objetivo conhecer a comunidades de visitantes florais dessa planta, para responder as seguintes questões:

- 1) Há uma relação entre o número de flores e inflorescências e o número de visitantes florais em *S. glabra*?
- 2) Que fatores abióticos interferem na ocorrência dos diferentes grupos de visitantes florais em *S. glabra*?
- 3) Quais visitantes de *S. glabra* são potenciais polinizadores e quais são pilhadores?

Material e Métodos

Área de Estudo. A área estudada localiza-se no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto (20°18'45"S, 43°33'45"W) a 1.250 m de altitude e é um campo ferruginoso com aproximadamente 10 ha. O campo encontra-se sobre

uma concreção de sesquióxido de ferro, fragmentado em pedaços geralmente pequenos, compondo substratos muito duros, mas penetráveis (também chamado de canga nodular). Esse tipo de solo possui fendas por onde penetram as raízes das plantas, possibilitando assim o seu desenvolvimento.

Apesar de esse ambiente ser hostil, certas espécies vegetais conseguem se adaptar às condições difíceis e atraem diversos animais. É nos espaços abertos da canga nodular que há uma retenção de matéria orgânica e umidade que favorecem o crescimento de espécies de maior porte como velosíneas arbustivas (canelas-de-ema) e *S. glabra* (Vincent *et al.* 2002).

A população de *S. glabra* na área de estudo é composta por apenas 20 indivíduos, que foram amostrados na sua totalidade. A população, compreendida em uma área de 45 x 25 m² que encerrava os indivíduos localizados nos extremos do retângulo com uma margem de aproximadamente 1 m, apresenta distribuição agregada ($R = 0,56$, $z = -3,47$, $n = 20$) (método de Clark & Evans 1954).

Sistema de Estudo. *S. glabra* (Verbenaceae) é um arbusto, com altura entre 0,5 a 2 m de altura, muito ramificado. Ocorre em altitudes acima de 1000 m em campos ferruginosos e rupestres com afloramentos quartzíticos e forma populações com muitos indivíduos sendo muito ornamental, pela floração prolongada e flores tubulares de azul intenso (Salimena-Pires e Giulietti 1998). Tanto a cor, a forma como a ausência de odor indica polinização por visitantes diurnos (Kearns *et al.* 2000).

Segundo Vincent *et al.* (2002), cada flor de *S. glabra* produz até 25 µl de néctar por dia. Com isso, indivíduos de *S. glabra* são visitados por muitos animais, especialmente insetos e beija-flores, que têm no néctar sua fonte de alimento.

Visitantes Florais. Os dados foram coletados de fevereiro a abril de 2002, período de pico da floração que vai de janeiro a junho. Como a população é muito pequena (20 indivíduos) o número de flores no início e no final do período também é pequeno não tendo sido observada nenhuma visita.

Dois observadores coletaram as informações entre 7:00h e 18:20h, durante dez dias, totalizando 242h de campo. As observações foram realizadas em três períodos durante o dia sendo o primeiro na parte da manhã (começando às 7:00h e terminado às 10:20h), o segundo ao meio do dia (começando às 11:00h e terminando às 14:20h) e o terceiro à tarde (começando às 15:00h e terminado às 18:20h). Cada um dos 20 indivíduos de *S. glabra* recebeu um número de identificação. Para avaliar a diversidade da entomofauna visitante das flores, cada planta foi observada durante 20 min. em cada período, nos dez dias, e todos os insetos observados forrageando nessas plantas foram capturados com rede entomológica, mortos em frascos mortíferos e posteriormente montados e identificados até o menor nível taxonômico possível.

Os visitantes florais foram separados em quatro grupos de acordo com o grupo taxonômico e o tamanho do corpo. A variação das taxas de visita em cada grupo foi analisada separadamente em função do horário de visitação, levando-se em consideração a temperatura e a luminosidade em cada

horário. O comportamento dos visitantes florais, ao abordarem a flor, foi observado para separá-los em duas categorias: polinizadores e pilhadores, e foi avaliada a abundância dos indivíduos em cada categoria.

Disponibilidade de Recursos. A disponibilidade de recursos foi avaliada contando-se, no início de cada dia de observação, o número de flores e inflorescências (com flor e sem flor) e o número de flores abertas; foram, também, tomadas medidas da altura e do diâmetro máximo da parte superior das plantas. Esse procedimento foi adotado porque as flores duram apenas um dia.

A influência da disponibilidade de recursos sobre a abundância de visitantes florais foi avaliada por meio de correlações de Spearman. A relação entre altura, diâmetro da parte superior da planta, e número de flores e inflorescências foi avaliada através de uma matriz de correlação.

A ordem de observação das vinte plantas variou entre os dias, mas todos os indivíduos foram avaliados nos três períodos descritos acima.

Fatores Abióticos. Foram tomadas três medidas de temperatura (termômetro), umidade relativa do ar (higrômetro) e intensidade luminosa (luxímetro), às 7:00h, 12:00h e 17:00h em cada dia de amostragem. A intensidade luminosa foi obtida utilizando-se a média de três medidas tomadas em cada um dos três períodos de observação.

A relação entre as variáveis abióticas e a frequência de visitas ao longo do dia foi avaliada através de uma correlação de Spearman. Foi feita uma análise de covariância (ANCOVA), na qual temperatura e luminosidade foram consideradas variáveis independentes, a abundância a variável dependente e o horário a co-variável.

O número total de indivíduos coletados em cada período nas 20 plantas representou a frequência de visitas no período.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os pacotes Statistica 5.0, Bio-Dap e Systat 8.0 e baseadas em Zar (1998).

Resultados

Abundância e Riqueza de Visitantes Florais. *S. glabra* atraiu grande quantidade de visitantes florais (inclusive polinizadores potenciais), possivelmente em função da grande quantidade de recursos, principalmente néctar, que oferece. Os indivíduos estudados foram visitados por insetos e uma espécie de beija-flor, *Colibri serrirostris* (Vieillot). Dentre os insetos coletaram-se 312 indivíduos, divididos em três ordens e 28 morfo-espécies (Tabela 1). *Oxaea flavescens* Klug (Hymenoptera: Andrenidae) apresentou a maior abundância entre os visitantes (25%) seguida de *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae) (11,5%), Vespidae sp2 (11%), *Antheos clorinde* Hubner (Lepidoptera: Pieridae) (10,3%) e Vespidae sp3 (10%). Os indivíduos dessas cinco morfo-espécies totalizaram 68% dos visitantes amostrados.

Características Corporais x Fatores Abióticos. Os visitantes florais foram divididos em quatro grupos: vespas, lepidópteros, abelhas pequenas (Halictidae, até 5 mm) e abelhas grandes (> 10 mm). Desse último grupo, *O.*

flavescens foi analisada separadamente, pois devido à sua alta abundância o seu padrão de forrageamento poderia mascarar o a atividade das demais espécies. Observou-se a influência de fatores como temperatura e luminosidade sobre os grupos de visitantes.

Houve maior abundância de Halictidae nas temperaturas entre 24°C e 32°C, principalmente associada a altas taxas de luminosidade, entre 1000 lux e 1300 lux (Fig. 1). Dentre as abelhas grandes, *O. flavescens* teve um padrão de visita similar aos demais grupos, com pouca atividade em temperaturas abaixo de 24°C e luminosidade abaixo de 600 lux (Fig. 2). As abelhas sociais (Apidae) apresentaram atividade de forrageamento em temperaturas e luminosidades que podem ser consideradas limitantes para os demais grupos (Fig. 3).

Semelhante a Halictidae, os indivíduos do grupo de Lepidoptera apresentaram menor tolerância a baixas luminosidades e temperaturas (Fig. 4). A maioria dos indivíduos esteve ativa em temperaturas entre 27°C e 33°C, e luminosidades entre 600 lux e 1300 lux.

Os Vespidae apresentaram maior tolerância a luminosidades mais baixas, permanecendo em atividade em uma faixa mais ampla que os grupos anteriores. Dessa forma, uma maior abundância de vespas foi observada nas temperaturas entre 22°C e 33°C e luminosidade 200 lux e 1300 lux (Fig. 5).

Pilhadores x Polinizadores. Vespas, abelhas pequenas (Halictidae), *Bombus atratus* Franklin e *O. flavescens* foram considerados pilhadores, pois retiraram o néctar cortando a base da flor por fora. *O. flavescens* foi mais abundante, contribuindo com 32,9% do total dos pilhadores, seguida por *Polybia* sp. (15,4%), Vespidae sp2 (15%) e Vespidae sp3 (13,2%). *Eulaema nigrita* Lepeletier, *Apis mellifera* L. e Lepidoptera coletaram recursos florais entrando em contato direto com o pólen dentro da corola, e por isso foram considerados polinizadores em potencial. Entre esses, os mais abundantes foram *Antheos clorinde* Hubner (42,1%) e *E. nigrita* (18,4%).

Tamanho da Planta e Recursos Disponíveis. A altura das plantas variou de 0,91 m a 2,05 m e o diâmetro da copa variou entre 0,94 m e 3,76 m. O número de flores variou de 14 a 1001 e o número de inflorescências variou entre 51 e 3.127 (Tabela 2).

Houve uma relação positiva entre o número de visitantes florais e o número de flores, de inflorescências e com o diâmetro da copa ($r_s = 0,81$, $n = 20$, $P < 0,001$ e $r_s = 0,82$, $n = 20$, $P < 0,001$, $r_s = 0,69$, $n = 20$, $P = 0,001$ respectivamente). Essas três variáveis relacionadas à arquitetura da planta, como esperado, estão fortemente correlacionadas; entretanto a altura das plantas não se correlacionou com a abundância de visitantes florais (Tabela 3).

Indivíduos de maior diâmetro de copa, independentemente do seu isolamento, foram intensamente visitados (Tabela 2).

Fatores Abióticos. A temperatura variou entre 18°C e 33°C, a umidade relativa do ar variou entre 30% e 90% e a luminosidade variou entre 26 lux e 1289 lux. Em relação à umidade relativa do ar, nas primeiras horas da manhã foram observados valores entre 73% e 100%; de 10:00h a 16:00h

Tabela 1. Classificação e quantificação dos visitantes florais de *S. glabra* no campus da Universidade Federal de Ouro Preto, MG.

Ordem	Família	Espécie	Indivíduos (n)	Frequência %	
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Oxaea flavescens</i> Klug	77	25	
		Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	5	2
			<i>Bombus atratus</i> Franklin	2	<1
			<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier	14	4
	Halictidae		<i>Pseudoaugochlora graminea</i> (Fabricius)	16	5
			<i>Temnosoma</i> sp.	11	3
			Halictidae sp3	16	5
			Halictidae sp4	6	2,2
			Halictidae sp5	1	<1
			Halictidae sp6	1	<1
		Vespidae		<i>Polybia</i> sp.	36
			Vespidae sp2	35	11
			Vespidae sp3	31	10
			Vespidae sp4	1	<1
			Vespidae sp5	1	<1
	Diptera	Bombyliidae	Tachinidae sp	1	<1
<i>Palpada vinetorum</i> (Fabricius)			1	<1	
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae</i> (L.)	1	<1	
		Nymphalidae sp1	4	1	
	Hesperiidae		Hesperiidae sp1	4	1
			Hesperiidae sp2	1	<1
			Hesperiidae sp3	5	2
			Hesperiidae sp4	3	<1
			Hesperiidae sp5	2	<1
	Satyridae		Satyridae sp1	1	<1
			Satyridae sp2	1	<1
	Pieridae		<i>Anteos clorinde</i> (Hubner)	32	10,3
		<i>Phoebis sennae</i> (L.)	3	<1	
Total			312		

valores mínimos de 48% a 64%, elevando-se novamente a partir das 17:00h (Tabela 4). A abundância de visitantes florais acompanhou a variação dos fatores abióticos ao longo do dia (intensidade luminosa: $F = 6,968$, $P = 0,014$, $r^2 = 0,757$; temperatura: $F = 7,708$, $P = 0,010$, $r^2 = 0,762$; umidade relativa: $F = 5,263$, $P = 0,030$, $r^2 = 0,744$). Os picos de visitação foram verificados principalmente no horário de 12:00h, coincidindo com alta temperatura e alta intensidade luminosa (Tabela 4).

Discussão

Uma floração prolongada, como a que se observa em *S. glabra* (Salimena-Pires & Giulietti 1998), faz com que os recursos se tornem previsíveis no tempo, aumentando o número de espécies que procuram pólen e néctar. Plantas que apresentam longos períodos de floração também atraem grupos de visitantes que podem agir como polinizadores eventuais (Waser 1978, Heinrich 1979, Parrish & Bazzar

1979, Vogel & Westerkamp 1991).

Apesar de haver alta riqueza de espécies visitando *S. glabra* na área de estudo, a baixa abundância da maioria destas pode estar relacionada tanto a uma baixa fidelidade quanto a baixas densidades populacionais na área. Outros dois fatores poderiam estar influenciando esta baixa abundância: severidade climática (ventos fortes e neblina freqüente) e competição entre insetos e beija-flores (*C. serrirostris*) visitantes de *S. glabra*, sendo este último muito agressivo na defesa de seu território. Fatores abióticos influenciaram bastante as taxas de visitas, pois a combinação de altos valores de luminosidade e temperatura favoreceu as visitas, o contrário ocorrendo em relação à umidade relativa do ar. Baixas temperaturas, vento e baixa insolação podem diminuir a capacidade de vôo das abelhas (Burril & Dietz 1981, Morato & Campos 2000), principalmente das solitárias, que possuem baixa capacidade termorregulatória (Eickwort & Ginsenberg 1980, Morato & Campos 2000). McCoy (1990) relaciona a diminuição da riqueza de espécies de

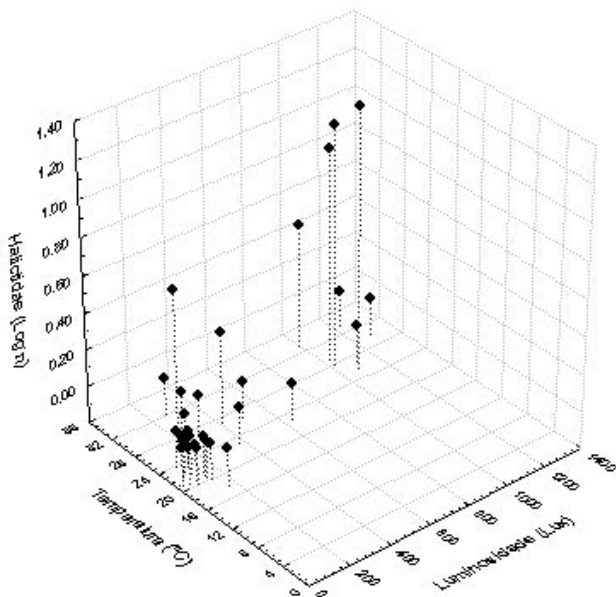


Figura 1. Relação entre a abundância de Halictidae, temperatura e luminosidade. Cada ponto representa a abundância de indivíduos.

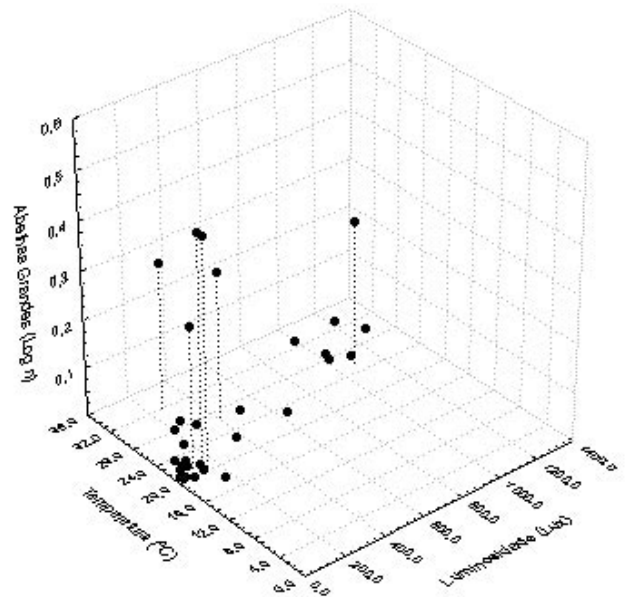


Figura 3. Relação entre a abundância do grupo de abelhas grandes. Cada ponto representa a abundância de indivíduos.

insetos com o aumento da altitude como sendo reflexo do aumento da severidade climática, redução da área de habitat, da diversidade de recursos e da produtividade primária.

A relação positiva entre o número de visitantes florais e o número de flores e inflorescências já foi discutida em vários contextos (Schmitt 1983, Robertson 1992, Klinkhamer e de Jong 1993). Um grande número de inflorescências confere ao arbusto um arranjo que o torna maior e mais vistoso,

atraindo mais a atenção de visitantes. A relação positiva encontrada entre diversas variáveis indicativas de tamanho (p.ex. altura, diâmetro superior e número de inflorescências) com o número de flores e com a abundância dos visitantes confirma a importância do arranjo floral. Salimena-Pires & Giulietti (1998) já salientavam que *S. glabra* pode formar populações com muitos indivíduos que produzem muitas flores, atraindo assim muitos polinizadores em potencial.

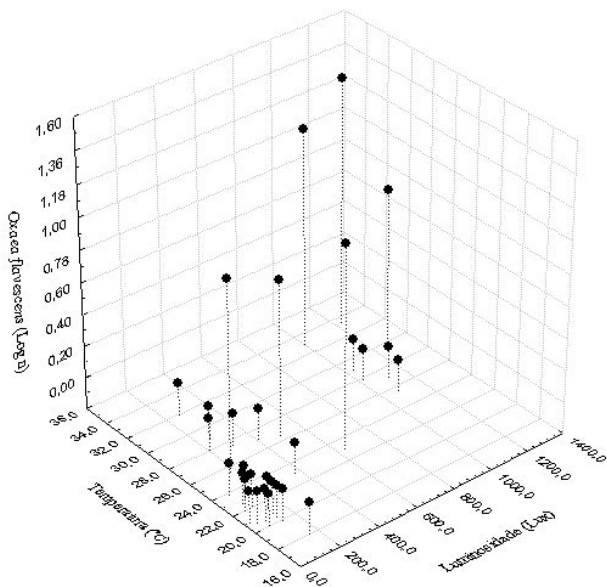


Figura 2. Relação entre a abundância de *O. flavescens*, temperatura e luminosidade. Cada ponto representa a abundância de indivíduos.

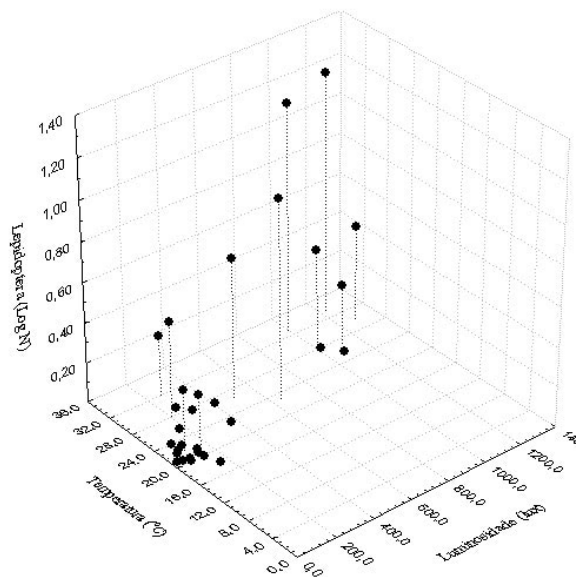


Figura 4. Relação entre a abundância de Lepidoptera, temperatura e luminosidade. Cada ponto representa a abundância de indivíduos.

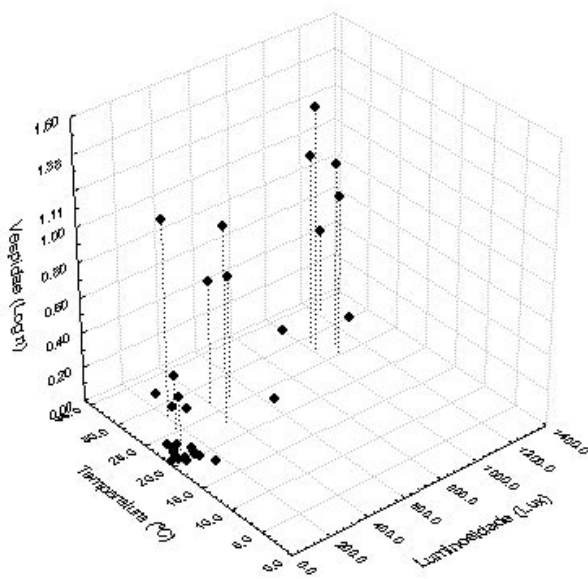


Figura 5. Relação entre a abundância de Vespidae, temperatura e luminosidade. Cada ponto representa a abundância de indivíduos.

Embora os quatro grupos de visitantes florais tivessem apresentado diferenças nos seus horários de atividade, os picos de visitação foram semelhantes, coincidindo com alta temperatura e alta intensidade luminosa. Pelo contrário, verifica-se uma relação inversa entre valores de umidade e taxas de visita. A umidade nos campos rupestres apresenta grandes variações no decorrer do dia (Faria 1994), que são acompanhadas por mudanças nas taxas de visita, principalmente por abelhas. Esse parâmetro tem sido estudado em algumas espécies de Meliponinae que, usualmente, são mais ativas quando a umidade relativa é mais baixa. Pedro (1992) também observou que a atividade deste grupo sobre as flores, no cerrado, é maior com umidade relativa mais baixa. Estudos realizados por Kleinert-Giovannini (1982) mostram que nos campos rupestres a maior atividade diária dos Apoidea também coincide com a umidade relativa mais baixa (48-65%) e temperaturas mais altas (21-28°C).

As características corporais e limitações fisiológicas dos visitantes florais podem gerar padrões de visitação por dependência de fatores como luminosidade e temperatura (Ramalho *et al.* 1991). Faria (1994) observou que as baixas temperaturas, registradas nas primeiras horas da manhã e no final da tarde, correspondiam a menor atividade dos Apoidea em campos de altitude, principalmente aqueles de menor

Tabela 2. Medidas de altura, número de flores, número de inflorescências, diâmetro da parte superior da planta e visitantes florais nos 20 indivíduos de *S. glabra* no Campus da UFOP, Ouro Preto, MG.

Planta	Altura (m)	Flores (n)	Inflorescências (n)	Diâmetro superior (m)	Visitantes (n)
1	1,20	101	420	1,43	13
2	1,35	104	243	1,28	8
3	1,38	44	126	1,70	2
4	1,17	14	51	1,00	2
5	0,91	33	106	0,94	6
6	1,33	87	412	2,03	2
7	2,01	222	569	2,15	28
8	1,24	233	424	2,70	13
9	2,05	281	603	2,44	7
10	1,78	103	293	2,01	2
11	1,17	320	721	2,19	13
12	1,96	1001	3127	3,76	81
13	1,13	24	78	0,98	1
14	2,01	526	1294	2,72	36
15	1,45	188	475	2,38	10
16	1,72	547	1711	2,66	37
17	1,53	157	414	1,84	15
18	1,77	144	369	1,55	6
19	1,68	364	935	2,03	8
20	1,10	291	926	2,30	22

Tabela 3. Correlações entre tamanho, o número de visitantes florais, o número de flores e o número de inflorescências de *S. glabra* no campus da Universidade Federal de Ouro Preto, MG.

Variáveis	Spearman r	t(N-2)	P
Visita x flores	0,82	5,98	0,000
Visita x inflorescências	0,83	6,24	0,000
Visita x altura	0,33	1,50	0,152
Visita x diâmetro superior	0,69	4,07	0,001
Flores x altura	0,51	2,52	0,021
Flores x diâmetro superior	0,86	7,21	0,000
Flores x inflorescências	0,96	15,36	0,000
Altura x diâmetro superior	0,53	2,64	0,017
Altura x inflorescências	0,47	2,29	0,034
Diâmetro superior x inflorescências	0,87	7,34	0,000

Tabela 4. Medidas de temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e abundância de visitantes florais às 7:00h, 12:00h e 17:00h, no campus da Universidade Federal de Ouro Preto, MG.

Dia	Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Luminosidade (lux)	Abundância (n)	Frequência (%)
1	7:00	23	50	641	23	28
	12:00	30	31	1289	30	37
	17:00	28	41	303	28	35
2	7:00	26	50	177	26	28,5
	12:00	33	30	1230	33	36,5
	17:00	32	32	267	32	35
3	7:00	21	73	142	21	25
	12:00	33	35	1000	33	40
	17:00	29	36	262	29	35
4	7:00	22	62	99	22	30,5
	12:00	27	48	499	27	37,5
	17:00	23	67	114	23	32
5	7:00	20	81	135	20	32
	12:00	23	68	373	23	36
	17:00	20	90	74	20	32
6	7:00	20	71	131	20	29
	12:00	27	47	1114	27	40
	17:00	21	83	49	21	31
7	7:00	27	48	409	27	35
	12:00	28	49	207	28	36
	17:00	22	80	61	22	29
8	7:00	21	76	84	21	33
	12:00	29	39	1037	29	45
	17:00	24	51	81	24	22
9	7:00	21	63	133	21	30
	12:00	26	42	1083	26	37
	17:00	23	57	82	23	33
10	7:00	18	68	163	18	27
	12:00	28	39	1022	28	42
	17:00	21	60	26	21	31

tamanho. O mesmo foi verificado por Arroyo *et al.* (1982, 1985) e Laroca *et al.* (1982). Abelhas pequenas geralmente cessam ou diminuem as atividades de vôo em baixas temperaturas (Heinrich & Raven 1972, Heinrich 1974).

Os Halictidae em geral têm um corpo pequeno e por isso foram mais suscetíveis a variações na temperatura, luminosidade e umidade relativa. Mostraram uma faixa de atuação restrita, com grande dependência de alta luminosidade e forragearam principalmente sob umidades baixas e no intervalo de temperatura entre 24°C e 30°C. Os lepidópteros também são muito susceptíveis a variações dessas condições, e foram encontrados forrageando quase que exclusivamente em altas taxas de luminosidade e em altas temperaturas. Borboletas em geral têm estrutura corpórea delicada e sensível, sendo necessário para o vôo condições ideais que incluam, além dos fatores acima, ausência de ventos fortes.

Os Vespidae são mais robustos e toleraram melhor a variação de luminosidade, forrageando em uma faixa bem maior que os grupos anteriores. No entanto, são tão limitados quanto as abelhas pequenas em se tratando de temperatura, pois forragearam principalmente no mesmo intervalo. Já abelhas sociais (Apidae) forragearam desde o início do dia até o final da tarde, mostrando alta tolerância principalmente a variações na temperatura e luminosidade.

Além das restrições fisiológicas, esses padrões de visita também podem ser moldados pela competição (Roubik 1978, Pyke 1984). Em períodos em que *O. flavescens* estava forrageando, foi observada uma diminuição na abundância de outros visitantes. Essa espécie, além de ser a mais abundante, é também agressiva e pode estar influenciando a taxa de visita de outras espécies nos mesmos horários.

A abundância de pilhadores de *S. glabra* foi maior que a de polinizadores. Os pilhadores perfazem 75,5% do total de visitantes contra apenas 24,5% de polinizadores. Das cinco espécies mais abundantes quatro delas são pilhadoras e apenas uma (*A. clorinde*) é polinizadora potencial. A riqueza de polinizadores foi maior (16 espécies), embora a frequência de todas elas tenha sido baixa. Esses resultados indicam que as visitas de importância para o processo reprodutivo de *S. glabra* são minoria.

Na área de estudo foi observado que algumas espécies de Hymenoptera e Lepidoptera, como *B. atratus*, *A. mellifera* e Pieridae sp1 visitam outras plantas com frequência. Esse fato pode ser atribuído a uma possível competição por polinizadores entre as plantas, que pode gerar padrões diferentes de visita dependendo da época do ano e das plantas que estão em floração. A probabilidade de ocorrência de polinizadores em uma espécie de planta em um local pode ser inversamente relacionada à probabilidade de existência de outras espécies em floração naquele local. Segundo alguns autores (Heithaus 1974, Linsley 1978, Armbruster & Herzig 1984, Campbell & Motten 1985, Murray *et al* 1987, Morato & Campos 2000), em uma comunidade os padrões temporais de floração podem ter consequências sobre as espécies de plantas e seus visitantes florais. No caso de *S. glabra*, percebe-se nitidamente que a quantidade de recurso oferecida, na forma de número de flores, foi o fator determinante das altas taxas de visitas que por sua vez se

correlaciona com as variáveis indicativas de tamanho (p. ex diâmetro superior). Isso foi corroborado observando-se alguns indivíduos mais isolados de porte maior, que ofereceram maior quantidade de recurso. Estas plantas receberam um maior número de visitas se comparadas com aquelas de menor porte que ofereceram menos recurso, independentemente do seu isolamento. No entanto se as condições abióticas não forem adequadas às limitações fisiológicas de cada grupo taxonômico a abundância de visitantes será afetada.

Agradecimentos

Ao Dr. Evandro Gama de Oliveira pela ajuda na identificação dos indivíduos da ordem Lepidoptera e Dr. Gilberto Pedralli (*in memoriam*) por disponibilizar o luxímetro. Ao Prof. Marcos Antônio A. Carneiro pelas sugestões em versões anteriores do manuscrito.

Literatura Citada

- Armbruster, W.S. & A.L. Herzig. 1984.** Partitioning and sharing of pollinators by for sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Panama. Ann. Missouri Bot. Gard. 71: 1-16.
- Arroyo, M.T.K., J.J. Armesto & R.B. Primack. 1985.** Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile II. Effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. Pl. Syst. Evol. 149: 187-203.
- Arroyo, M.T.K., R.B. Primack & J.J. Armesto. 1982.** Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. Am. J. Bot. 69: 82-97.
- Bawa, K.S. 1983.** Patterns of flowering in tropical plants. Eds. Jones & R. J. Little. 394-410.
- Buchmann, S.L. 1996.** Competition between honeybees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues, p.125-142. In A. Matheson, S.L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich & I.H. Williams, (eds), The conservation of bees, London, Academic Press, 254p.
- Burril, M. & A. Dietz. 1981.** The response of honeybees to variation in solar radiation and temperature. Apidologie 12: 319-328.
- Campbell, D.R. 1985.** Pollinator sharing and seed set of *Stellaria pubera*: Competition for pollination. Ecology 66: 544-553.
- Campbell, D.R. & A.F. Motten. 1985.** The mechanism of competition for pollination between two forest herbs. Ecology 2: 554-563.
- Carpenter, F.L. 1979.** Competition between hummingbirds

- and insects for nectar. *Am. Zool.* 19: 1105-1114.
- Clark, P. & F. Evans. 1954.** Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-453.
- Cruden, R.W. 1972.** Pollinators in high elevation ecosystems: relative effectiveness of bird and bees. *Science* 176: 1439-1446.
- Eickwort, G.C. & H.S. Ginsberg. 1980.** Foraging and mating behavior in Apoidea. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 421-446.
- Faria, G. M. 1994.** A flora e a fauna apícola de um ecossistema rupestre, Serra do Cipó – MG, Brasil: composição, fenologia e suas interações. Tese de doutorado 238p.
- Ginsberg, H.S. 1983.** Foraging ecology of bees in an old field. *Ecology* 1: 165-175.
- Heinrich, B. 1974.** Thermoregulation in endothermic insects. *Science* 185: 747-756.
- Heinrich, B. 1976.** Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. *Ecology* 60: 190-202.
- Heinrich, B. 1979.** Thermoregulation of african and european honeybees during foraging attack, and hive exits and returns. *J. Exp. Biol.* 80: 217-229.
- Heinrich, B. & P.H. Raven. 1972.** Energetics and pollination ecology. *Science* 176: 597-602.
- Heithaus, E.R. 1974.** The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 3: 675-691.
- Inouye, D. 1978.** Resource partitioning in bumblebees: Experimental studies of foraging behavior. *Ecology* 4: 672-678.
- Iwama, S.A. 1977.** Influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). *Bol. Mus. Zool. Univ. S. Paulo* 2: 189-201.
- Johnson, L.K. & S.P. Hubbell. 1974.** Aggression and competition among stingless bees: Field studies. *Ecology* 55: 120-127.
- Kapyla, M. 1974.** Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hymenoptera). *Ann. Entomol. Fenn.* 40: 61-69.
- Kearns, C.A. & D.W. Inouye. 2000.** Techniques for pollination biologists. University Press of Colorado, Niwot, 583p.
- Kevan, P.G. & Baker, H.G. 1983.** Insects as flowers visitors and pollinators. *Am. Rev. Entomol.* 28: 407-453.
- Kleinert-Giovanini, A. 1982.** The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friesi (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. *Rev. Bras. Entomol.* 1: 1-13.
- Klinkhamer, P.G.L. & T.J. De Jong. 1993.** Attractiveness to pollinators: A plant's dilemma. *Oikos* 66: 180-184.
- Lack, A.J. 1982a.** Competition for pollinators in the ecology of *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea nigra* L. I. Variation in flowering time. *New Phytol.* 91: 297-308.
- Lack, A.J. 1982b.** Competition for pollinators in the ecology of *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea nigra* L. III. Insect visits and the number of successful pollinations. *New Phytol.* 91: 321-339.
- Lack, A.J. 1982c.** The Ecology of flowers of chalk grassland and their insect pollinators. *J. Ecol.* 70: 773-790.
- Laroca, S., J.R. Cure & C. Bortoli. 1982.** A associação das abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. *Dusenya* 3: 93-117.
- Linsley, E.G. 1978.** Temporal patterns of flower visitation by solitary bees with particular reference to the southwestern United States. *J. Kansas Entomol. Soc.* 51: 531-546.
- McCooy, E.D. 1990.** The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos* 58: 313-322.
- Macedo, J.F. & R.P. Martins. 1998.** Potencial da erva daninha *Waltheria americana* (Sterculiaceae) no manejo integrado de pragas e polinizadores: Visita de abelhas e vespas. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 27: 29-40.
- Macedo, J.F. & R.P. Martins. 1999.** A estrutura da guilda de abelhas e vespas visitantes florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 617-633.
- Morato, E.F. & L.A.O. Campos. 2000.** Partição de recursos florais de espécies de *Sida linnaeus* e *Mauvastrum coromandelianum* (Linnaeus) Garck (Malvaceae) entre *Cephalurgus anomalus* Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) e *Melissoptila cnecomala* (Moure) (Hymenoptera, Apidae, Eucerini). *Rev. Bras. de Zool.* 17: 705-727.
- Murray, K.G., P. Feinsinger, W.H. Busby, Y.B. Linhart, J.H. Beach & S. Kinsman, S. 1987.** Evaluation of charater displacement among plants in two tropical pollination guilds. *Ecology* 68: 1283-1293.
- Parrish, J.A.D. & F.A. Bazzaz. 1979.** Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. *Ecology* 3: 597-610.
- Pedro, S.R.M. 1992.** Sobre as abelhas (Hymenoptera,

Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajuru, NE do estado de São Paulo): composição, fenologia e visita às flores. Tese de mestrado 200p.

- Pleasants, J. M. 1980.** Competition for bumblebee pollinators in Rocky Mountain Plant Communities. *Ecology* 6: 1446-1459.
- Pyke, G.H. 1984.** Optimal foraging theory: A critical review, *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15: 523-575.
- Ramalho, M., V.L. Imperatriz-Fonseca & A. Kleinert-Giovannini. 1991.** Ecologia Nutricional de Abelhas Sociais p. 225-252. In A.R. Panizzi. & J.R.P. Parra, Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. CNPq, Ed. Manole Ltda., 359p.
- Rathcke, B. 1983.** Competition and facilitation among plants for pollination, p. 305-329. In L. Real. (ed), *Pollination biology*. London, Academic Press, 399p.
- Robertson, A.W. 1992.** The relationship between floral display size pollen carryover and geitonogamy in *Myosotis colensoi* (Kirk) Macbride (Boraginaceae). *Biol. J. Linn. Soc.* 46: 333-349.
- Roubik, D.W. 1978.** Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honeybees. *Science* 201: 1030-1032.
- Roubik, D.W. 1981.** Comparative foraging behavior of *Apis mellifera* and *Trigona corvina* (Hymenoptera: Apoidea) on *Baltimora recta* (Compositae). *Rev. Biol. Trop.* 2: 177-182.
- Roubik, D.W. 1982.** Ecological impact of Africanized honeybees on native neotropical pollinators. Ed. P. Jasson 233-247.
- Salimena-Pires, F.R. & A.M. Giulietti. 1998.** Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Verbenaceae. *Bolet. Bot. Univ. São Paulo* 17: 155-186.
- Schmitt, J. 1983.** Flowering plant density and pollinator visitation in *Senecio*. *Oecologia* 60: 97-102.
- Vincent, C.R., C.M. Jacobi & Y. Antonini. 2002.** Diversidade na adversidade. *Ciência Hoje* 31: 64-67.
- Vogel, S. & C. Westerkamp. 1991.** Pollination: an integrating factor of biocenoses, p.159-170. In A. Seitz. & V. Loeschcke (eds), *Species conservation: a population-biological approach*, Boston, Birkhäuser, 300p.
- Waser, N.M. 1978.** Competition for hummingbird pollination and sequential flowering in two Colorado wildflowers. *Ecology* 5: 934-944.
- Zar, J.H. 1998.** Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice-Hall-Englewood Cliffs, 929p.

Received 10/XII/03. Accepted 30/III/05.
