

MARIANA DE ARAÚJO MELO

EFEITO DE *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA, APIDAE)
SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE PÓLEN POR *Melipona quadrifasciata*
LEPELETIER, 1836 (HYMENOPTERA, APIDAE) NA REGIÃO DE VIÇOSA,
MG.

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Entomologia para a
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

T

M528e
2004

Melo, Mariana de Araújo, 1976-

Efeito de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa, MG / Mariana de Araújo Melo. – Viçosa : UFV, 2004.

ix, 59f. : il. ; 29cm.

Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 53-59.

1. Abelha - Ecologia. 2. Competição (Biologia). 3. Fontes de pólen. 4. Plantas de pólen. 5. *Melipona quadrifasciata*. 6. *Apis mellifera*. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 595.799045

MARIANA DE ARAÚJO MELO

EFEITO DE *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758 (HYMENOPTERA, APIDAE)
SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE PÓLEN POR *Melipona quadrifasciata*
LEPELETIER, 1836 (HYMENOPTERA, APIDAE) NA REGIÃO DE VIÇOSA,
MG.

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Entomologia para a
obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 11 de fevereiro de 2004.

Prof. Paulo De Marco Jr.
(Conselheiro)

Prof. Georgina Maria de Faria-Mucci

Prof. Milene Faria Vieira

Prof. Rui Carlos Peruquetti

Prof. Lucio A. O. Campos
(Orientador)

Ao Vovô Firmino e à Vovó Zelinda, exemplos para toda a vida.

Ao meu pai,
À minha mãe,
Ao Deco,
À Mila,
À Uyrá,
Ao Pit,
Ao Gustavo,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia pela oportunidade de realização do curso;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Lucio Campos, pela orientação, pelo ensinamentos, pelo cuidado e por ter me proporcionado a formação profissional que tenho;

Ao Prof. Paulo De Marco, pela orientação, pelo exemplo como professor, pela amizade e por me incentivar sempre;

Ao Prof. Fernando Silveira (ICB/UFMG) por todas as sugestões;

Ao Rui Peruquetti e à Prof. Milene Vieira, pelas críticas e sugestões;

À Jó, por me incentivar e por estar sempre disposta a me ajudar;

Ao Prof. Dejair Message, pela colônias de *A. mellifera* e pelas sugestões;

Aos funcionários do Apiário Central da UFV, Íris, Osmar, Toninho Gaiola, Lulu e Ferreira pelo grande auxílio nas montagens dos experimentos e pela convivência agradável. Ao Cabrito, pela ajuda e pelo companheirismo durante as coletas;

À Prof. Monika Barth (FIOCRUZ/UFRJ), pela identificação dos grãos de pólen, pelos ensinamentos em Palinologia e pela atenção com que sempre me recebeu em seu laboratório;

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Quantitativa, Dani, Latini, Maria, Popó e Marilinha, por toda a ajuda, pela amizade, pelos bate-papos;

Aos amigos do Apiário, Juvenal, Giselle, Alexa, Ronaldo, Janina, Guta, Mário, pela troca de conhecimentos e experiências, e, sobretudo, pela amizade e convivência alegre;

Aos amigos que estiveram sempre por perto: Carla, Ethel, Ivan, Marci, Renatão;

À Lu, por toda a ajuda no Apiário e a toda sua família, pelo carinho constante;

À Uyrá, minha amiga irmã, que mesmo longe está sempre perto, por me ensinar que família não é somente aquela que tem laços de sangue;

A Tio Acyr, Tia Marly, Maíra e Pedro, minha família sem laços de sangue, pela acolhida carinhosa e sempre bem humorada;

Ao Gustavo, meu amor, e a sua família, agora minha também, pelo carinho e pela acolhida em alguns momentos da confecção desta tese.

A meu pais, Sija e Lena, e aos meus irmãos, Deco, Mila e Pit, pelo amor incondicional, e por sempre acreditarem em mim.

ÍNDICE

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	8
Áreas de estudos e coletas em campo.....	8
Preparo das lâminas de pólen, identificação e contagem dos grãos.....	11
Análises estatísticas.....	12
RESULTADOS.....	15
Padrão diário da coleta de pólen por <i>M. quadrifasciata</i>	15
Efeitos de <i>A. mellifera</i> sobre o padrão diário da coleta de pólen por <i>M. quadrifasciata</i>	15
Fontes de pólen para <i>M. quadrifasciata</i> e <i>A. mellifera</i>	18
Efeitos de <i>A. mellifera</i> sobre a qualidade e a quantidade do pólen coletado por <i>M. quadrifasciata</i>	35
DISCUSSÃO.....	41
Padrão diário da coleta de pólen por <i>M. quadrifasciata</i>	41
Efeitos de <i>A. mellifera</i> sobre o padrão diário da coleta de pólen por <i>M. quadrifasciata</i>	41
Fontes de pólen para <i>M. quadrifasciata</i> e <i>A. mellifera</i>	42
Efeitos de <i>A. mellifera</i> sobre a qualidade e a quantidade do pólen coletado por <i>M. quadrifasciata</i>	45
CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

RESUMO

MELO, Mariana de Araújo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2004. **Efeito de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa, MG.** Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Conselheiros: Paulo De Marco Júnior e Fernando Amaral da Silveira.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos do aumento na abundância de *Apis mellifera*, espécie exótica, sobre a coleta de pólen por *Melipona quadrifasciata*, espécie nativa, em Viçosa, MG. Para isso, foi estudado o padrão diário de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* em áreas de pastagem abandonada e em áreas de fragmentos de mata secundária, com a finalidade de testar a hipótese de que a abundância aumentada de *A. mellifera* causa alterações neste padrão. Também foram identificadas as espécies de plantas que são fontes de pólen para ambas as espécies nas mesmas áreas, a fim de testar a hipótese de que a abundância aumentada de *A. mellifera* causa alterações na quantidade e na qualidade do pólen coletado por *M. quadrifasciata*. A atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* se iniciava ainda durante o nascer do sol e se concentrava nas primeiras horas da manhã. Cerca de 69.40% de todas as cargas de pólen foram coletadas até as 10 horas da manhã. A abundância aumentada de *A. mellifera* não causou alterações sobre o padrão diário de coleta de pólen por *M. quadrifasciata*. Para a coleta de pólen, *M. quadrifasciata* visitou, nas áreas de pastagem abandonada, 23 espécies de plantas pertencentes a 9 famílias de Angiospermae e, nos fragmentos de mata, foram coletadas cargas de pólen de 20 espécies pertencentes a 10 famílias. *M. quadrifasciata* visitou, para a coleta de pólen, principalmente plantas de porte arbóreo, com floração massal, e flores que oferecem o pólen como recurso. Embora seja generalista, *M. quadrifasciata* é mais restritiva que outras abelhas eussociais para a coleta de

pólen e apresenta uma oligolecia temporal. As abelhas dos ninhos de *A. mellifera* instalados nas áreas de pastagem visitaram 25 espécies de plantas, pertencentes a 16 famílias. Nos ninhos instalados na mata, foram encontradas 33 espécies pertencentes a 21 famílias. *A. mellifera* também é generalista e utilizou plantas com floradas abundantes, embora não tenha utilizado apenas plantas de porte arbóreo para a coleta de pólen. Embora houvesse uma sobreposição de nicho relativamente alta, a abundância aumentada de *A. mellifera* não apresentou efeitos sobre a largura de nicho e sobre a quantidade e a qualidade do pólen coletado por *M. quadrifasciata*. A não detecção de efeitos da abundância aumentada de *A. mellifera* pode acontecer em decorrência do fato de que pólen não é um fator limitante ou do fato de que o sistema já está estável, moldado à presença de *A. mellifera*. É possível, também, que a não detecção de efeitos seja decorrente do número de colônias de *A. mellifera* utilizadas em cada experimento não ser suficiente para significativamente aumentar a abundância nas áreas estudadas, embora seja útil para se medir efeitos da introdução de ninhos de abelhas africanizadas para a produção apícola. Embora os dados desse trabalho apontem para uma ausência de efeitos sobre as abelhas eussociais, a presença da *A. mellifera* nas regiões Neotropicais ainda tem muitos aspectos a serem estudados.

ABSTRACT

MELO, Mariana de Araújo, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2004. **Effect of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) on the utilization of pollen sources by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) in Viçosa region, MG.** Adviser: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Committee members: Paulo De Marco Júnior and Fernando Amaral da Silveira.

This work's goal is to study the effects of the increased abundance of *Apis mellifera*, an exotic species, in the pollen collection of *Melipona quadrifasciata*, a native species. In order to do this the daily pattern of pollen collection by *M. quadrifasciata* was studied, to test the hypothesis that the increased abundance of *A. mellifera* resulted in changes in this pattern. The plant species used as pollen sources by both species were also studied, to test the hypothesis that the increased abundance of *A. mellifera* resulted in quantitative and qualitative changes in pollen collection by *M. quadrifasciata*. Pollen collection by *M. quadrifasciata* began during sunrise and was concentrated in the first hours of the morning. About 69.40% of all the pollen loads were collected until 10 o'clock in the morning. The increased abundance of *A. mellifera* didn't change the daily pattern of pollen collection by *M. quadrifasciata*. Twenty-three plant species belonging to 9 families of Angiosperms were visited by *M. quadrifasciata* for pollen collection in the abandoned grazing areas while in the areas of forest fragments, it visited 20 plant species from 10 families. *M. quadrifasciata* used mainly trees with mass flowering as pollen sources and flowers that offer pollen as reward. Though it is generalist, *M. quadrifasciata* is more restrictive than other eusocial bees and shows a temporal oligolecy. The bees from the *A. mellifera* nests visited 25 plants species from 16 families in the grazing abandoned areas and 33 plant species from 21 families in the areas of forest fragments. *A. mellifera* is also a generalist and used plants with abundant flowering, though it didn't used only

trees. Even though there was a relatively high niche overlap, the increased abundance of *A. mellifera* didn't change *M. quadrifasciata*'s niche breadth and the quality or quantity of pollen collected. Not detecting effects of the increased abundance of can happen due to the fact that pollen is not a limiting factor or that the system is stable, adapted to the presence of *A. mellifera*. Or maybe it is due to the fact that the number of colonies of *A. mellifera* used wasn't high enough to significantly increase its abundance; it is useful, however, to measure the effects of introduction of africanized honey bee nests for beekeeping. Even though data from this work show that there are no effects on eusocial bees, the presence of *A. mellifera* in the Neotropics still has many aspects to be studied.

INTRODUÇÃO

As abelhas, em sua maioria, são inteiramente dependentes das plantas para a obtenção de recursos alimentares (Proctor et al. 1996). Das flores, elas coletam, principalmente, pólen e néctar; alguns grupos, ainda, coletam resina, óleos ou fragrâncias (Simpson & Neff 1981, Buchmann 1987).

Ao visitarem as flores para a obtenção dos recursos alimentares, as abelhas podem transferir o pólen das anteras para o estigma, um processo denominado polinização. Segundo Michener (2000), as abelhas e o vento são os dois mais importantes vetores de pólen do mundo. Considera-se que, na região tropical, elas sejam responsáveis pela polinização de grande parte da flora nativa. Nos campos rupestres, de um total de 130 espécies de plantas estudadas, 82 (62% aproximadamente) apresentam características melitófilas, sendo primária ou secundariamente dependentes das abelhas para polinização (Faria 1994). No cerrado, 75% das espécies vegetais estudadas são polinizadas primária ou secundariamente pelas abelhas (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988). Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988) fazem uma comparação entre diversos estudos de polinização realizados em diferentes ambientes e chamam a atenção para o fato de que, na maioria dos tipos vegetacionais naturais, as abelhas são os insetos polinizadores mais importantes. São, ainda, polinizadores importantes de plantas cultivadas (Williams 1996, Heard 1999).

No Brasil, destacam-se como polinizadoras as abelhas indígenas sem ferrão. Essas abelhas pertencem à subtribo Meliponina (Apoidea, Apidae, Apini), ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo mais diversas e abundantes nas regiões tropicais (Roubik 1989), podendo ser encontradas em todo o território brasileiro (Nogueira-Neto 1997). As abelhas sem ferrão são facilmente manejáveis por terem o ferrão atrofiado; além disso, são altamente eussociais e seus ninhos são perenes.

Melipona quadrifasciata (Apidae, Meliponina) é uma espécie nativa do Brasil, popularmente conhecida como mandaçaia, podendo ser encontrada no interior do Nordeste, no Brasil Central e no Sul do Brasil. É dividida em duas subespécies, sendo elas: *Melipona quadrifasciata anthidioides* – que é encontrada do Norte e Nordeste do estado de São Paulo até a região Nordeste do Brasil e *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* – que é encontrada do Sul do estado de São Paulo até o Rio Grande do Sul. Os ninhos são tipicamente construídos em ocos de árvores e segundo Nogueira-Neto (1970) contêm cerca de 300 a 400 indivíduos, embora Michener (1974) sugira que este número de indivíduos provavelmente está subestimado. Ainda segundo Michener (1974), o número de indivíduos de uma colônia de *M. quadrifasciata* pode ultrapassar 800 indivíduos.

M. quadrifasciata é generalista quanto ao comportamento de forrageamento, uma estratégia característica das espécies eussociais (Michener 1974). Em seu ninho, *M. quadrifasciata* mantém grandes estoques de pólen e néctar que, através de desidratação e ação enzimática, é transformado em mel. Apresenta um sistema bastante eficiente de recrutamento de operárias para uma mancha de recurso, o que é bastante vantajoso considerando-se a quantidade de alimento necessária para a alimentação das larvas e das abelhas adultas de um ninho. Dentre os Meliponina, o sistema de comunicação das espécies do gênero *Melipona* é um dos mais complexos (Nieh & Roubik 1995). Nieh (1998) descreveu o comportamento de operárias dentro do ninho de *M. panamica*, comunicando o encontro de uma fonte de alimento e fornecendo informações a respeito de sua localização. *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris* também apresentam comportamento de recrutamento e fornecem informações a respeito da fonte de alimento encontrada (Hrncir et al., 2000 e Jarau et al., 2000). Segundo Kerr (1969), o recrutamento de operárias para uma fonte de alimento é um comum às espécies do gênero *Melipona*.

Devido ao fato de serem importantes polinizadores, declínio nas populações das abelhas pode acarretar problemas para a reprodução das espécies nativas e, portanto, para a conservação dos ecossistemas e para a

produção de sementes e frutos de plantas cultivadas pelo homem. Segundo Pearce (1998), a epidemia do ácaro do gênero *Varroa* destruiu milhões de colônias de *Apis mellifera* (Apidae, Apini, Apina) na Europa e América do Norte, onde essas abelhas são importantes polinizadoras, o que aumentou os custos de produção de uma série de produtos vegetais.

Diversos fatores podem causar declínio das populações de abelhas: desmatamento e fragmentação dos ambientes naturais, uso de inseticidas, retirada de ninhos da natureza para a coleta de mel e outros produtos, no caso de espécies sociais (Buchmann 1996, Aizen & Feinsinger 1994a, Kremen et al. 2002). A competição com espécies introduzidas também vem sendo apontada como fator responsável por declínios populacionais de espécies nativas de abelhas (Goulson 2003). Alguns estudos mostram que a introdução de espécies exóticas, como *Apis mellifera* em praticamente todas as regiões do planeta e *Bombus terrestris* (Apidae, Apini, Bombina) na Austrália e em Israel, pode causar impactos negativos sobre as populações de espécies nativas (Sugden & Pyke 1991, Buchmann 1996, Dafni & Shmida 1996, Sugden 1996).

No Brasil, a abelha melífera, *Apis mellifera* (Apidae, Apini, Apina) foi introduzida por volta de 1839, trazida da Europa por colonizadores europeus. Até então, não havia, no Brasil, espécies do gênero *Apis* e a criação de abelhas para produção de mel era restrita às espécies da subtribo Meliponina. Embora *A. mellifera* fosse mais produtiva e mais facilmente manejável (devido ao fato das subespécies européias serem pouco agressivas) que as abelhas nativas do Brasil; em comparação com a subespécie africana, a produção de mel era baixa e havia uma tendência de diminuir a produção de mel nos períodos mais quentes do ano. Em 1956, a subespécie africana *Apis mellifera scutellata* foi trazida para o Brasil pelo Prof. W. E. Kerr, com a finalidade de cruzá-la com subespécies européias para obter colônias melhor adaptadas às condições tropicais e com maior produção de mel (Gonçalves et al. 1991). Entretanto, em 1957, alguns desses enxames de abelhas melíferas da subespécie africana foram deixados escapar para a natureza e a espécie hoje popularmente conhecida como abelha melífera africanizada é, na realidade, um híbrido das subespécies européias e da subespécie africana.

As abelhas africanizadas possuem grande capacidade de enxameagem, produzem grandes quantidades de mel, apresentam comportamento de defesa do ninho bastante agressivo e altas taxas de crescimento da colônia (Spivak et al. 1991). Segundo Seeley (1985), uma colônia de *A. mellifera* pode ter de 10000 a 40000 indivíduos. Esse número, entretanto, pode variar – colônias em caixas artificiais chegam a ter entre 50000 e 60000 indivíduos. Embora o processo de escolha do local para a construção do ninho seja bastante complexo e as operárias tenham capacidade de perceber informações relacionadas ao volume da cavidade, exposição ao sol e à chuva e tamanho das aberturas; a abelha africanizada é bastante generalista quanto ao local para nidificação, podendo utilizar ocos de árvores, cavidades em rochas e, sobretudo nas regiões tropicais, podem construir ninhos expostos, suspensos em galhos de árvores ou entre duas paredes (Winston 1992). Ninhos de *A. mellifera* podem, ainda, ser encontrados em cupinzeiros, touceiras de capim, dentro de pneus abandonados, no espaço entre o forro e o telhado de construções, em porões e dentro de caixas e móveis.

A. mellifera é generalista quanto ao comportamento de forrageamento (Michener 1974) e, assim como as demais espécies eussociais, estoca grande quantidade de alimento no ninho. Para a coleta de alimento, esta espécie possui um sistema de recrutamento das campeiras complexo e eficiente (Von Frisch 1967, Seeley 1985). As características de *A. mellifera* aqui citadas fazem desta espécie uma eficiente colonizadora. Após sua introdução no Brasil, *A. mellifera scutellata* rapidamente se espalhou e, desde a década de 70, as abelhas africanizadas podem ser encontradas em, praticamente, todo o território nacional (Michener 1975).

A introdução de espécies exóticas pode acarretar diversos efeitos numa comunidade, o que inclui extinções e alterações substanciais na densidade de espécies nativas (Pimm 1991). A presença da abelha africanizada na região Neotropical, assim como a presença de subespécies européias de *A. mellifera* em outras regiões do planeta onde ela foi introduzida, tem sido apontada como fator responsável por declínios populacionais observados em espécies de abelhas nativas, bem como de outros animais que dependem das flores para a

obtenção de recursos alimentares. Além disso, operárias de *A. mellifera* podem não ser boas vetoras de pólen de plantas nativas, o que pode causar impactos negativos sobre a flora, como redução da frutificação e da produção de sementes.

Roubik (1978), na Guiana Francesa, mostrou que os Meliponina se tornavam menos abundantes em *Melochia villosa* (Sterculiaceae) quando o número de operárias de *A. mellifera* forrageando nessa planta aumentava, essa situação se revertia caso os ninhos de *A. mellifera* próximos ao local de estudos fossem retirados. Este mesmo resultado, entretanto, não foi encontrado para outras espécies de plantas também presentes no local de estudo e utilizadas tanto pelas abelhas sem ferrão quanto pelas abelhas africanizadas. Num experimento realizado com alimentadores artificiais contendo solução de açúcar e água, Roubik (1980) mostrou que *A. mellifera* dominou (em número de operárias) a maioria dos alimentadores contendo solução com 50% de concentração de açúcar. O autor não observou comportamento agressivo nas operárias de *A. mellifera* – aparentemente, a dominância observada está relacionada ao fato de as operárias de *A. mellifera* serem mais eficientes na localização e exploração de recursos florais. Contudo, Roubik (1983) mostrou que a introdução de *A. mellifera* não afetou parâmetros intracoloniais de algumas espécies de *Melipona*, como a produção de novos favos de cria e quantidade de alimento estocada. Roubik et al. (1986) observaram uma grande sobreposição de nicho entre *A. mellifera* e as espécies de abelhas sem ferrão estudadas, além de uma diminuição da atividade de forrageamento e uma alteração no padrão da atividade de coleta de alimento na presença de *A. mellifera*. Comparando um período de 7 anos antes e outro de 10 anos depois da chegada de *A. mellifera* à Ilha de Barro Colorado, Panamá, Roubik & Wolda (2001) não encontraram alterações na abundância e na dinâmica populacional de espécies de abelhas nativas coletadas em armadilhas luminosas.

Para o Brasil, os dados são escassos. Pedro & Camargo (1991) sugerem que a interferência de *A. mellifera* sobre as abelhas nativas numa área de cerrado do estado de São Paulo deve ser mínima, devido ao fato de

que *A. mellifera*, além de explorar mais intensamente uma pequena porção do recurso disponível, utiliza, principalmente, flores pouco utilizadas por outras abelhas. Aguiar (2003) encontrou baixos índices de sobreposição de nicho entre *A. mellifera* e abelhas nativas de uma área de caatinga na Bahia, sobretudo em relação aos meliponíneos observados, o que se deve ao fato de que *A. mellifera* utiliza intensamente plantas não utilizadas pelas abelhas sem ferrão. Entretanto, Wilms et al. (1996) analisaram a sobreposição de nicho trófico entre as abelhas africanizadas e os Meliponina e predizem um declínio populacional variando de 45% a 65%, a depender da espécie de abelha sem ferrão em questão. Wilms & Wiechers (1997) sugeriram que a escolha de recursos florais por espécies de *Melipona* não era alterada em virtude de pressões competitivas geradas pela introdução de abelhas melíferas africanizadas, contudo, o índice de sobreposição de nicho encontrado ao longo do ano entre essas espécies variou de 0 a 0,76, o que sugere que a pressão competitiva pode também variar ao longo do ano, sendo mais intensa em épocas de maior sobreposição e menos intensa em épocas de menor sobreposição.

Os trabalhos acima citados mostram que há, ainda, muita dúvida a respeito da natureza das interações entre *A. mellifera* e espécies de abelhas nativas, entre as quais, os Meliponina. Embora alguns estudos tenham demonstrado impactos negativos causados por *A. mellifera* sobre a fauna de abelhas da região neotropical, outros não detectaram impactos, como, por exemplo, alterações na dinâmica populacional das espécies de abelhas nativas e alterações na produção de novos favos de cria e na quantidade de alimento estocada (Roubik, 1983, Roubik & Wolda 2001). Hury (1997) chama a atenção para o fato de que o conhecimento até então reunido não permite que se tenha uma posição definitiva a respeito da extensão real das consequências da presença de *A. mellifera* na região Neotropical.

OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho foram:

- Determinar o padrão diário de atividade de coleta de pólen de *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* na região de Viçosa, MG.
- Testar a hipótese de que o aumento na abundância de *A. mellifera* leva a alterações no padrão diário de atividade de *M. quadrifasciata*.
- Determinar que plantas são utilizadas como fontes de pólen por *A. mellifera* e por *M. quadrifasciata* na região de Viçosa, MG.
- Testar a hipótese de que aumento da abundância de *A. mellifera* leva a alterações qualitativas e quantitativas nas plantas utilizadas como fontes polínicas por *M. quadrifasciata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudos e coletas em campo

Os experimentos foram realizados no município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais (20°45'14''S e 42°52'55''W). A temperatura média anual está em torno de 21°C, os meses mais frios do ano são junho, julho e agosto, com temperaturas médias em torno de 18°C, 15°C e 18°C, respectivamente. A precipitação anual está entre 1300 e 1400 mm, sendo que durante o período chuvoso, que vai de outubro a março, a precipitação fica entre 1100 e 1200 mm. A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecídua e, devido aos desmatamentos para o cultivo de café, encontra-se bastante fragmentada.

Foram realizados dois experimentos em duas diferentes épocas (Tabela 1). Em cada um dos experimentos, foram escolhidos três pontos para a instalação dos ninhos das abelhas. No experimento 1, os ninhos foram instalados em três diferentes pontos de pastagens abandonadas (Pontos 1, 2 e 3), embora houvesse fragmentos de mata próximos o suficiente pra estar dentro do raio de vôo das abelhas. No experimento 2, os ninhos das abelhas foram instalados dentro de fragmentos de mata (Pontos 4, 5 e 6), sendo que também havia pastagens abandonadas dentro do raio de vôo das abelhas. Áreas que foram desmatadas, transformadas em pastagens; em seguida, abandonadas e, na época do experimento já apresentavam crescimento de plantas de porte herbáceo e arbustivo foram consideradas como sendo pastagens abandonadas. As áreas de mata são fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua, em estágio sucessional secundário.

Em cada um dos pontos, foram instalados três ninhos de *M. quadrifasciata*, que ali permaneceram do início ao fim do experimento. As colônias de *A. mellifera* foram colocadas e retiradas dos pontos a cada dez dias

aproximadamente, de forma que as colônias de *M. quadrifasciata* ficaram dez dias sob uma abundância local aumentada de *A. mellifera* - tratamento aa - e dez dias sob a abundância natural - tratamento an - da mesma, devido a colônias estabelecidas naturalmente na região. Cada ponto recebia, durante o tratamento aa, 10 colônias de *A. mellifera*. A tabela 01 mostra as datas das coletas e os tratamentos realizados em cada uma delas.

Tabela 01: Tratamento aplicado em cada ponto e em cada data de coleta nos dois experimentos. A ordem das áreas representa a ordem na qual as áreas foram visitadas para as coletas.

Experimento	Tratamento	Data	Pontos
1	an	05 a 07/03/2001	2, 1, 3
1	aa	19 a 21/03/2001	2, 1, 3
1	an	28 a 30/03/2001	3, 2, 1
1	aa	09 a 11/04/2001	1, 2, 3
1	an	18 a 20/04/2001	1, 3, 2
1	aa	30/04 a 02/05/2001	2, 1, 3
1	an	09 a 11/05/2001	1, 3, 2
2	aa	29/04, 01/05 e 17/09/2002	4, 5, 6
2	an	13/05, 14/05 e 29/10/2002	5, 4, 6
2	aa	27/08, 28/08 e 12/11/2002	4, 5, 6
2	an	15/10, 22/10 e 19/11/2002	4, 5, 6
2	aa	05/11, 09/11 e 30/11/2002	4, 5, 6
2	an	23/11, 26/11 e 10/12	5, 4, 6

As coletas foram realizadas sempre no final de cada tratamento, ou seja, no final do período em que as colônias de *M. quadrifasciata* ficaram expostas à abundância aumentada de *A. mellifera* ou no final do período em que as colônias ficaram expostas à abundância natural de *A. mellifera*. Em cada ponto, a coleta teve início às 5:30 ou às 6:00, em consequência do horário do nascimento do sol, e continuou a intervalos de duas horas até que cessasse a atividade externa ao ninho. Nos ninhos de *M. quadrifasciata*, a coleta de pólen foi feita a cada duas horas, durante 15 minutos, nos quais a entrada do ninho foi fechada e todas as abelhas que chegavam ao ninho pousavam ou voavam próximo a ele; aquelas que estivessem carregando pólen eram interceptadas, o pólen era retirado de uma de suas corbículas e elas eram, em seguida, liberadas, de forma que a interferência nas atividades da colônia fosse mínima. Cada carga de pólen retirada de uma operária foi guardada individualmente em frasco Eppendorf, etiquetado com data e hora de coleta e, no laboratório, mantida em ácido acético glacial para análise posterior. Para a montagem das lâminas, cada carga de pólen coletada das operárias de *M. quadrifasciata* foi preparada individualmente, de forma que o número total de lâminas de pólen de *M. quadrifasciata* equivale ao número total de cargas de pólen coletadas das operárias de *M. quadrifasciata*. Dos dez ninhos de *A. mellifera* instalados em cada área, e a cada repetição do tratamento aa, três eram sorteados para que se realizasse a coleta de pólen. Nos ninhos sorteados, eram colocados coletores de pólen na entrada do ninho, e o pólen armazenado no coletor durante 15 minutos era coletado de duas em duas horas. A seguir, o pólen era guardado em sacos plásticos, etiquetados com data e hora da coleta e, no laboratório, congelado para análise posterior. Para a montagem das lâminas do pólen coletados por *A. mellifera*, foi utilizado todo o pólen coletado em cada ninho separadamente, de forma que, para cada horário de coleta, três lâminas foram preparadas.

Preparo das lâminas de pólen, identificação e contagem dos grãos

O pólen coletado das operárias de *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* foi preparado pelo Método de Acetólise, segundo Erdtman e modificado por Labouriau (1971). Este método consiste em reagir o grão de pólen com anidrido acético em meio ácido, de forma que a intina e o conteúdo celular do grão sejam destruídos e a exina, camada externa que contém as características utilizadas na identificação, fique transparente, facilitando sua observação ao microscópio. Dessa forma, as características morfológicas da exina podem ser observadas, o que permite a identificação da espécie vegetal à qual pertence o grão de pólen. Para a confecção de cada lâmina de pólen de *M. quadrifasciata*, foi usada a carga de pólen de uma única operária. Os grãos de pólen foram identificados, no mínimo, até o nível de família e, sempre que possível, ao nível de gênero e espécie. Para isso, foram utilizadas descrições dos grãos de pólen existentes na literatura e o material de referência da palinoteca do Apiário Central da Universidade Federal Viçosa. Posteriormente, os grãos de pólen que não foram identificados através das comparações com a literatura e com o material da palinoteca do Apiário Central da Universidade Federal Viçosa foram identificados pela Prof. Monika Barth (UFRJ/FIOCRUZ). Para determinar a importância relativa das plantas utilizadas como fonte de pólen na dieta de *M. quadrifasciata*, o número de lâminas contendo pólen de cada espécie vegetal foi contado, já que, na maioria das vezes, as cargas de pólen de uma corbícula de abelha contêm pólen de uma única espécie de planta (Ramalho et al. 1994). No caso de uma carga de pólen conter grãos de mais do que uma espécie de planta, quando possível, foram contados entre 400 e 500 grãos de pólen por lâmina e determinada a contribuição de cada grão de pólen.

Para a confecção de cada lâmina de pólen de *A. mellifera*, todas as cargas de pólen retiradas do coletor a cada período de duas horas eram homogeneizadas e acetolisadas conforme descrito acima. Portanto, as lâminas de *A. mellifera* continham, geralmente, grãos de pólen pertencentes a mais de uma espécie de planta. Para cada coleta de pólen, foram preparadas três lâminas. Em cada lâmina, foram contados, quando possível, de 400 a 500

grãos de pólen e, assim, foi determinada a contribuição relativa de cada espécie de planta para a dieta de pólen de *A. mellifera*.

As lâminas resultantes desse trabalho estão depositadas na Palinoteca do Apiário Central da Universidade Federal de Viçosa.

Análises estatísticas

Para testar a hipótese de que a abundância aumentada de *A. mellifera* leva a alterações qualitativas nas plantas utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata*, foram calculadas as larguras de nicho de *A. mellifera* e de *M. quadrifasciata* para todo o tempo de duração deste estudo, para todas as coletas realizadas sob cada um dos tratamentos e para cada uma das três repetições dos dois tratamentos nos dois experimentos. Apenas para comparação e para uma melhor descrição do nicho, a largura de nicho também foi calculada para cada uma das espécies de abelha estudadas em cada um dos experimentos.

O índice de Levins foi utilizado para o cálculo da largura de nicho, conforme descrito por Krebs (1991):

$$B = \frac{1}{\sum p_i^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

B = medida de Levins da largura da dieta

p = proporção de determinada espécie de planta na dieta

E também sua forma padronizada, que é interessante porque transforma o índice de Levins para uma escala de 0 a 1 (Krebs 1991):

$$Ba = \frac{(B-1)}{(n-1)} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Ba = índice de Levins padronizado;

B = medida de Levins da largura da dieta;

n = número total de espécies de planta da dieta.

A seguir, foi realizado um procedimento de Jackknife, para o cálculo da variância das amostras e, assim, o cálculo do intervalo de confiança dos valores da largura de nicho. O intervalo de confiança é calculado porque permite a comparação dos valores médios de largura de nicho – se a média de um valor está fora do intervalo de confiança do valor de largura de nicho a ser comparado, então, eles são estatisticamente diferentes um do outro.

Ainda para uma análise qualitativa dos efeitos da abundância aumentada de *A. mellifera* sobre as fontes de pólen utilizadas por *M. quadrifasciata*, foi calculada a sobreposição de nicho entre as duas espécies. Para o cálculo da sobreposição de nicho, foi utilizado o índice de MacArthur e Levins, de acordo com Krebs (1991):

$$M_{jk} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sum_i p_{ij}^2} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

M_{jk} = medida da sobreposição do nicho da espécie k sobre o nicho da espécie j;

p_{ij} , p_{ik} = Proporção na qual a espécie i é utilizada pelas espécies j e k;

n = Número total de espécies de planta utilizadas como fonte de pólen.

Além disso, os recursos utilizados por *M. quadrifasciata* sob os diferentes tratamentos foram plotados em gráfico para uma comparação dos recursos utilizados e suas respectivas proporções na dieta polínica nas diferentes datas em que foram realizados os tratamentos.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos (an e aa) sobre quantidade de pólen coletada, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas. Esta análise foi preferida tanto porque os dados foram tomados em diferentes momentos no mesmo ninho, sob diferentes tratamentos, quanto pelo fato de necessitar menos réplicas para um mesmo tamanho de efeito. Esta última propriedade é especialmente importante em experimentos como este, no qual o número de ninhos para experimentação foi limitado.

Para avaliar os efeitos de *A. mellifera* sobre o padrão diário de atividade de coleta de pólen de *M. quadrifasciata*, foram testadas três hipóteses, utilizando o teste de qui-quadrado:

H₁: Aumento na abundância de *A. mellifera* leva a alteração do horário de início de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata*.

H₂: Aumento na abundância de *A. mellifera* leva a alteração do horário de término de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata*.

H₃: Aumento na abundância de *A. mellifera* leva a alteração do horário de pico de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata*.

Para a H₁, foram comparadas a frequência de início de atividade no primeiro horário e a frequência de início de atividade após o primeiro horário. Para a H₂, a frequência de término de atividade ainda durante a manhã e a frequência de término de atividade de coleta de pólen durante a tarde foram comparadas e, para a H₃, comparou-se a frequência de pico de atividade nos dois primeiros horário de coleta (5:30 e 7:30) com a frequência de pico de atividade de coleta de pólen após os dois primeiros horários.

RESULTADOS

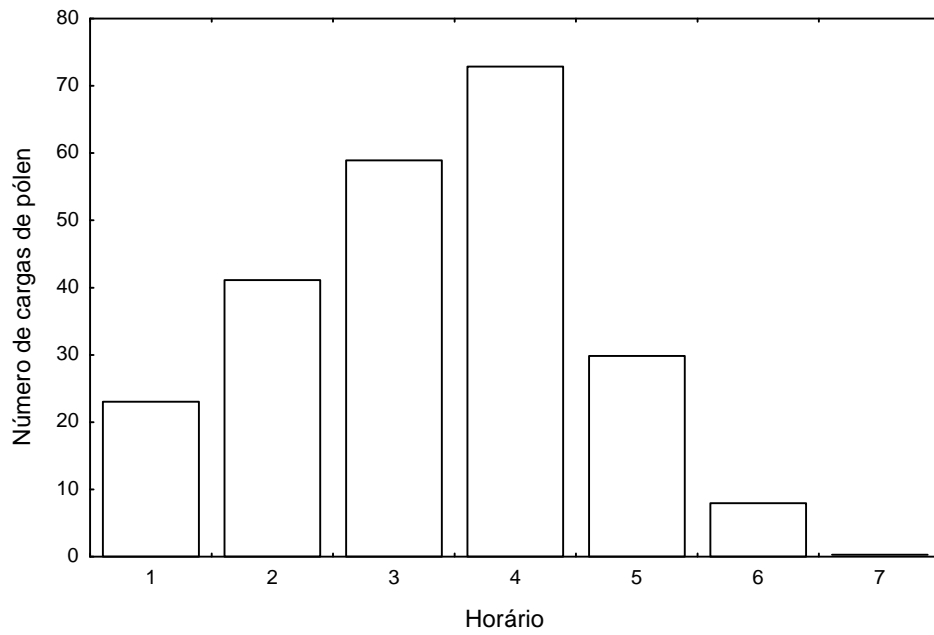
Padrão diário da coleta de pólen por *M. quadrifasciata*

A atividade de coleta de pólen de *M. quadrifasciata* se iniciava entre 5:30 e 6:00 da manhã, ainda durante o nascer do sol, e se concentrava nas primeiras horas da manhã (Figuras 1 e 2). Aproximadamente, 69,40% das cargas de pólen coletadas, o foram até as 10 horas da manhã. À tarde, a chegada de operárias trazendo pólen no ninho era bastante reduzida.

Efeitos de *A. mellifera* sobre o padrão diário da coleta de pólen por *M. quadrifasciata*.

A abundância aumentada de *A. mellifera* não causou alteração significativa no horário de início de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* tanto no experimento 1 ($\chi^2 = 2,393$, $p = 0,121$) quanto no experimento 2 ($\chi^2 = 1,079$, $p = 0,298$). O horário de término de atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* também não sofreu alterações significativas devido à abundância aumentada de *A. mellifera* no experimento 1 ($\chi^2 = 0,623$, $p = 0,429$) e no experimento 2 ($\chi^2 = 0,295$, $p = 0,586$). No experimento 2, o horário de pico de coleta de atividade de pólen por *M. quadrifasciata* sob a abundância natural de *A. mellifera* não foi estatisticamente diferente do horário de pico de atividade sob a abundância aumentada de *A. mellifera* ($\chi^2 = 0,554$, $p = 0,456$). Entretanto, no experimento 1, o horário de pico de coleta aconteceu significativamente mais cedo sob a abundância aumentada de *A. mellifera* ($\chi^2 = 4,107$, $p = 0,042$) (Figura 1).

a)



b)

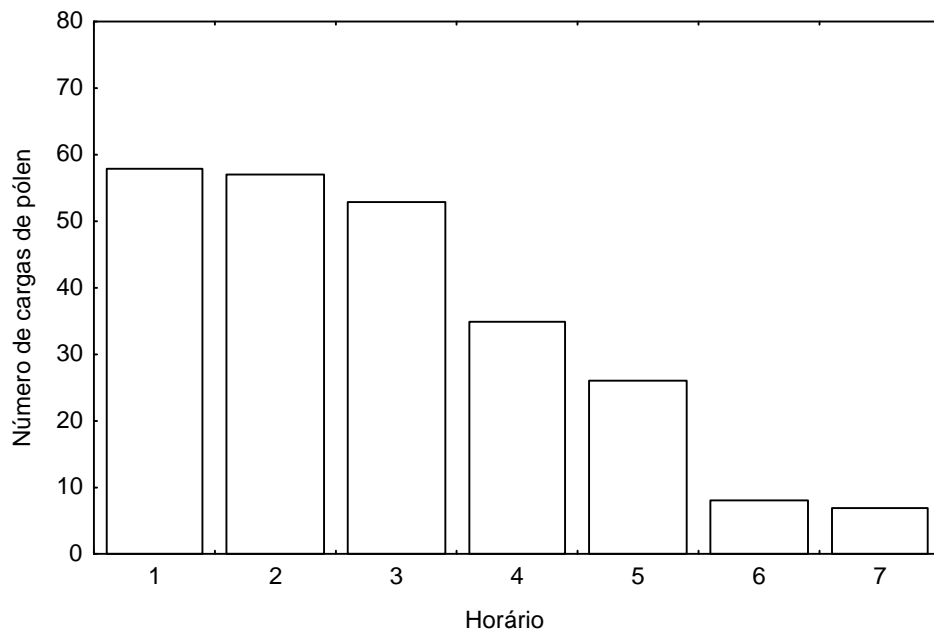
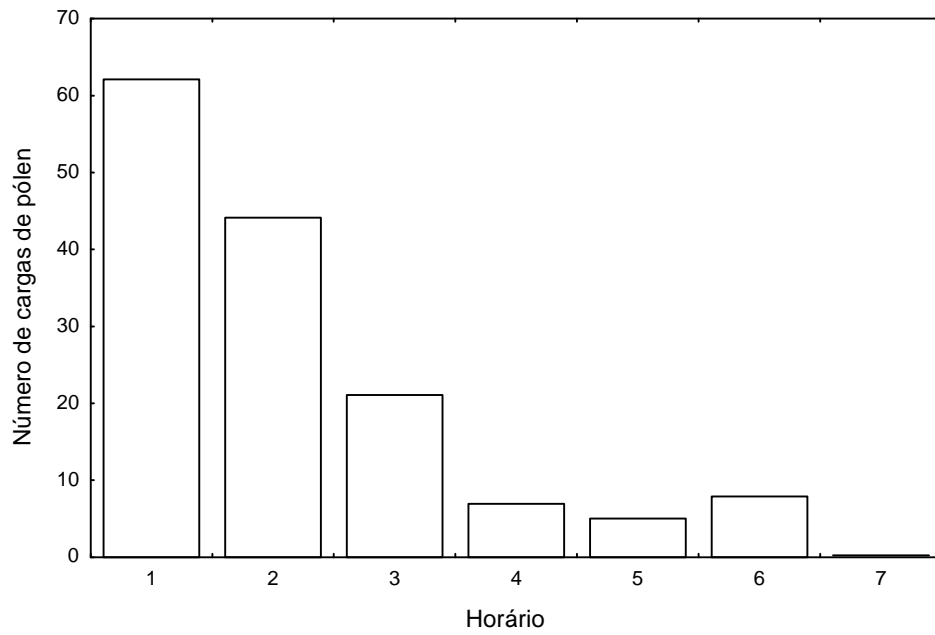


Figura 1: Número total de cargas de pólen coletadas por *M. quadrifasciata* por horário (1 – 5:30/6:00, 2 – 7:30/8:00, 3 – 9:30/10:00, 4 – 11:30/12:00, 5 – 13:30/14:00, 6 – 15:30/16:00, 7 – 17:30) no experimento 1 em Viçosa, MG. a) Tratamento an, b) Tratamento aa.

a)



b)

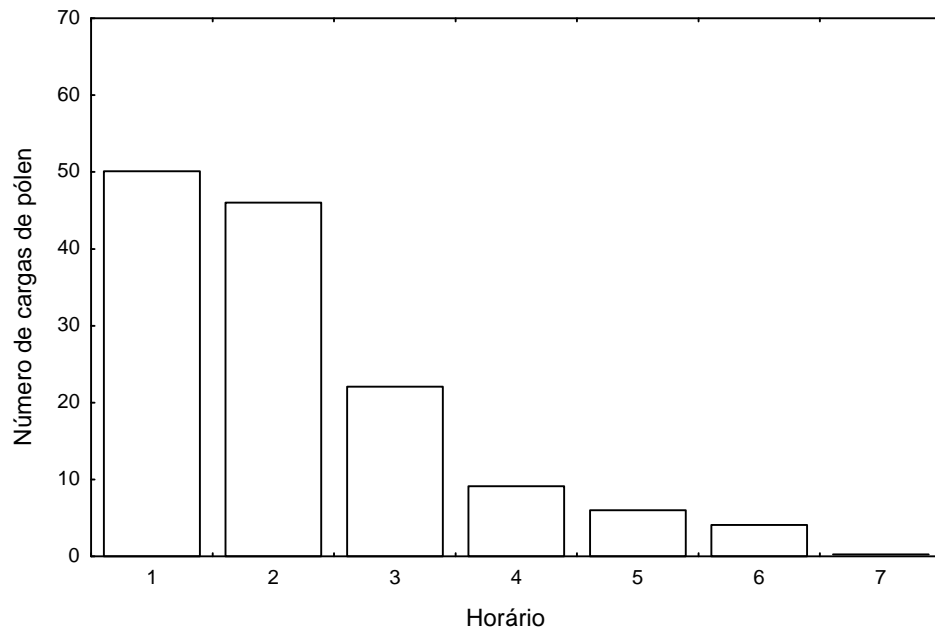


Figura 2: Número total de cargas de pólen coletadas por *M. quadrifasciata* por horário (1 – 5:30/6:00, 2 – 7:30/8:00, 3 – 9:30/10:00, 4 – 11:30/12:00, 5 – 13:30/14:00, 6 – 15:30/16:00, 7 – 17:30) no experimento 2 em Viçosa, MG. a) Tratamento an, b) Tratamento aa.

Fontes de pólen para *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*

Melipona quadrifasciata visitou, para a coleta de pólen, 34 espécies de plantas, pertencentes a 12 famílias (Tabela 2). Nos ninhos instalados nas áreas de pastagem abandonada durante o experimento 1, foram coletadas cargas de pólen de plantas de 23 espécies pertencentes a 9 famílias de Angiospermae e, nos ninhos instalados nas áreas de mata secundária durante o experimento 2, foram coletadas cargas de pólen de 21 espécies pertencentes a 10 famílias de Angiospermae. O nicho de *M. quadrifasciata* foi significativamente mais largo durante o experimento 1 que durante o experimento 2 (Figura 3).

Melipona quadrifasciata visitou, para a coleta de pólen, principalmente plantas de porte arbóreo, com grandes floradas, que, conseqüentemente, fornecem grandes quantidades de recursos. Além disso, as flores utilizadas por *M. quadrifasciata* para a coleta de pólen são flores que oferecem o pólen como recurso, como as Myrtaceae, Mimosoideae (Leguminosae) e plantas de anteras poricidas como Solanaceae, Melastomataceae e *Cassia alata* (Caesalpinoideae – Leguminosae).

As operárias dos ninhos instalados nas áreas de pastagem abandonada (experimento 1) não utilizaram intensamente plantas de porte herbáceo e arbustivo, bastante comuns nessas áreas e que se localizavam próximas ao ninho, tendo visitado, para a coleta de pólen, plantas de porte arbóreo que, possivelmente se localizavam nas matas próximas às áreas de coleta, como, por exemplo, as espécies de Solanaceae e Leguminosae. Nessas áreas, houve uma intensa utilização de pólen de *Eucalyptus* (Myrtaceae); 68,3% de todo o pólen coletado pertencia a esta espécie. Essa concentração de grande parte da coleta de pólen numa única espécie explica a menor largura de nicho de *M. quadrifasciata* em pastagem abandonada. Myrtaceae, Solanaceae e Leguminosae (principalmente da subfamília Mimosoidae) foram as três famílias mais visitadas, correspondendo, respectivamente, a 70,56, 7,36 e 6,55% do pólen coletado. Para os ninhos instalados em fragmentos de mata (experimento 2), a divisão do pólen coletado entre as famílias e espécies de

plantas utilizadas foi mais eqüitativa: Myrtaceae, Solanaceae, Leguminosae e Melastomataceae foram as famílias mais intensamente usadas como fonte de pólen, correspondendo a 34,61, 24,04, 21,81 e 12,5% do pólen coletado. As espécies mais utilizadas como fontes de pólen no experimento 2 foram *Anadenanthera* sp. (Leguminosae), com 18,28%, *Solanum* sp.2 (Solanaceae), correspondendo a 24,04% e *Myrcia* sp.1 (Myrtaceae), que compreendeu 27,56% das cargas de pólen coletadas.

Tabela 2: Espécies de plantas e suas proporções (%) na dieta polínica dos ninhos *M. quadrifasciata* durante os experimentos 1 e 2 na região de Viçosa, MG.

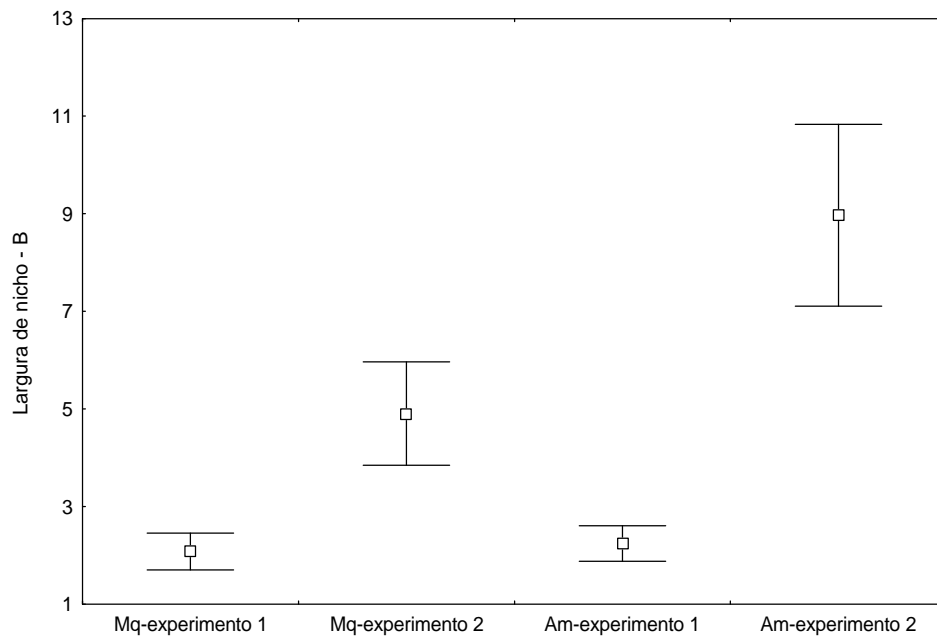
Taxon	Experimento 1	Experimento 2
Asteraceae		
<i>Montanoa</i> sp.	1,02	0,00
Asteraceae sp.2	0,62	0,00
Asteraceae sp.3	0,00	0,64
Asteraceae sp.4	0,00	0,32
<i>Trixis</i> sp.	0,00	0,32
Bignoniceae		
<i>Tabebuia</i> sp.	1,23	0,00
Convolvulaceae		
<i>Ipomoea</i> sp.	5,11	0,32
Euphorbiaceae		
<i>Alchornea</i> sp.	0,00	1,28
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0,00	0,96
Leguminosae		
Mimosoideae		
<i>Anadenanthera</i> sp.	0,00	18,28
<i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	2,66	0,00
<i>Mimosa pudica</i> L.	0,62	0,32
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	0,62	0,32
<i>Piptadenia</i> sp.	0,82	0,00
<i>Acacia</i> sp.	0,41	0,00

Tab. 2 (cont.)

Taxon	Experimento 1	Experimento 2
Papilionoideae		
Papilionoideae sp.1	0,00	2,89
<i>Crotalaria</i> sp.	1,02	0,00
Papilionoideae sp.2	0,20	0,00
Caesalpinoideae		
<i>Cassia alata</i> L.	0,20	0,00
Melastomaceae		
<i>Tibouchina</i> sp.1	0,20	8,65
<i>Tibouchina</i> sp.2	0,20	3,85
Myrtaceae		
<i>Eucalyptus</i> sp.2	68,30	7,05
<i>Eucalyptus</i> sp.1	1,23	0,00
<i>Myrcia</i> sp.2	0,62	0,00
<i>Myrcia</i> sp.1	0,41	27,56
Rubiaceae		
<i>Psychotria</i> sp.	0,00	0,32
Rubiaceae sp.1	0,00	0,32
Rubiaceae sp.2	0,00	0,32
Rutaceae		
<i>Citrus</i> sp.	0,00	1,28
Sapindaceae		
Sapindaceae sp.1	0,82	0,32
Sapindaceae sp.2	0,20	0,64
Solanaceae		
<i>Solanum</i> sp.2	6,95	24,04
<i>Solanum</i> sp.1	0,41	0,00
*N. I.1	6,13	0,00

* N. I. = Não Identificado

a)



b)

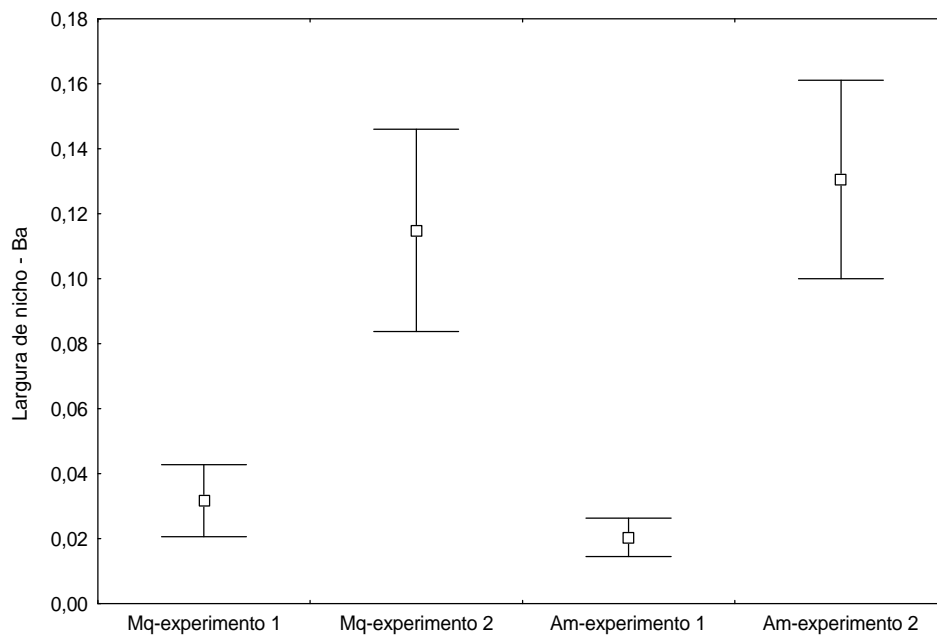
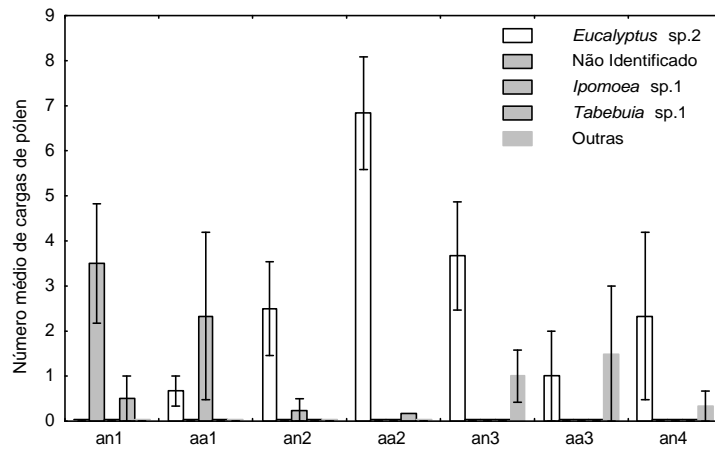


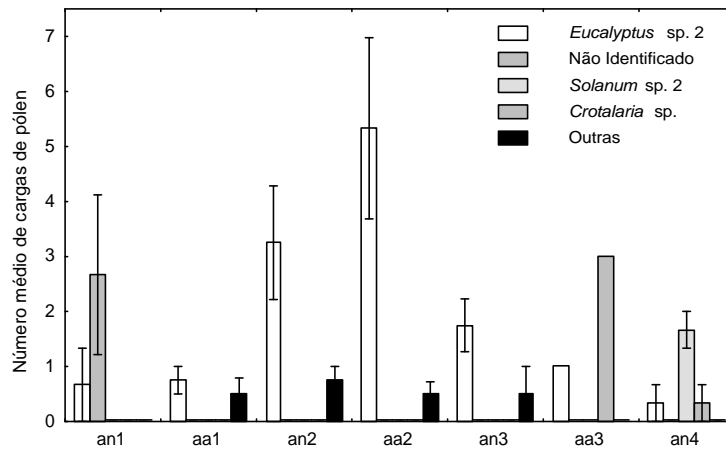
Figura 3: Largura de nicho de *M. quadrifasciata* (Mq) e de *A. mellifera* (Am) nos experimentos 1 e 2. a) Índice de Levins ; b) Índice de Levins padronizado.

As espécies de plantas se sucedem umas às outras como as fontes mais importantes de pólen para *M. quadrifasciata*, de forma que, a cada coleta, a maior parte do pólen coletado pertence a poucas espécies, geralmente, com uma espécie claramente dominante (Figuras 4 a 9). Por exemplo, as operárias dos ninhos instalados no ponto 1 visitaram mais intensamente, nas primeiras coletas, uma espécie não identificada; em seguida *Eucalyptus* sp.2 tornou-se a fonte de pólen dominante, situação que permaneceu no ninho 1 até as últimas coletas e, já nas coletas aa3 e an4, apareceram *Crotalaria* sp. e *Solanum* sp.2, respectivamente no ninho 2 e *Solanum* sp.2 no ninho 3. Assim, os ninhos desta espécie se especializaram temporariamente em uma ou poucas espécies de plantas para a coleta de pólen, de forma que, embora considerando períodos mais longos como meses ou anos, *M. quadrifasciata* seja polilética, quando são considerados períodos curtos de tempo, como cada dia de coleta, a espécie pode ser considerada como sendo oligolética.

a)



b)



c)

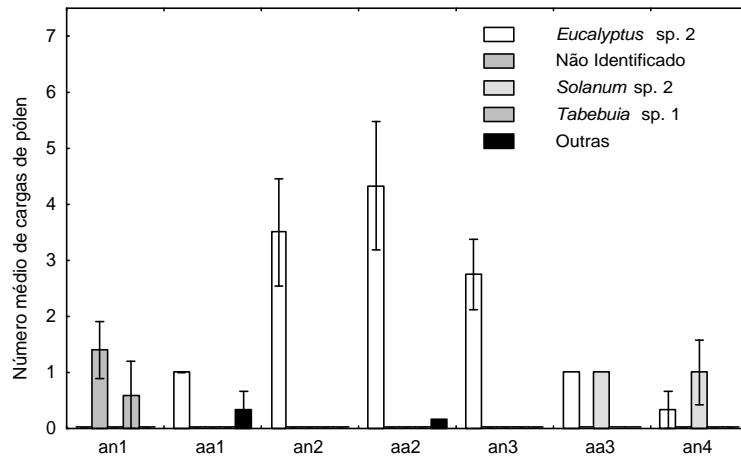
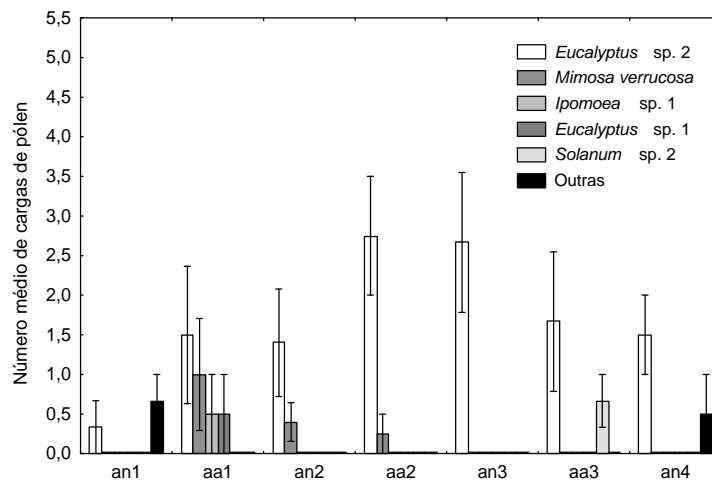
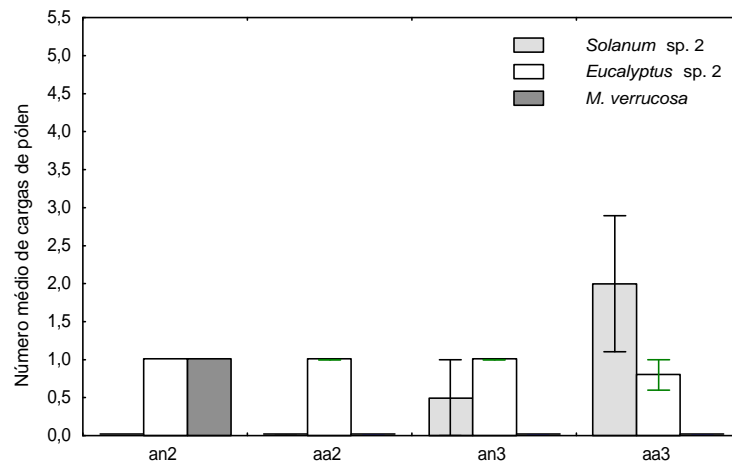


Figura 4: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 1 do experimento 1. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

a)



b)



c)

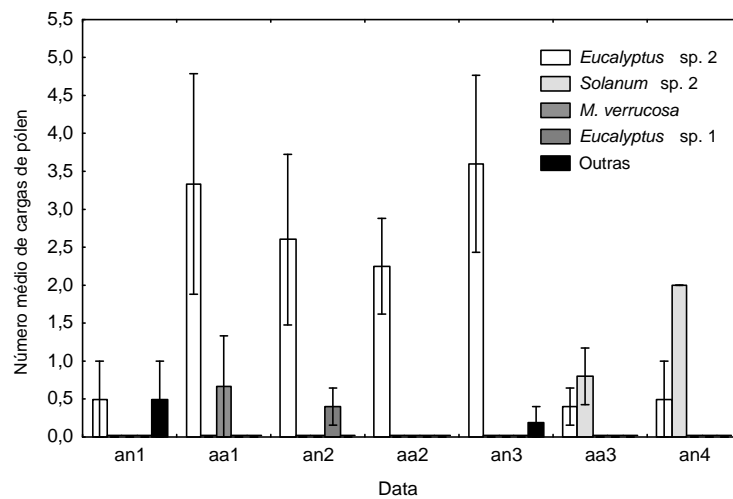
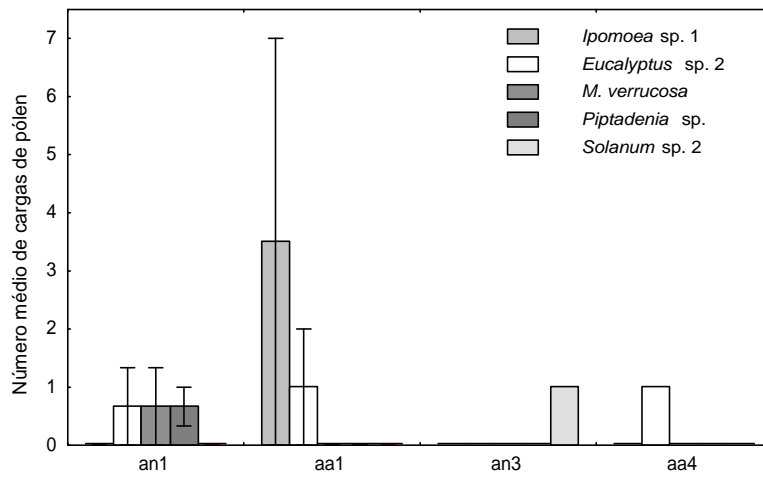
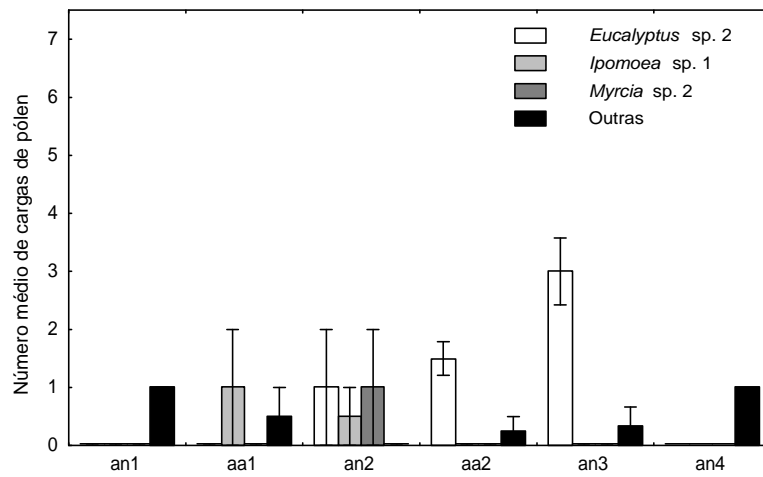


Figura 5: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 2 do experimento 1. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

a)



b)



c)

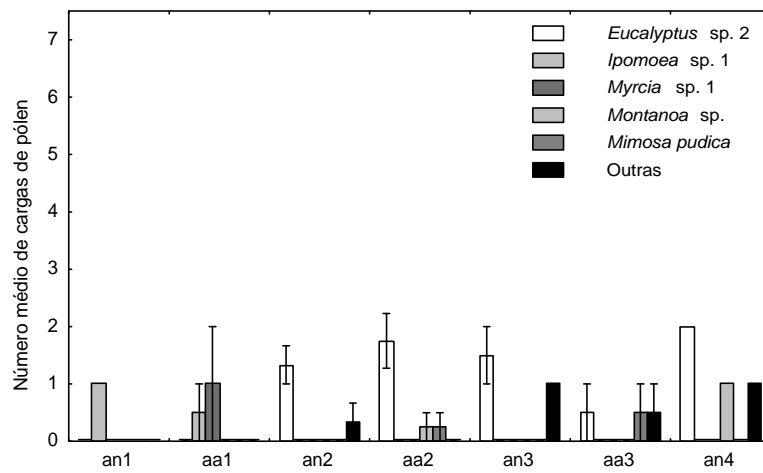
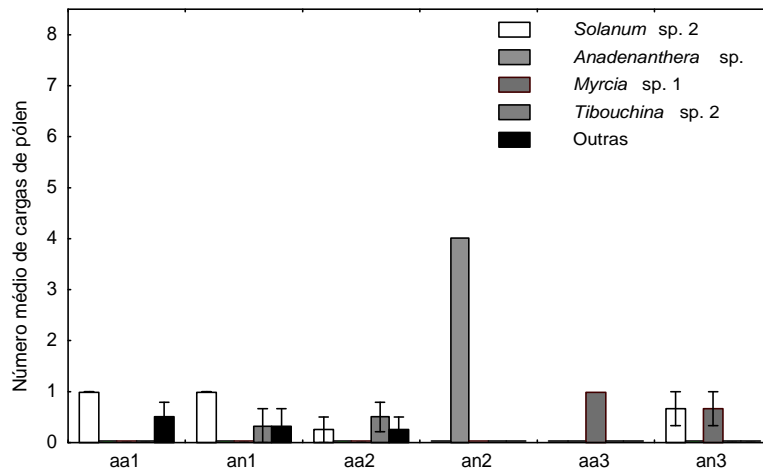
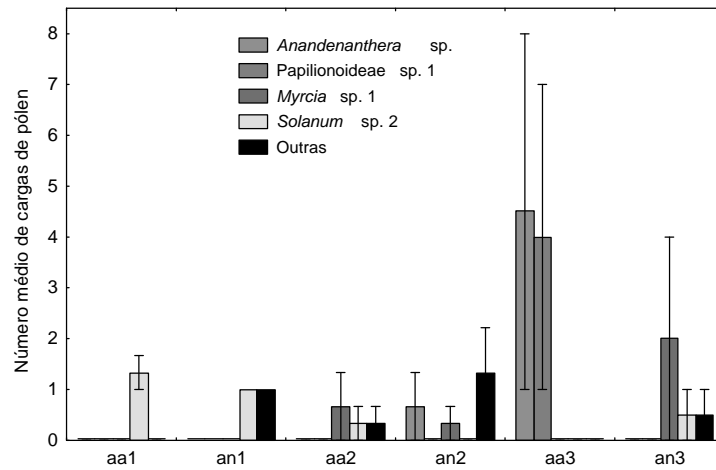


Figura 6: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 3 do experimento 1. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

a)



b)



c)

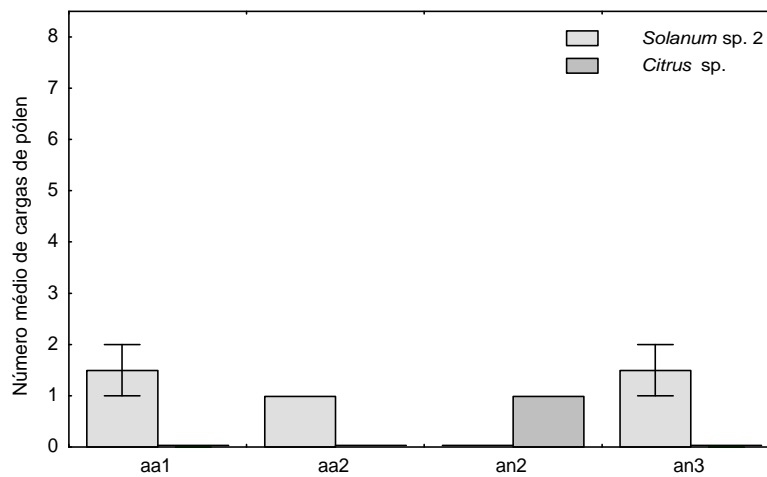
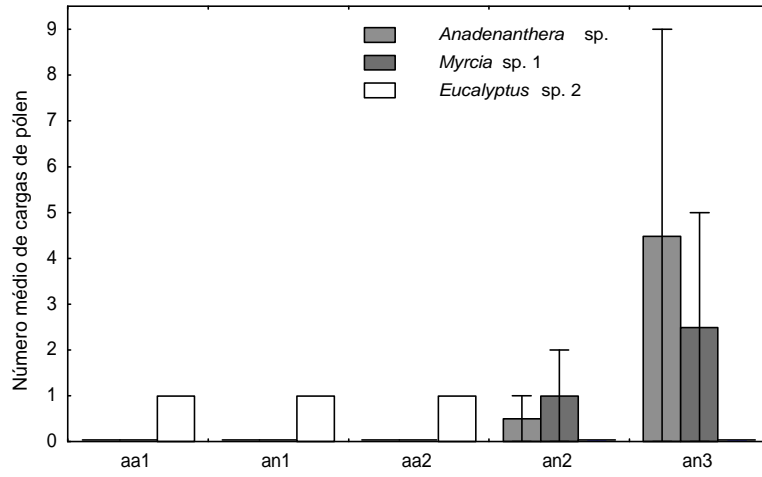
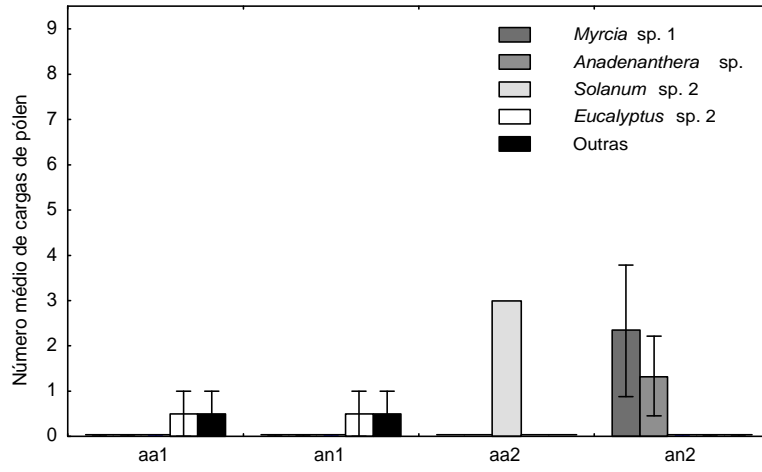


Figura 7: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 4 do experimento 2. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

a)



b)



c)

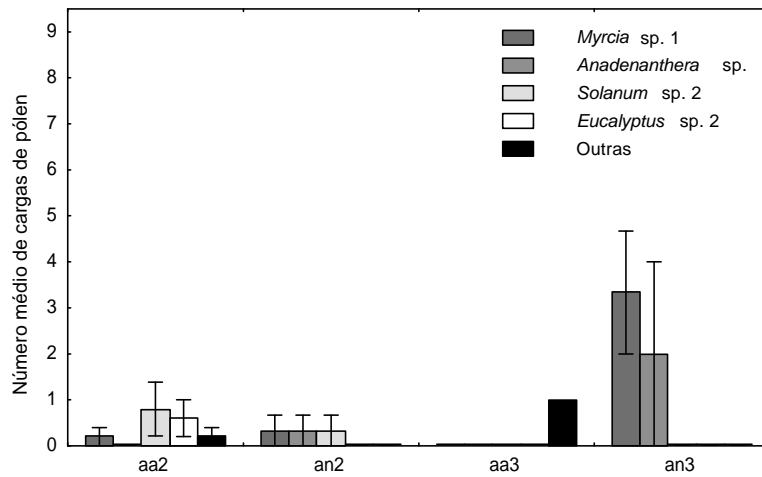
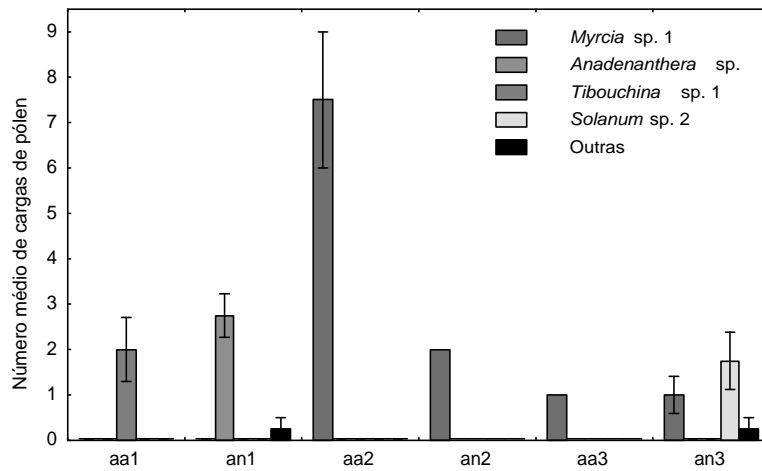
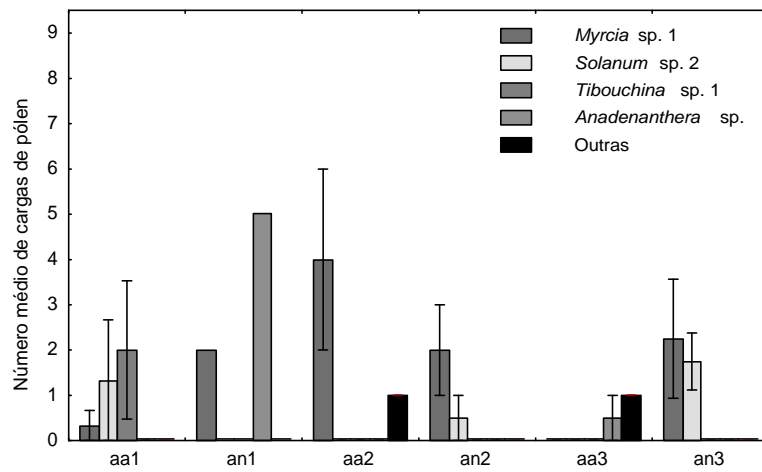


Figura 8: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 5 do experimento 2. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

a)



b)



c)

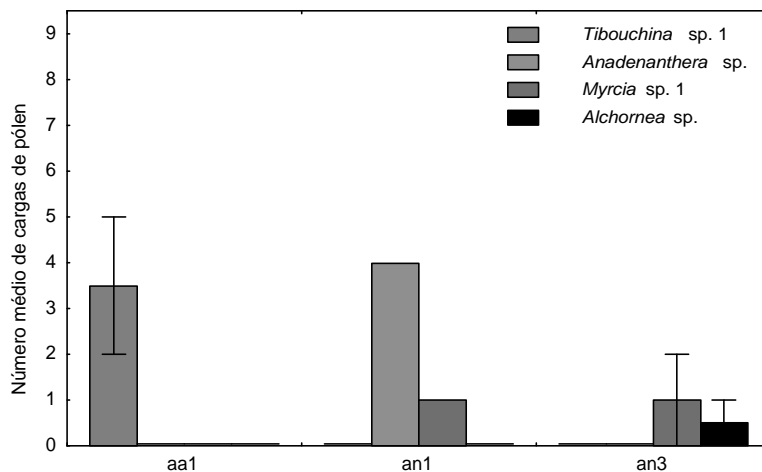


Figura 9: Abundância das espécies utilizadas como fonte de pólen por *M. quadrifasciata* nas diferentes datas de coleta no ponto 6 do experimento 2. a) Ninho 1, b) Ninho 2, c) Ninho 3.

Apis mellifera visitou, para a coleta de pólen, 38 espécies de plantas, pertencentes a 24 famílias (Tabela 3). As abelhas dos ninhos instalados nas áreas de pastagem durante o experimento 1 visitaram 25 espécies de plantas, pertencentes a 16 famílias. Nos ninhos instalados na mata durante o experimento 2, foram encontradas 33 espécies pertencentes a 21 famílias. O nicho de *A. mellifera* foi significativamente mais largo nas áreas de mata secundária que nas áreas de pastagem abandonada (Figura 3), o que pode ser explicado pela utilização de uma única espécie predominantemente, *Eucalyptus* sp.2.

Das 38 espécies de plantas visitadas, poucas foram intensamente exploradas (Figuras 10 e 11). No experimento 1, apenas 8 espécies contribuíram com mais de 1% da dieta polínica – essas oito espécies, juntas, totalizam 95,41% do pólen coletado. *Eucalyptus* sp.2 (Myrtaceae) foi a espécie mais coletada, correspondendo a 65,61% do pólen coletado, seguida por *Antigonon leptopus* (Polygonaceae) e *Paspalum* sp. (Gramineae), que representam 6,40 e 6,05% do total de pólen coletado. No experimento 2, das 33 espécies utilizadas por *A. mellifera* como fontes de pólen, 16 contribuíram com mais de 1%, totalizando aproximadamente 94,71% do total do pólen coletado. Embora um maior número de espécies tenha contribuído com mais que 1% na dieta polínica de *A. mellifera* no experimento 2, *Eucalyptus* sp.2 também foi a espécie mais utilizada, correspondendo a 26,1% da dieta.

A. mellifera também utilizou plantas com floradas abundantes, embora não tenha utilizado apenas plantas de porte arbóreo para a coleta de pólen. Isso foi observado sobretudo quando se considera os ninhos instalados nas áreas de pastagem abandonada, que utilizaram *Antigonon leptopus* (Polygonaceae), *Paspalum* sp. (Gramineae), *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) e *Montanoa* sp. (Asteraceae), plantas de porte herbáceo e, ou, arbustivo, com frequências superiores a 1%. As operárias dos ninhos localizados nos fragmentos de mata, também utilizaram, em quantidades superiores a 1%, plantas de porte arbustivo e, ou herbáceo, como *Baccharis dracunculifolia*, *Paspalum* sp., *Montanoa* sp. e *Elephantopus mollis* (Asteraceae). *A. mellifera* parece ser mais flexível que *M. quadrifasciata* na

escolha das fontes de pólen utilizando plantas que, embora estejam também disponíveis para *M. quadrifasciata*, não são utilizadas por ela.

Tabela 3: Espécies de plantas utilizadas e suas respectivas proporções (%) na dieta polínica de *A. mellifera* durante os experimentos 1 e 2 na região de Viçosa, MG.

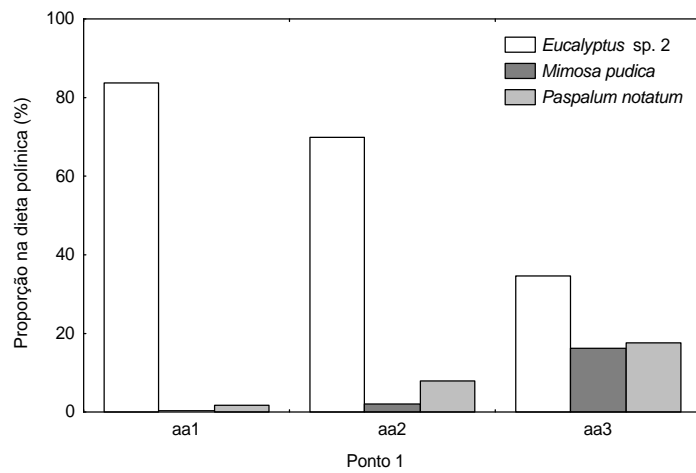
Táxon	Experimento 1	Experimento 2
Araceae		
Araceae sp.	0,03	0,00
Asteraceae		
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	5,05	9,83
<i>Baccharis</i> sp.	0,90	0,11
<i>Montanoa</i> sp.	2,82	2,12
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	0,01	1,24
Bignoniaceae		
Bignoniaceae sp.1	0,49	0,01
Bombacaceae		
<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	0,00	0,06
Cactaceae		
Tipo <i>Pereskia</i>	0,00	5,99
Chenopodiaceae/ <i>Amaranthus</i>	0,02	0,26
Cucurbitaceae		
<i>Cucurbitella asperata</i> (Gillies ex Hook.) Walp.	2,51	0,80
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum</i> sp.	0,01	1,39
Euphorbiaceae		
<i>Alchornea</i> sp.	0,00	4,09
Gramineae		
<i>Brachiaria</i> sp.	0,01	0,00
<i>Paspalum</i> sp.	6,05	2,15
Gramineae sp.	0,00	2,84
Labiatae		
<i>Hyptis</i> sp.	0,00	0,03
Leguminosae		
Mimosoideae		
<i>Anadenanthera</i> sp.	0,00	3,64
<i>Mimosa pudica</i> L.	4,39	9,93

Tab. 3 (cont.)

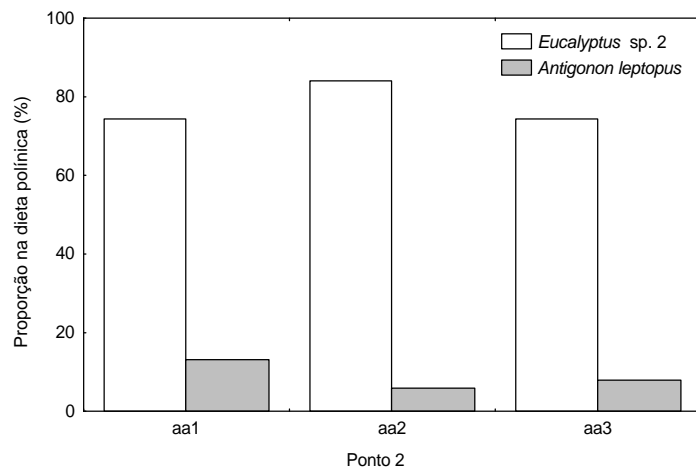
Táxon	Experimento 1	Experimento 2
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	2,58	0,02
Papilionoideae		
Papilionoideae sp.3	0,69	0,00
Papilionoideae sp.4	0,00	0,30
Caesalpinoideae		
<i>Cassia alata</i> L.	0,00	0,06
<i>Bauhinia</i> sp.	0,02	0,03
Malpighiaceae		
Malpighiaceae sp.	0,32	0,09
Malvaceae		
<i>Sida</i> sp.	0,01	0,00
Melastomataceae		
<i>Tibouchina</i> sp.3	0,00	3,53
Moraceae		
<i>Cecropia</i> sp.	0,51	8,77
Myrtaceae		
<i>Eucalyptus</i> sp.2	65,61	26,10
<i>Eucalyptus</i> sp.1	0,72	0,00
<i>Myrcia</i> sp.1	0,00	8,92
<i>Myrcia</i> sp.2	0,00	2,11
Palmae		
Tipo <i>Attalea</i>	0,42	0,73
Polygonaceae		
<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	6,40	2,05
Rutaceae		
<i>Citrus</i> sp.	0,00	0,44
Scrophulariaceae		
<i>Scoparia</i> sp.	0,05	0,43
Simplocaceae		
Simplocaceae sp.	0,04	0,28
Solanaceae		
<i>Solanum</i> sp.	0,00	0,85
*N. I.2	0,34	0,80

* N. I. = Não Identificado

a)



b)



c)

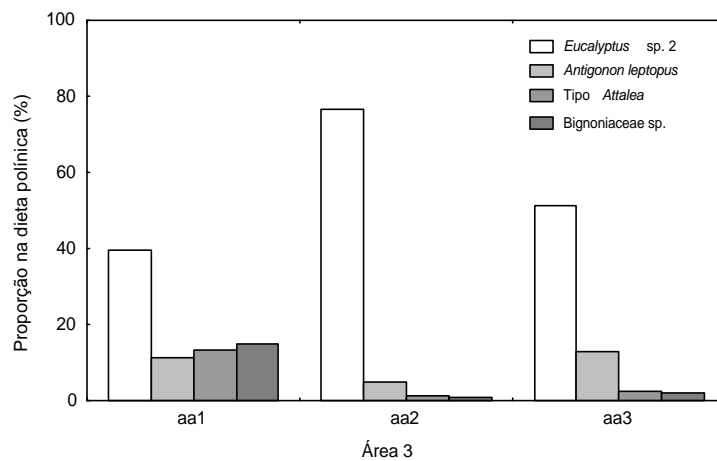
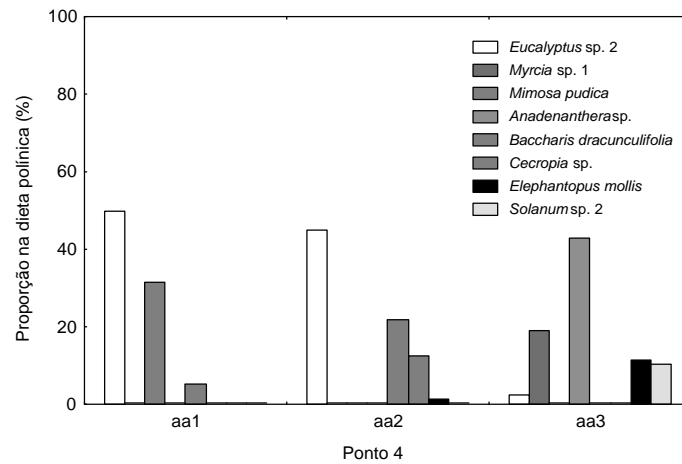
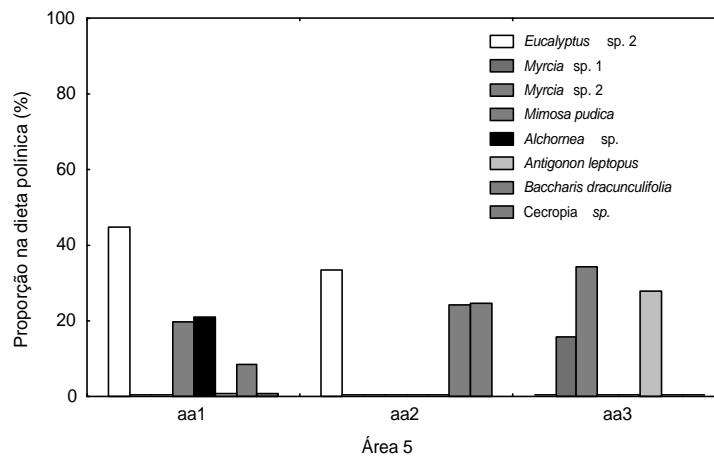


Figura 10: Proporção das espécies utilizadas como fontes de pólen na dieta de *A. mellifera* nas diferentes datas de coleta durante o experimento 1 em Viçosa, MG. a) Ponto 1, b) Ponto 2, c) Ponto 3.

a)



b)



c)

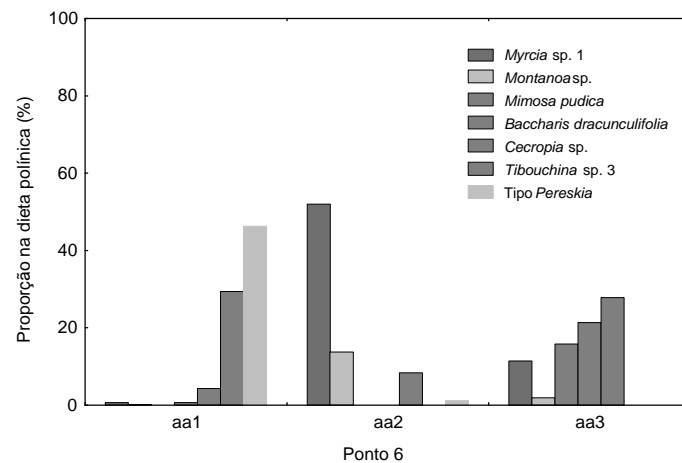


Figura 11: Proporção das espécies utilizadas como fontes de pólen na dieta de *A. mellifera* nas diferentes datas de coleta durante o experimento 2 em Viçosa, MG. a) Ponto 4, b) Ponto 5, c) Ponto 6.

Efeitos de *A. mellifera* sobre a qualidade e a quantidade do pólen coletado por *M. quadrifasciata*

Considerando todo o período de coleta e ignorando os dois tratamentos, *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* tiveram larguras de nicho estatisticamente iguais (Figura 12). Quando as larguras de nicho foram calculadas para *M. quadrifasciata* levando-se em conta os dois diferentes tratamentos, a largura do nicho de *M. quadrifasciata* na abundância aumentada de *A. mellifera* foi significativamente menor que sob a abundância natural de *A. mellifera* (Figura 12).

Entretanto, não foi observada uma alteração qualitativa das fontes de pólen utilizadas por *M. quadrifasciata* devido ao aumento da abundância de *A. mellifera*. *M. quadrifasciata* não modificou as fontes de pólen que utilizava quando os ninhos de *A. mellifera* eram colocados nas áreas de estudo, deixando de coletar ou diminuindo a coleta de pólen nas espécies que também estavam sendo utilizadas por *A. mellifera* (Figuras 4 a 11).

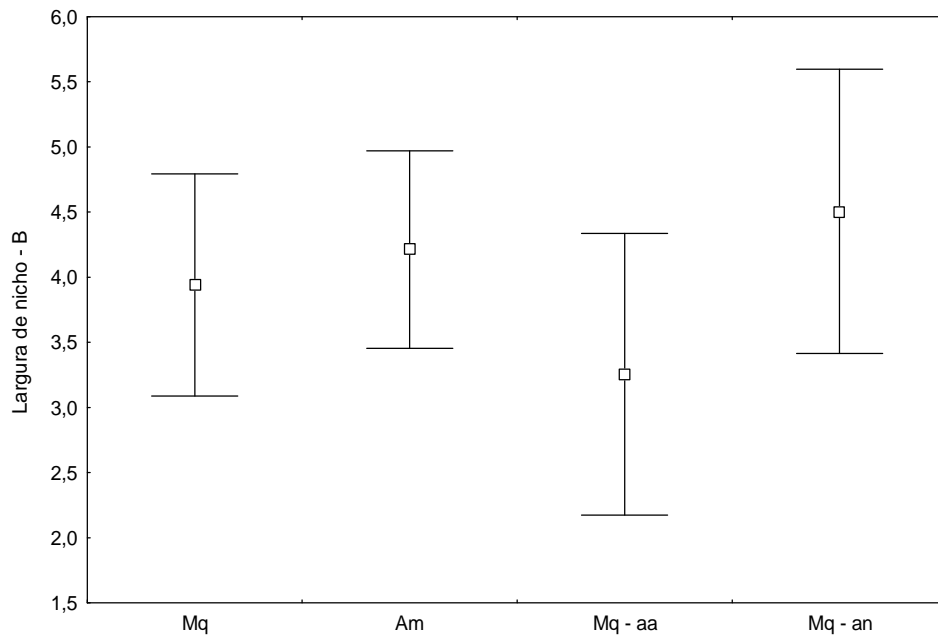
A abundância aumentada de *A. mellifera* não levou a alterações na quantidade de pólen coletado por *M. quadrifasciata*. A ANOVA mostrou que o fator data de coleta ($F = 3,88$, $p = 0,025$) e a interação data de coleta x tratamento ($F = 4,22$, $p = 0,018$) são responsáveis pelas variações nas quantidades de pólen coletadas (Tabela 4), enquanto o fator tratamento não foi significativo como causador da variação na quantidade de pólen coletado ($F = 0,829$, $p = 0,368$).

Quando se analisa a largura de nicho de *M. quadrifasciata* em cada uma das repetições dos dois tratamentos, não se observa um efeito do aumento da abundância de *A. mellifera* na largura de nicho de *M. quadrifasciata* (Figuras 13 e 14). Isso mostra que a diminuição da largura de nicho observada quando o cálculo é feito considerando todas as coletas realizadas sob o tratamento aa não é devida ao tratamento. As variações da largura de nicho de *M. quadrifasciata* observadas nas Figuras 13 e 14 estão mais relacionadas a fatores sazonais, o que também é evidenciado pela ANOVA, que mostrou um efeito significativo do fator tempo. Por exemplo, a redução da largura do nicho

de *M. quadrifasciata* nas áreas de pastagem abandonada nas coletas an2, aa2 e an3, provavelmente está relacionada à grande abundância de pólen de *Eucalyptus* sp.2, que foi intensamente coletado nesse mesmo período. Nas áreas de mata secundária, as larguras de nicho de *M. quadrifasciata* não sofreram grandes alterações, o que pode estar relacionado ao fato de que a coleta de pólen por *M. quadrifasciata* se distribuiu de forma eqüitativa nas fontes de pólen durante o experimento 2.

Os valores do índice de sobreposição de nicho entre *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* estão relacionados na Tabela 5. A sobreposição de nicho entre as duas espécies foi maior no experimento 1 que no experimento 2. Embora *A. mellifera* tenha utilizado diversas espécies não utilizadas por *M. quadrifasciata* como fontes de pólen, a intensa utilização por ambas as espécies do pólen de *Eucalyptus* sp.2 deu a essa fonte de pólen um grande peso no cálculo da sobreposição de nicho, resultando nos altos valores de sobreposição no experimento 1. No experimento 2, *M. quadrifasciata* utilizou com bastante intensidade plantas das famílias Melastomataceae e Solanaceae, ambas com anteras poricidas, com o acesso ao pólen dificultado para *A. mellifera* e, provavelmente, levando ao baixo índice de sobreposição do nicho de *M. quadrifasciata* sobre o nicho de *A. mellifera*. Mesmo quando os valores de sobreposição de nicho são altos, *A. mellifera* não causa impactos negativos sobre a coleta de pólen por *M. quadrifasciata*, não levando a alterações qualitativas e nem quantitativas. Essas duas espécies podem, então, compartilhar uma boa parte de seu nicho polínico, sem competirem pelas fontes de pólen.

a)



b)

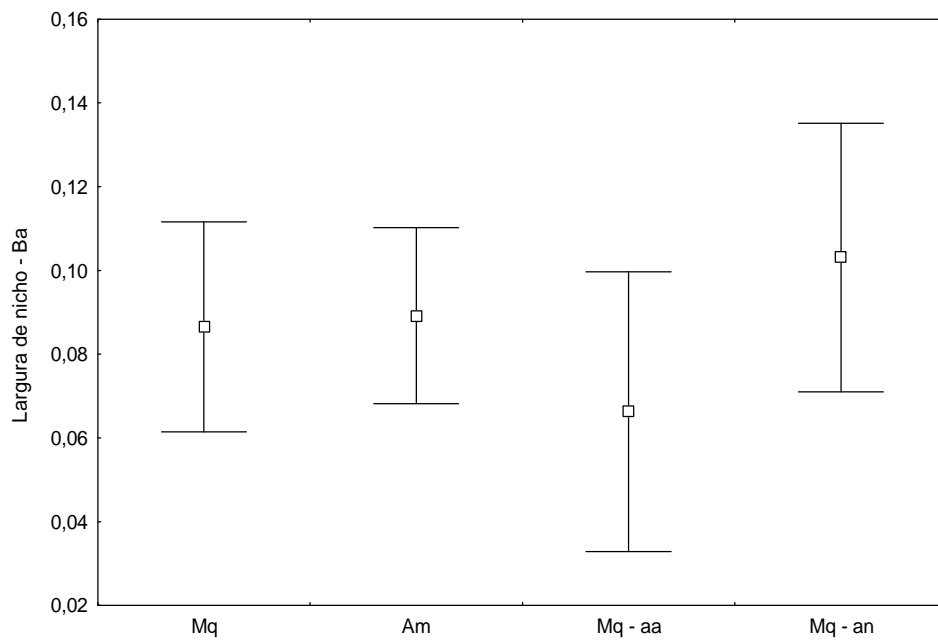
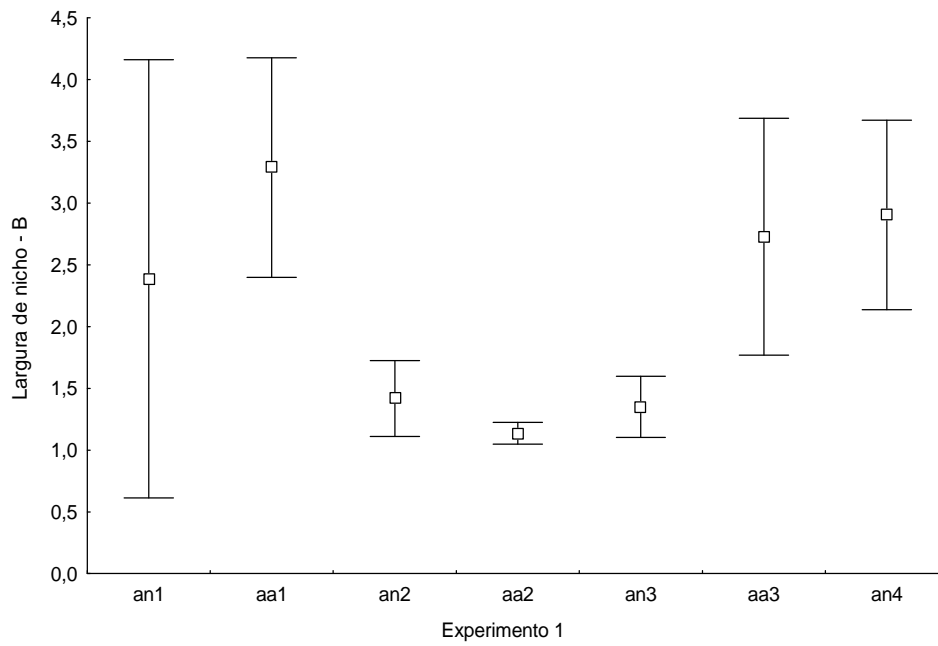


Figura 12: Largura de nicho de *M. quadrifasciata* (Mq) e *A. mellifera* (Am) durante o tempo total dos dois experimentos e para *M. quadrifasciata* sob a abundância aumentada de *A. mellifera* (Mq - aa) e sob a abundância natural de *A. mellifera* (Mq - an). a) Índice de Levins ; b) Índice de Levins padronizado.

a)



b)

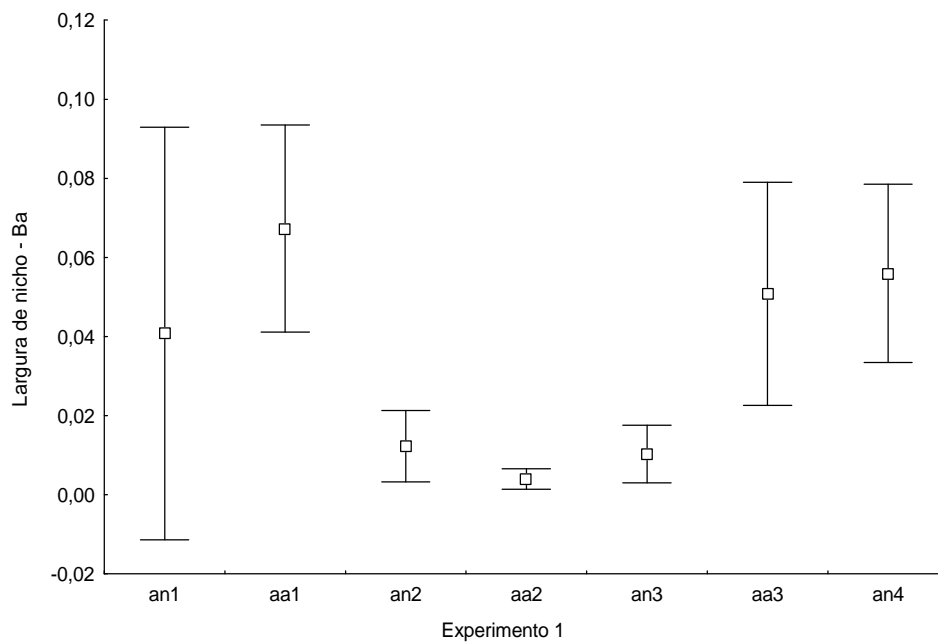
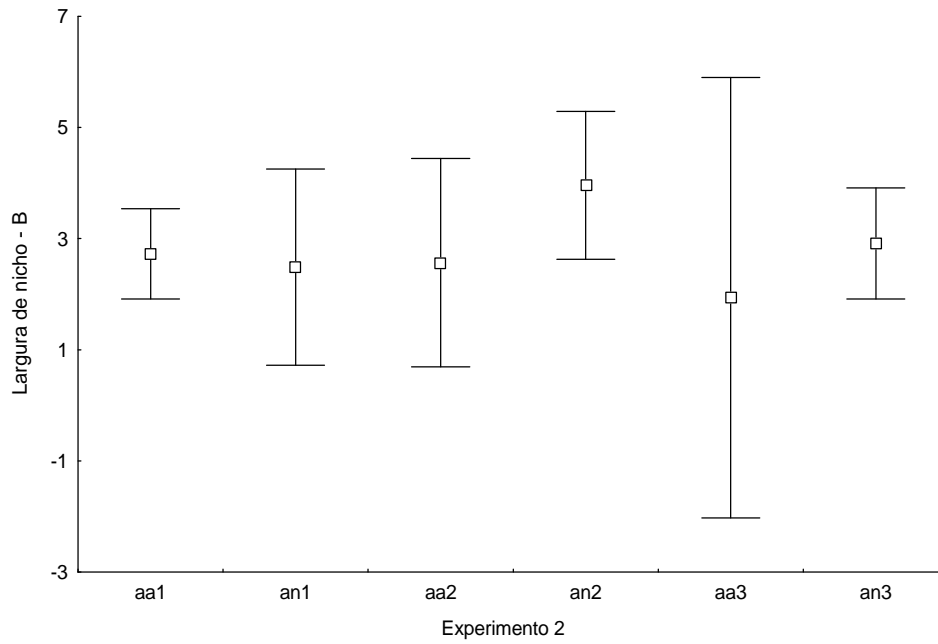


Figura 13: Largura de nicho de *M. quadrifasciata* nas diferentes repetições dos tratamentos: abundância aumentada de *A. mellifera* (aa1, aa2, aa3) e abundância natural de *A. mellifera* (an1, an2, an3 e an4) durante o experimento 1. a) Índice de Levins e b) Índice de Levins padronizado.

a)



b)

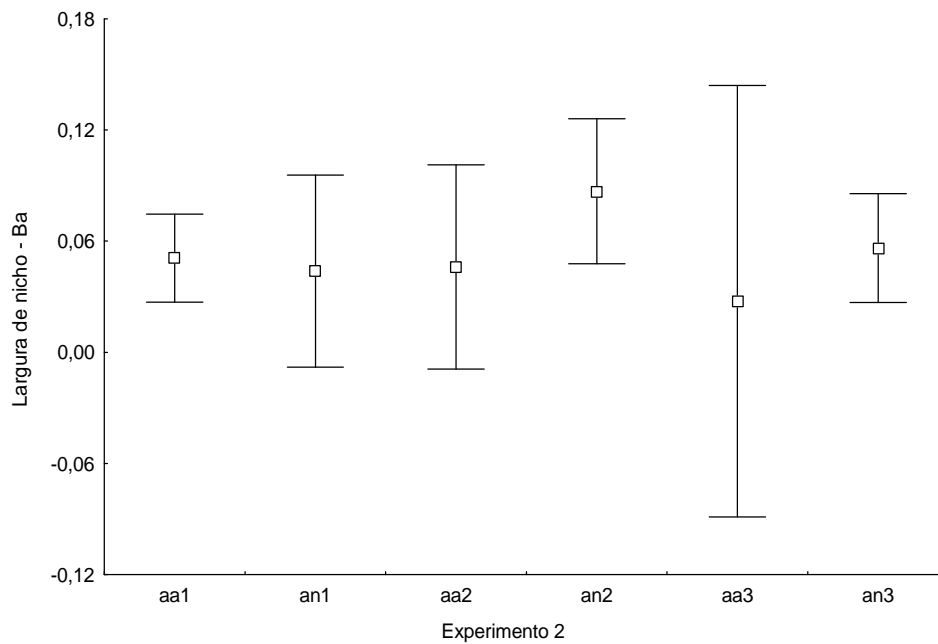


Figura 14: Largura de nicho de *M. quadrifasciata* nas diferentes repetições dos tratamentos: abundância aumentada de *A. mellifera* (aa1, aa2, aa3) e abundância natural de *A. mellifera* (an1, an2 e an3) durante o experimento 2. a) Índice de Levins; b) Índice de Levins padronizado.

Tabela 4: Médias da quantidade total de pólen (g) coletada por 3 colônias de *M. quadrifasciata* durante 7 períodos de 15 minutos ao longo de um dia de coleta em cada um dos pontos estudados.

Coleta	Pontos					
	1	2	3	4	5	6
aa1	0,0031	0,0105	0,0017	0,0085	0,0021	0,0142
an1	0,0089	0,0123	0,0048	0,0035	0,0008	0,0234
aa2	0,0801	0,0123	0,0189	0,0086	0,0139	0,0209
an2	0,0192	0,0236	0,0104	0,0054	0,0037	0,0016
aa3	0,0045	0,0230	0,0054	0,0210	0,0002	0,0012
an3	0,0227	0,0059	0,0044	0,0103	0,0284	0,0138

Tabela 5: Índice de MacArthur e Levins da sobreposição de nicho entre *M. quadrifasciata* e *A. mellifera*.

	Total	Experimento 1	Experimento 2
<i>M. quadrifasciata</i> sobre <i>A. mellifera</i>	0,87	0,94	0,24
<i>A. mellifera</i> sobre <i>M. quadrifasciata</i>	0,95	1,00	0,45

DISCUSSÃO

Padrão diário da coleta de pólen por *M. quadrifasciata*

O início da coleta de pólen e sua concentração nas primeiras horas da manhã já haviam sido descritos para outras espécies do gênero *Melipona* (Bruijn & Sommeijer 1997, Hilário et al. 2000, Pierrot & Schlindwein 2003). Roubik (1989) e Pierrot & Schlindwein (2003) sugerem que essa concentração da coleta de pólen nas primeiras horas do dia seja uma consequência da grande disponibilidade deste recurso nestes horários; a apresentação de pólen no início da manhã parece ser um padrão para árvores melitófilas da região Neotropical (Frankie et al. 1983). Segundo Bruijn & Sommeijer (1997), este padrão é vantajoso por ser uma forma de evitar competição por este recurso com os visitantes florais que forrageiam mais tarde na manhã. O padrão de forrageamento de *Melipona* poderia ser uma forma de fugir da competição por interferência, caso houvesse interações agressivas sobre as flores, o que, entretanto, parece ser raro entre espécies de *Melipona* e *A. mellifera* (Roubik 1980). Contudo, a coleta de pólen concentrada nas primeiras horas da manhã pode ser justamente uma forma de competir pelo recurso, uma vez que, ao ser utilizado pelas espécies que forrageiam mais cedo, ele deixa de estar disponível para espécies que forrageiam mais tarde.

Efeitos de *A. mellifera* sobre o padrão diário da coleta de pólen por *M. quadrifasciata*.

O padrão da fenologia diária de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* permaneceu inalterado durante o experimento 2, mesmo sob a abundância

aumentada de *A. mellifera*, o que pode ser decorrente do fato de *A. mellifera* não apresentar comportamento agressivo nas flores (Roubik 1980, 1996) e, portanto, não deslocar *M. quadrifasciata* das manchas de recurso nas quais ela forrageia. Já durante o experimento 1, onde a sobreposição de nicho foi bastante alta, o horário de pico de coleta de pólen aconteceu mais tarde sob a abundância natural (an) que sob a abundância aumentada (aa) de *A. mellifera*. É possível que sob o tratamento an, houvesse pólen disponível nas plantas ao longo do dia, permitindo que *M. quadrifasciata* prolongasse a coleta de pólen até mais tarde no período da manhã. Já sob o tratamento aa, o aumento no número de operárias de *A. mellifera* forrageando nas plantas, faria com que a quantidade de pólen disponível se tornasse muito baixa mais cedo, de forma que *M. quadrifasciata* concentrava sua coleta no início da manhã. A alteração do horário de pico de coleta de pólen detectado no experimento 1 pode não significar uma desvantagem para *M. quadrifasciata*, já que não houve alterações nas quantidades de pólen coletadas e, também, considerando que o padrão de coleta de pólen do gênero mostra uma tendência para a coleta de pólen nas primeiras horas da manhã. Assim, é possível que, durante o experimento 2, o controle do padrão diário de atividade de coleta de pólen esteja relacionado aos horários de disponibilidade desse recurso, e a fatores intrínsecos, como, por exemplo, tamanho corporal e, durante o experimento 1, a alta sobreposição de nicho com *A. mellifera* e a capacidade desta de dominar os indivíduos de plantas em que está forrageando (Roubik 1978, 1996) possam controlar o padrão de coleta de pólen nessas situações.

Fontes de pólen para *Melipona quadrifasciata* e *Apis mellifera*

M. quadrifasciata é uma espécie polilética para a coleta de pólen, como é de se esperar para uma espécie eussocial, com ninhos perenes, que precisa manter o ninho durante todo o ano. Entretanto, *M. quadrifasciata*, assim como as demais espécies de *Melipona* já estudadas quanto à coleta de pólen, são mais restritivas que espécies de outros gêneros de abelhas sem ferrão

(Sommeijer et al. 1983, Ramalho 1990, Wilms & Wiechers 1997), concentrando sua coleta de pólen em plantas de poucas famílias.

Assim como mostrado neste trabalho, outros estudos realizados em diferentes regiões e ecossistemas mostraram que Leguminosae, Melastomataceae, Myrtaceae e Solanaceae são repetidamente fontes importantes de pólen para espécies de *Melipona* (Absy & Kerr 1977, Engel & Dingemans-Bakels 1980, Sommeijer et al. 1983, Absy et al. 1984, Kerr et al. 1986/87, Ramalho et al. 1989, Ramalho et al. 1990, Wilms & Wiechers 1997), que utilizam plantas dessas famílias mesmo quando elas não são abundantes na área de estudo, sugerindo uma preferência por essas famílias (Guibu et al. 1988). A partir dos dados até então disponíveis a respeito das fontes de pólen para espécies de *Melipona*, observa-se que a preferência pelas quatro famílias acima citadas parece ser um padrão para o gênero (Ramalho et al. 1989, 1990).

As espécies mais intensamente utilizadas por *M. quadrifasciata* para a coleta de pólen têm em comum o fato de fornecerem grandes quantidades deste recurso. Leguminosae, sobretudo a subfamília Mimosoideae, e Myrtaceae apresentam flores polistêmones, ou seja, que possuem um grande número de estames e, portanto, uma grande quantidade de pólen (Vogel 1978). Melastomataceae, Solanaceae e espécies do gênero *Cassia* (Leguminosae, subfamília Caesalpinoideae) também fornecem pólen como principal recurso para os visitantes, podendo ser agrupadas devido ao fato de possuírem anteras poricidas, as quais requerem que as abelhas visitantes as vibrem para coletar o pólen. Apenas algumas espécies de abelhas são capazes realizar o comportamento de vibração – entre as abelhas eussociais avançadas, apenas as espécies do gênero *Melipona* o fazem (Buchmann 1983). Assim, plantas de anteras poricidas são fontes cujo acesso ao pólen é dificultado para as espécies incapazes de realizar o comportamento de vibração, como *A. mellifera*, sendo então vantajoso explorá-las intensamente, já que são pouco utilizadas por outras abelhas eussociais avançadas, bastante abundantes na região Neotropical.

Outra característica comum à maioria das espécies de plantas intensamente utilizadas por *Melipona quadrifasciata* para a coleta de pólen é que são plantas de porte arbóreo. Embora houvesse diferenças quanto à composição florística próxima ao ninho entre os experimentos 1 e 2, a coleta de pólen por *M. quadrifasciata* continuou concentrada em plantas de porte arbóreo. Assim, os ninhos instalados nas áreas de pastagem abandonada (experimento 1), onde havia uma série de plantas de porte arbustivo e herbáceo floridas próximas, utilizaram, principalmente, plantas de porte arbóreo, o que é mais uma evidência do caráter restritivo da coleta de pólen por *M. quadrifasciata*. Segundo Wilms et al. (1996), coleta de pólen em árvores é uma característica do comportamento de forrageamento das abelhas sem ferrão.

A cada coleta, em cada ninho, uma ou duas fontes de pólen foram claramente dominantes sobre as demais, sugerindo que *M. quadrifasciata* apresenta uma oligolecia temporal na coleta de pólen. As operárias de *Melipona* podem comunicar às demais operárias do ninho a localização de fontes de alimento (Nieh 1998, Nieh & Roubik 1998, Hrncir et al. 2000, Jarau et al. 2000). Quando uma fonte de pólen é localizada por uma campeira, ela retorna ao ninho e recruta outras operárias do ninho para explorá-la. Portanto, a capacidade de comunicação das operárias de *Melipona* a respeito da localização de fontes de alimento permite que o ninho explore conjuntamente as fontes de pólen encontradas, aumentando assim, a eficiência de coleta. Segundo Johnson & Hubbell (1975), forrageamento em grupo é uma estratégia que explora de forma rápida e eficiente recursos abundantes e com distribuição agrupada.

A. mellifera também é polilética na coleta de pólen, não sendo restritiva como *M. quadrifasciata*. Isso pode ser mais facilmente percebido quando se analisa os números de espécies e famílias de plantas utilizadas pelas duas espécies de abelha: o número de espécies é bastante semelhante, o que é comprovado pelo fato de as larguras totais de nicho de ambas as espécies serem estatisticamente iguais, enquanto o número de famílias utilizado por *M. quadrifasciata* é menor que o utilizado por *A. mellifera*. Desta forma, embora

ambas utilizem uma quantidade semelhante de espécies, *M. quadrifasciata* se restringe a um número menor de famílias, utilizando mais espécies dentro de cada família. Além disso, *M. quadrifasciata* apresentou oligolecia temporal, o que nem sempre foi observado para *A. mellifera* – geralmente, a cada coleta, havia algumas espécies sendo utilizadas para a coleta de pólen em proporções semelhantes. Apenas no experimento realizado nas áreas de pastagem abandonada, houve uma grande dominância do pólen de *Eucalyptus* sp. 2 em diversas coletas – isso, entretanto, parece estar mais relacionado à grande abundância deste recurso, que a uma preferência pela coleta nestas plantas, como sugerem Carvalho & Marchini (1999), que mostram que as plantas mais abundantes na região estudada foram mais intensamente utilizadas por *A. mellifera* para a coleta de recursos alimentares.

O comportamento bastante generalista e a flexibilidade quanto à escolha dos recursos polínicos observados neste trabalho e em outros (Cortopassi-Laurino & Ramalho 1988, Carvalho & Marchini 1999, Carvalho et al. 1999, Marchini et al. 2000) são características bastante importantes para uma espécie com ninhos bastante populosos que, em caixas artificiais, chegam a ter entre 50000 e 60000 indivíduos. Essas características devem também ter sido bastante importantes no processo de colonização de novos ambientes por *A. mellifera*. Já *M. quadrifasciata* tem ninho com tamanho populacional consideravelmente menor: em torno de 800 indivíduos, o que, em parte explica a manutenção de um comportamento mais restritivo que o de *A. mellifera* na coleta de pólen sem prejuízo para a manutenção da colônia.

Efeitos de *A. mellifera* sobre a qualidade e a quantidade do pólen coletado por *M. quadrifasciata*

Nas condições dos experimentos realizados neste trabalho, a abundância aumentada de *A. mellifera* não causou alterações quantitativas ou qualitativas na coleta de pólen por *M. quadrifasciata*. Alguns trabalhos mostraram que a presença de *A. mellifera* sobre algumas espécies de plantas

ou em alimentadores artificiais reduz ou impede a presença de abelhas nativas sobre os mesmos (Roubik 1978, 1980). Se assim fosse, seria de se esperar que a abundância aumentada de *A. mellifera* e o conseqüente aumento de sua abundância sobre as plantas utilizadas também por *M. quadrifasciata* levariam a alterações na quantidade e, ou, na qualidade de pólen coletado, o que não aconteceu. Entretanto, o fato de não ter sido encontrada esta alteração não significa que o aumento na abundância de *A. mellifera* sobre determinadas plantas não esteja inibindo a visitação destas por operárias de *M. quadrifasciata*. Uma possível explicação para o resultado encontrado é que *M. quadrifasciata* não utiliza os mesmos indivíduos que *A. mellifera*, utilizando outras plantas da mesma espécie presentes na região, possivelmente mais longe do local onde estavam instaladas as colônias de ambas as espécies. Assim, *A. mellifera* poderia estar dominando as plantas mais próximas ao local onde estavam as colônias de ambas as espécies, fazendo com que *M. quadrifasciata* tivesse que ir mais longe à procura de alimento, o que incorreria num maior gasto de energia para a obtenção de pólen. A ausência de alterações na qualidade do pólen coletado é explicada pelo caráter restritivo do forrageamento de pólen por *M. quadrifasciata*.

Outra conseqüência do aumento da abundância de *A. mellifera* sobre plantas utilizadas por *M. quadrifasciata* poderia ser uma redução da largura de nicho da última, resultante da interrupção da atividade de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* em determinadas espécies de plantas em decorrência da presença de *A. mellifera*. Embora tenha sido detectada uma redução da largura de nicho de *M. quadrifasciata* quando o cálculo é feito considerando conjuntamente todas as coletas realizadas sob o tratamento aa; quando o cálculo é feito para cada data de coleta separadamente, o que se observa é que as variações na largura de nicho observadas devem-se mais a fatores sazonais que ao tratamento. Um fator sazonal que deve ter grande importância na variação da largura de nicho de *M. quadrifasciata* é a floração de alguma das plantas preferidas por esta abelha para a coleta de pólen. Chama a atenção o fato de que *Mimosa pudica* obteve uma baixa representatividade na dieta de *M. quadrifasciata*, embora seja uma importante fonte de pólen para *A.*

mellifera nos fragmentos de mata. Segundo Roubik (1996), indivíduos de espécies do gênero *Melipona* são os visitantes mais abundantes de *Mimosa pudica* na Guiana Francesa, sendo, entretanto, raros em plantas de *M. pudica* dominadas por *A. mellifera*.

Pedro & Camargo (1991) e Aguiar (2003) demonstraram que *A. mellifera* utiliza apenas uma pequena porção dos recursos florais disponíveis para as abelhas, resultando numa baixa sobreposição de nicho com as espécies de abelhas nativas, incluindo as abelhas sem ferrão, que, em diversos aspectos de sua biologia são bastante semelhantes às abelhas africanizadas. Isso também parece estar acontecendo no experimento 2, onde plantas intensamente utilizadas por *A. mellifera* para a coleta de pólen, como *Baccharis dracunculifolia*, *Cecropia* sp., *Mimosa pudica* e *Eucalyptus* sp.2 não foram ou foram pouco exploradas por *M. quadrifasciata*.

Já durante o experimento 1, houve uma grande sobreposição de nicho entre *A. mellifera* e *M. quadrifasciata*, o que deve-se à intensa utilização de *Eucalyptus* sp.2 como fonte de pólen por ambas as espécies. Segundo Eltz et al. (2001), quando há poucas espécies de plantas com floradas super abundantes, a sobreposição dos nichos de espécies de abelhas tende a ser mais pronunciada devido à intensa utilização dessas poucas fontes de recursos, o que provavelmente está acontecendo no caso do experimento nas áreas de pastagem abandonada realizados neste trabalho.

A não detecção de efeitos da abundância aumentada de *A. mellifera* sobre a coleta de pólen por *M. quadrifasciata* pode acontecer em decorrência do fato de que pólen não é um fator limitante, existindo numa abundância tal que, mesmo quando os valores de sobreposição de nicho são altos, a presença de *A. mellifera* no sistema não tenha impactos sobre a fauna de abelhas nativas. Segundo Wilms et al. (1996), a exploração de plantas com grandes floradas por abelhas melíferas e abelhas sem ferrão parece tamponar possíveis efeitos negativos de *A. mellifera* sobre abelhas nativas, uma vez que a quantidade de recursos oferecida não é um fator limitante nessas plantas. Minckley et al. (2003) mostraram que pólen não é um fator limitante e sugerem que a competição entre espécies nativas e *A. mellifera* por pólen não é

facilmente detectável devido ao fato de que a disponibilidade de pólen varia ao longo do tempo. Portanto, a competição apenas aconteceria em episódios ocasionais, quando a disponibilidade de pólen caísse de forma a torná-lo um recurso limitante. Entretanto, os dados que levaram estes autores a fazerem tal sugestão foram coletados num ambiente desértico, no qual a disponibilidade de recurso é mais dificilmente previsível, devido à imprevisibilidade do regime climático. Embora não haja estimativas da disponibilidade de pólen na região aqui estudada, o regime de chuvas é mais previsível, havendo claramente uma época chuvosa, na qual a maior parte das plantas floresce e, portanto, a disponibilidade de recursos florais é maior; e uma época seca, na qual poucas plantas florescem e a disponibilidade de recursos florais diminui, sendo esta última, a época mais provável na qual possa estar havendo competição entre *A. mellifera* e espécies nativas. Entretanto, o que se observou neste trabalho foi que, na estação seca, na qual se esperava maior escassez de recursos, a florada abundante de uma espécie vegetal introduzida – *Eucalyptus* sp.2 – forneceu grandes quantidades de pólen, tendo sido intensamente explorada por ambas as espécies de abelhas.

A introdução das abelhas melíferas no Brasil aconteceu há cerca de 165 anos e o processo de africanização já aconteceu há quase 50 anos. É possível que o impacto causado por essa espécie exótica na região estudada, que é bastante próxima à região onde houve a liberação das abelhas africanizadas tenha se limitado à época da chegada da abelha africanizada, de forma que o que se tem hoje em dia é uma comunidade já em equilíbrio, com as características ecológicas - como tamanhos populacionais e estratégia de forrageamento - das espécies que interagem com *A. mellifera* já moldadas à sua presença.

É possível, também, que a não detecção de efeitos seja decorrente do número de colônias de *A. mellifera* utilizadas em cada experimento não ser suficiente para, significativamente, aumentar a abundância nas áreas estudadas. Entretanto, a introdução de dez ninhos de *A. mellifera* é compatível com o tamanho médio de apiários da região (observação pessoal) e, portanto, é útil para se medir efeitos da introdução de ninhos de abelhas africanizadas

criados para a produção apícola sobre as abelhas nativas. As estimativas da abundância natural de *A. mellifera* na região tropical variam bastante: estudos citam 107 ninhos por km² numa área de cerrado (Kerr citado por Michener 1975) e uma estimativa geral para as Américas Central e do Sul estabelece 6 ninhos por km² (Roubik 1991). Mesmo que não permitam uma conclusão a respeito da abundância de ninhos de *A. mellifera* estabelecidos naturalmente na região Neotropical, os dados sugerem que essa abundância varie bastante, parecendo ser maior em áreas de vegetação aberta. Sendo assim, os efeitos de *A. mellifera* sobre a fauna nativa de abelhas devem variar regionalmente, dependendo do tamanho da população de abelhas africanizadas. Assim, estudos que visem avaliar esses efeitos, devem levar em conta a abundância de ninhos de *A. mellifera* estabelecidos naturalmente na região estudada.

Muito embora a presença da abelha africanizada nas regiões aonde ela foi introduzida venha sendo citada como um importante fator na redução dos tamanhos populacionais das abelhas nativas, é necessário que se leve em conta uma série de efeitos que podem estar agindo conjuntamente. Aizen & Feinsinger (1994b) mostraram que a abundância de *A. mellifera* aumenta à medida em que diminui o tamanho do fragmento de vegetação nativa, de forma que é possível que em fragmentos de tamanhos diferentes a pressão de *A. mellifera* sobre abelhas nativas tenha magnitudes diferentes.

Mesmo que estudos futuros comprovem que *A. mellifera* não compete por alimento com *M. quadrifasciata* ou outras espécies de abelhas eussociais, não se pode concluir que *A. mellifera* não tenha impactos negativos nas regiões onde ela foi introduzida. A abelha africanizada pode representar uma ameaça maior para abelhas oligoléticas, que utilizam exclusivamente poucas plantas como fontes de recursos. Assim, quando *A. mellifera* utiliza tais plantas, reduz a disponibilidade de alimento nessas plantas para as abelhas oligoléticas. Outro aspecto que deve ser levado em conta é o fato de que *A. mellifera* visita um número de plantas nas quais ela coleta pólen e, ou néctar, não realizando a polinização e deslocando polinizadores nativos. Segundo Roubik (1996), a presença de *A. mellifera* em *Mimosa pudica* reduz a

abundância de visitantes nativos dessa planta e reduz em, aproximadamente, 26% a formação de sementes nessa planta.

Dessa forma, embora os dados deste trabalho apontem para uma ausência de efeitos sobre *M. quadrifasciata*, a presença da *A. mellifera* nas regiões Neotropicais ainda tem muitos aspectos a serem estudados, a fim de que se possa ampliar o conhecimento acerca da gama de possíveis impactos da abelha africanizada sobre a fauna de visitantes florais e as plantas nativas dessa região.

CONCLUSÕES

1 – A coleta de pólen por *M. quadrifasciata* tem início logo após o nascer do sol e se concentra nas primeiras horas da manhã, sendo bastante reduzida no período vespertino.

2 – No experimento realizado nos pontos de pastagem abandonada, sob a abundância aumentada de *A. mellifera*, o horário de pico de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* aconteceu significativamente mais cedo, o que, provavelmente, se deve ao fato de que o recurso se torna pouco abundante mais cedo nessa condição.

3 – A abundância aumentada de *A. mellifera* não causou alterações no padrão diário de coleta de pólen por *M. quadrifasciata* no experimento realizado nos pontos de mata secundária. O padrão diário de atividade de coleta de pólen parece estar mais relacionado à disponibilidade de recursos e a fatores intrínsecos, como tamanho corporal.

4 – Embora seja uma espécie polilética, *M. quadrifasciata* é mais restritiva quanto à coleta de pólen, preferindo plantas das famílias Leguminosae, Melastomataceae, Myrtaceae e Solanaceae, de porte arbóreo e com grandes floradas.

5 – *M. quadrifasciata* apresenta oligolecia temporal, ou seja, a cada intervalo de tempo, o ninho se especializa na coleta de uma fonte de pólen, sendo essa fonte claramente dominante sobre as demais também coletadas.

6 – *A. mellifera* também é polilética para a coleta de pólen. Entretanto, ela não é restritiva como *M. quadrifasciata*, coletando plantas de um maior número de famílias em relação a *M. quadrifasciata*. *A. mellifera* utiliza plantas de porte herbáceo e arbustivo, além de plantas de porte arbóreo.

7 – Nas condições do experimento realizado neste trabalho, a abundância aumentada de *A. mellifera* não causou alterações qualitativas e,

ou, quantitativas sobre a coleta de pólen por *M. quadrifasciata*. A largura de nicho de *M. quadrifasciata* também não sofreu alterações em decorrência da abundância aumentada de *A. mellifera*.

8 – Os valores de sobreposição de nicho foram bastante altos nos experimentos realizados nos pontos de pastagem abandonada, devido à intensa utilização de uma espécie de *Eucalyptus* por ambas as espécies de abelha. Nos pontos de mata secundária, a sobreposição de nicho foi mais baixa – *A. mellifera* utilizou diversas espécies de plantas não utilizadas por *M. quadrifasciata* e esta, por sua vez, também utilizou diversas plantas não utilizadas por *A. mellifera*.

9 – Fatores sazonais, como floração de determinadas plantas, parecem ser mais importantes para explicar as variações encontradas na quantidade e qualidade do pólen coletado, bem como as variações na largura de nicho de *M. quadrifasciata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSY, M. L. & W. E. KERR. 1977.** Algumas plantas visitadas para a obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. *Acta Amazonica*, 7(3): 309-315.
- ABSY, M. L., J. M. F. CAMARGO, W. E. KERR, I. P. A. MIRANDA. 1984.** Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea) para a coleta de pólen na região do médio Amazonas. *Revista Brasileira de Biologia*, 44(2): 227-237.
- AGUIAR, C. M. L. 2003.** Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 457-467.
- AIZEN, M. A. & P. FEINSINGER. 1994a.** Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry forest, Argentina. *Ecology*, 75(2): 330-351.
- AIZEN, M. A. & P. FEINSINGER. 1994b.** Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine "Chaco Serrano". *Ecological Applications*, 4(2): 378-392.
- BROWN, J. C. & C. ALBRECHT. 2001.** The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*, 28: 623-634.
- BRUIJN, L. L. M. & M. J. SOMMEIJER. 1997.** Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes Sociaux*, 44: 35-47.
- BUCHMANN, S. L. 1983.** Buzz pollination in Angiosperms. p. 73-113. In: C. E. JONES & R. J. LITTLE (eds.) *Handbook of Experimental Pollination Biology*. New York, Scientific and Academic Editions, 558 p.
- BUCHMANN, S. L. 1987.** The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 343-369.
- BUCHMANN, S. L. 1996.** Competition between honey bees 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, 254 p.

CARVALHO, C. A. L. & L. C. MARCHINI. 1999. Plantas visitadas por *A. mellifera* L. no vale do Rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. Revista Brasileira de Botânica, 22(2): 333-338.

CARVALHO, C. A. L., L. C. MARCHINI, P. B. ROS. 1999. Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). Bragantia, 58(1): 49-56.

CORTOPASSI-LAURINO, M. & M. RAMALHO. 1988. Pollen harvest by africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. Apidologie, 19(1): 1-24.

DAFNI, A. & A. SHMIDA 1996. The possible ecological implications of the invasion of *Bombus terrestris* (L.) (Apidae) at Mt. Carmel, Israel p. 183-200. In A. MATHESON, S. L. BUCHMANN, C. O'TOOLE, P. WESTRICH, I. H. WILLIAMS (eds). The Conservation of Bees. London, Academic Press, 254 p.

ELTZ, T., C. A. BRÜHL, S. van der KAARS, K. E. LINSENMAIR. 2001. Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. Insectes Sociaux, 48: 273-279.

ENGEL, M. S. & F. DINGEMANS-BAKELS. 1980. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). Apidologie, 11(4): 341-350.

FARIA, G. M. 1994. A flora e a fauna apícola de um ecossistema de campo rupestre, Serra do Cipó – MG, Brasil: composição, fenologia e suas interações. Dissertação de doutorado, UNESP, Rio Claro, 239 p.

FRANKIE, G. W., W. A. HABER, P. A. OPLER, K. S. BAWA. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. p. 411-447. In: C. E. JONES & R. J. LITTLE (eds.) Handbook of Experimental Pollination Biology. New York, Scientific and Academic Editions, 558 p.

GONÇALVES, L. S., A. C. STORT & D. DE JONG. 1991. Beekeeping in Brazil, p. 359-372. In M. SPIVAK, D. J. C. FLETCHER & M. D. BREED (eds.), The "African" Honeybee. Boulder, Westview Press, 435 p.

- GOULSON, D. 2003.** Effects of introduced bees on native ecosystems. Annual Review of Ecology and Systematics, 34: 1-26.
- GUIBU, L. S., M. RAMALHO, A. KLEINERT-GIOVANNINI, V. L. IMPERATRIZ FONSECA. 1988.** Exploração dos recursos florais por *Melipona quadrifasciata* (Apidae, Meliponini). Revista Brasileira Biologia, 48(2): 299-305.
- HEARD, T. A. 1999.** The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology, 44: 183-206.
- HILÁRIO, S. D., V. L. IMPERATRIZ-FONSECA, A. KLEINERT-GIOVANNINI. 2000.** Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponini). Revista Brasileira de Biologia, 60(2): 299-306.
- HRNCIR, M., S. JARAU, R. ZUCCHI, F. G. BARTH. 2000.** Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. II. Possible mechanisms of communication. Apidologie, 31: 93-113.
- HURYN, V. M. B. 1997.** Ecological impacts of introduced honeybees. The Quarterly Review of Biology, 72(3): 275-397.
- JARAU, S., M. HRNCIR, R. ZUCCHI & F. G. BARTH. 2000.** Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. I. Foraging at food sources differing in direction and distance. Apidologie, 31: 81-91.
- JOHNSON, L. K. & S. P. HUBBELL. 1975.** Contrasting foraging strategies and coexistence of two bee species on a single resource. Ecology, 56: 1398-1406.
- KERR, W. E. 1969.** Some aspects of the evolution of social bees (Apidae). Evolutionary Biology, 3: 119-175.
- KERR, W. E., M. L. ABSY, A. C. M. SOUZA. 1986/87.** Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae) no Maranhão. Acta Amazônica, 16/17: 145-156.
- KREBS, C. J. 1991.** Ecological Methodology. Menlo Park, Benjamin Cummings, 620 p.
- KREMEN, C., N. M. WILLIAMS, & R. W. THORP. 2002.** Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of National Academy of Sciences, 99(26): 16812-16816

- LABOURIAU, M. L. S. 1971.** Contribuição à Palinologia dos Cerrados. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências, 291 p.
- MARCHINI, L. C., A. C. de C. C. MORETI, E. W. TEIXEIRA, P. C. F. OLIVEIRA. 2000.** Identificação das cargas de pólen transportadas por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) de diferentes colônias situadas num mesmo ambiente. *Ecosistema*, 25: 48-51.
- MICHENER, C. D. 1974.** The Social Behavior of the Bees – A Comparative Study. Cambridge, The Belknap Press, 404 p.
- MICHENER, C. D. 1975.** The Brazilian bee problem. *Annual Review of Entomology*, 20: 399-416.
- MICHENER, C. D. 2000.** The Bees of the World. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913 p.
- MINCKLEY, R. L., J. H. CANE, L. KERVIN, D. YANEGA. 2003.** Biological impediments to measures of competition among introduced honey bees and desert bees (Hymenoptera: Apiformes). *Journal of the Kansas Entomological Institute*, 76(2): 306-319.
- NIEH, J. 1998.** The food recruitment dance of the stingless bee, *Melipona panamica*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 43: 133-145.
- NIEH, J. C. & D. W. ROUBIK. 1995.** A stingless bee (*Melipona panamica*) indicates food location without using a scent trail. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37: 63-70.
- NIEH, J. C. & D. W. ROUBIK. 1998.** Potential mechanisms for the communication of height and distance by a stingless bee, *Melipona panamica*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 43: 387-399.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1970.** A Criação das Abelhas Indígenas sem Ferrão. São Paulo, Editora Tecnapis, 365 p.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997.** Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão. São Paulo, Editora Nogueirapis, 446 p.
- PEARCE, F. 1998.** Birds do it, bees do it. *New Scientist*, 1498: 17.
- PEDRO, S. R. M. & J. M. F. CAMARGO. 1991.** Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural “cerrado” ecosystem in Southeast Brazil. *Apidologie*, 22: 397-415.

- PIERROT, L. M. & C. SCHLINDWEIN. 2003.** Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (4): 565-571.
- PIMM, S. L. 1991.** The balance of nature? Chicago, The University of Chicago Press. 434 p.
- PROCTOR, M., P. YEO & A. LACK. 1996.** The Natural History of Pollination. Portland, Timber Press, 479 p.
- RAMALHO, M. 1990.** Foraging by stingless bees of the genus *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research*, 29(2): 61-67.
- RAMALHO, M., A. KLEINERT-GIOVANNINI, V. L. IMPERATRIZ-FONSECA. 1989.** Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie*, 20: 185-195.
- RAMALHO, M., A. KLEINERT-GIOVANNINI, V. L. IMPERATRIZ-FONSECA. 1990.** Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in Neotropical habitats: a review. *Apidologie*, 21: 469-488.
- RAMALHO, M., T. C. GIANNINI, K. MALAGODI-BRAGA, V. L. IMPERATRIZ-FONSECA. 1994.** Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Grana*, 33: 239-244.
- RICHARDS, A. J. 2001.** Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, 88: 165-172.
- ROUBIK, D. W. 1978.** Competitive interactions between Neotropical pollinators and Africanized honey bees. *Science*, 201: 1030-1032.
- ROUBIK, D. W. 1980.** Foraging behavior of competing Africanized honey bees and stingless bees. *Ecology*, 61: 836-845.
- ROUBIK, D. W. 1983.** Experimental community studies: time series tests of competition between African and Neotropical bees. *Ecology*, 64: 971-978.
- ROUBIK, D. W. 1989.** Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge, Cambridge University Press, 514 p.
- ROUBIK, D. W. 1991.** Aspects of africanized honey bee ecology in tropical America, p. 259-281. In M. SPIVAK, D. J. C. FLETCHER & M. D. BREED (eds.), The "African" Honeybee. Boulder, Westview Press, 435 p.

- ROUBIK, D. W. 1996.** African honeybees as exotic pollinators in French Guiana. p. 171-182. In A. MATHESON, S. L. BUCHMANN, C. O'TOOLE, P. WESTRICH, I. H. WILLIAMS (eds). The Conservation of Bees. London, Academic Press, 254 p.
- ROUBIK, D. W., J. E. MORENO, C. VERGARA, D. WITTMANN. 1986.** Sporadic food competition with the African honey bee: projected impact on neotropical social bees. *Journal of Tropical Ecology*, 2: 97-111.
- ROUBIK, D. W. & WOLDA, H. 2001.** Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion. *Population Ecology*, 43: 53-62.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & G. GOTTSBERGER. 1988.** A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*, 48: 651-663.
- SEELEY, T. D. 1985.** Honeybee Ecology – A study of adaptation in social life. Princeton, Princeton University Press, 201 p.
- SIMPSON, B. B. & J. L. NEFF. 1981.** Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322.
- SOMMEIJER, M. J., G. A. DE ROOY, W. PUNT, L. L. M. DE BRUIJN. 1983.** A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honey bees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. *Apidologie*, 14(3): 205-224.
- SPIVAK, M., D. J. C. FLETCHER & M. D. BREED. 1991.** Introduction. p. 1-9. In M. SPIVAK, D. J. C. FLETCHER & M. D. BREED (eds.), The "African" Honeybee. Boulder, Westview Press, 435 p.
- SUGDEN, E. A. 1996.** Toward an ecological perspective of beekeeping. p. 153-162. In A. MATHESON, S. L. BUCHMANN, C. O'TOOLE, P. WESTRICH, I. H. WILLIAMS (eds). The Conservation of Bees. London, Academic Press, 254 p.
- SUGDEN, E. A. & G. H. PYKE. 1991.** Effects of honey bees on colonies of *Exoneura asimillima*, an Australian native bee. *Australian Journal of Ecology*, 16: 171-181.

- VOGEL, S. 1978.** Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. p. 89-96. In A. J. Richards (ed.) *The Pollination of Flowers by Insects*. Londres, Academic Press, 213 p.
- VON FRISCH, K. 1967.** *The Dance Language and Orientation of Bees*. Cambridge, Harvard University Press, 566 p.
- WILLIAMS, I. H. 1996.** Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union, p. 63-80. In A. MATHESON, S. L. BUCHMANN, C. O'TOOLE, P. WESTRICH, I. H. WILLIAMS (eds). *The Conservation of Bees*. London, Academic Press, 254 p.
- WILMS, W., V. L. IMPERATRIZ-FONSECA, W. ENGELS. 1996.** Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. *Studies of the Neotropical Fauna & Environment*, 31: 137-151
- WILMS, W. & B. WIECHERS. 1997.** Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian rain forest. *Apidologie*, 28: 339-355
- WINSTON, M. 1992.** The honey bee colony: life history, p. 73-101. In J. M. GRAHAM (ed). *The Hive and the Honeybee*. Hamilton, Dadant & Sons, 1324 p.