

BRUNA DANIELLE VIEIRA SERRA

**POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DE *Cucurbita moschata* Poir EM
ÁREAS AGRÍCOLAS NOS MUNICÍPIOS DE VIÇOSA E PAULA
CÂNDIDO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

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

T

S487p
2007

Serra, Bruna Danielle Vieira, 1981-

Polinização entomófila de *Cucurbita moschata* Poir em áreas agrícolas nos municípios de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais, Brasil / Bruna Danielle Vieira Serra.

– Viçosa, MG, 2007.

x, 46f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 36-46.

1. Polinização por inseto. 2. Plantas cultivadas.
3. Relação inseto-planta. 4. Inseto - Comportamento.
5. Abobrinha. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 595.7

BRUNA DANIELLE VIEIRA SERRA

**POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA DE *Cucurbita moschata* Poir
EM ÁREAS AGRÍCOLAS NOS MUNICÍPIOS DE VIÇOSA E
PAULA CÂNDIDO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

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

APROVADA: 19 de julho de 2007

Profª Milene Faria Vieira
(Co-Orientadora)

Profº Dejair Message
(Co-Orientador)

Profº Murilo Sérgio Drummond

Profº Derly José Henrique da Silva

Profº Lucio Antonio de Oliveira Campos
(Orientador)

À minha família amada,
Em especial aos meus pais.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força que me sustenta e move: “Vida e beneficência me concedeste; e o teu cuidado guardou o meu espírito” (Jó 10.12).

À minha família, meu tesouro, que apesar da distância se fazem presentes nas palavras afetuosas e incentivadoras, possibilitando-me experimentar seu amor incondicional.

Ao Rodolfo, por existir na minha vida, fazê-la mais completa, divertida, apaixonada e feliz; por me mostrar que a felicidade existe sob a forma de um amor tranqüilo que se renova a cada dia, que me faz viver melhor sempre, independente de qualquer outro fator ao redor.

Ao professor Lucio, pela orientação, inestimáveis ensinamentos transmitidos, por todo apoio durante a realização deste trabalho e pela contribuição na minha formação profissional.

À professora Milene, pessoa sempre simpática, paciente e disponível, por sua co-orientação, valiosas sugestões e leitura dos manuscritos.

Ao professor Murilo, por ter aceitado o convite para participar desta banca, por ter me iniciado na carreira científica, juntamente com a professora Lenira, e terem contribuído para minha formação profissional.

Aos professores Dejair e Derly, por terem aceitado o convite para participar desta banca, e por todas as valiosas sugestões feitas.

Ao professor Fernando Amaral da Silveira (UFMG), e aos especialistas Eduardo Andrade Botelho de Almeida (UFPR) e André Nemésio (UFMG) pela identificação das abelhas.

À Flávia e Francisco, pela boa vontade de me auxiliar na análise dos dados.

Ao “Seu Chico” e ao Carlinhos, proprietários dos plantios, pelo acesso à área experimental.

Ao Reinaldo, pelos desenhos das flores de abobrinha.

À Amanda, Ana Flávia, Lila e Tati, pela paciência, amizade e colaboração em campo, por acordarem tão cedo e ficarem de plantão “vigiando” abelhas visitarem as flores.

À Malu(ca), pela identificação das espécies de *Bombus* e pelo empréstimo de material bibliográfico.

À Andreia, pela amizade, companheirismo, palavras de incentivo e pelos vários “cadim” de prosa mineirês.

Aos amigos de laboratório, pela convivência, pelas horas de descontração, troca de experiências e conhecimentos; em especial à Amanda, Ana Flávia, Darci, Fabrício, Flávia, Lila, Malu, Mário, Rubana e Tati.

À Viviane, minha amiga e irmã, que apesar da distância, sempre se faz presente em todos os momentos de minha vida.

Aos funcionários do Apiário, em especial ao Íris e Geraldo, pela ajuda em campo e por sempre serem gentis e dispostos a colaborar; ao Osmar e “Lulu”, pela convivência agradável e solicitude.

À D. Paula e Miriam, secretárias da pós-graduação em entomologia, pela eficiência e simpatia.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela oportunidade de realização deste trabalho e por toda formação propiciada.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de mestrado concedida.

BIOGRAFIA

Bruna Danielle Vieira Serra, filha de Cleudes Maria Alves Vieira Serra e José João Soares Serra, nasceu em 26 de agosto de 1981 em São Luís, Maranhão.

Concluiu seus estudos do Ensino Fundamental e Médio nesta cidade, na Escola Integrada Coronel Lara Ribas e Colégio Batista Daniel de La Touche, respectivamente.

Em 2000, ingressou na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), graduando-se bacharel e licenciada em Ciências Biológicas em julho de 2005.

Foi bolsista de iniciação científica (PIBIC – CNPq) no período de 2003 a 2005, sob orientação do professor Murilo Sérgio Drummond e da professora Lenira de Melo Lacerda, participando de projetos de pesquisa sobre estrutura de comunidades de abelhas eusociais e polinização de plantas de interesse econômico.

Em agosto de 2005, ingressou no curso de Mestrado em Entomologia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob orientação do professor Lucio Antonio de Oliveira Campos, submetendo-se à defesa da dissertação em 19 de julho de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1- Importância das abelhas para polinização.....	1
1.2- Importância da polinização de culturas agrícolas.....	3
1.3- Taxonomia, morfologia, características botânicas e expressão sexual de <i>Cucurbita moschata</i> Poir.....	5
1.4- Polinizadores de espécies de <i>Cucurbita</i>	8
2. OBJETIVOS.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1- Área de estudo.....	11
3.2- Biologia floral.....	12
3.3- Sistema reprodutivo.....	13
3.4- Visitantes florais.....	15
3.5- Eficiência de polinização.....	15
3.6- Análise estatística.....	16
4. RESULTADOS.....	16
4.1- Biologia floral.....	16
4.2- Sistema reprodutivo.....	17
4.3- Visitantes florais.....	19
4.4- Eficiência de polinização.....	26
5. DISCUSSÃO.....	27
6. CONCLUSÕES	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMO

SERRA, Bruna Danielle Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Polinização entomófila de *Cucurbita moschata* Poir em áreas agrícolas nos municípios de Viçosa e Paula Cândido, Minas Gerais, Brasil.** Orientador: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Co-Orientadores: Milene Faria Vieira e Dejair Message.

O trabalho teve por objetivo verificar a entomofauna polinizadora de *Cucurbita moschata* na região de Viçosa, Minas Gerais, estudar o comportamento desses insetos nas flores e avaliar sua importância para a polinização dessa planta, verificando o papel de cada polinizador, isoladamente. Além de analisar aspectos da biologia floral e padrão diário de atividade dos visitantes florais. O estigma esteve receptivo de 5:00h às 12:00h e a viabilidade dos grãos de pólen foi 96,68%. As espécies de abelhas mais frequentes nas flores de *Cucurbita moschata* foram *Trigona spinipes*, *T. hyalinata*, *Apis mellifera* e *Melipona quadrifasciata*. A maior atividade de abelhas ocorreu entre 7:00h e 10:00h, havendo diferenças nas espécies de abelhas mais abundantes nas distintas áreas de estudo. O comportamento de visita de *A. mellifera*, *M. quadrifasciata*, e *Bombus morio* foi semelhante. Visitavam as flores para coleta de néctar posicionando-se verticalmente entre a corola e as estruturas sexuais das flores, com o dorso voltado para o eixo floral, o que permitia a remoção do pólen das anteras das flores estaminadas e sua deposição nos estigmas das flores pistiladas. *T. spinipes* e *T. hyalinata* forrageavam em grupo e monopolizavam as fontes, afugentando outras espécies que tentavam pousar nas flores que ocupavam. As abelhas visitaram as flores apenas para coleta de néctar, não foi observada coleta de pólen, embora seus corpos ficassem repletos de grãos após visitas às flores estaminadas. Não houve produção de frutos quando as flores foram impedidas de receberem visitas dos insetos e a partir de flores visitadas uma única vez por *T. spinipes*. Quando as flores foram visitadas uma única vez por *M. quadrifasciata*, *B. morio*, *A. mellifera* e *T. hyalinata*, não houve diferença na porcentagem de frutos produzidos. A produção de frutos não diferiu quando as flores foram polinizadas natural ou manualmente ($F=2,53$; $gl=1$; $p=0,11$). Entretanto, quando as flores foram

polinizadas manualmente os frutos foram mais compridos. Diferenças no peso, número de sementes e diâmetros das porções anterior, mediana e posterior do fruto, de acordo com o tipo de tratamento (aberta ou manual), não foram encontradas. Pela análise de regressão múltipla, observou-se que nas condições das localidades estudadas, não houve efeito das variáveis abióticas temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, sobre o número total de abelhas coletadas. Mediante a análise de regressão simples com os dados de luminosidade e número de indivíduos de *A. mellifera* foi observada uma probabilidade de 98% de chance da luz explicar o número de indivíduos de *A. mellifera* coletados ($r^2=0,13$; $p=0,02$). Entretanto, o padrão de atividade desta espécie pode estar associado ao forrageamento intenso das espécies de *Trigona*, que monopolizam as flores e apresentam comportamento agressivo.

ABSTRACT

SERRA, Bruna Danielle Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2007. **Entomophilic pollination of *Cucurbita moschata* Poir in areas agricultural on the municipal district of Viçosa and Paula Cândido, Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Lucio Antonio de Oliveira Campos. Co-Advisers: Milene Faria Vieira and Dejair Message.

The objectives of this work were to determine *Cucurbita moschata*'s pollinator entomofauna in the region of Viçosa, Minas Gerais, to study these insects' behavior on flowers and to evaluate their importance on pollinating this plant, while verifying the role of each individual pollinator. In addition, to analyze aspects from flower biology and daily activity pattern of flower-visiting insects. The stigma was receptive from 5:00h to 12:00h and the viability of pollen grains was 96,68%. The most common bee species were *Trigona spinipes*, *Trigona hyalinata*, *Apis mellifera* and *Melipona quadrifasciata*. Bee activity was higher between 7:00h and 10:00h, and there were differences on the most abundant species of bees on the different study areas. The visitation behavior of *A. mellifera*, *M. quadrifasciata*, and *Bombus morio* were similar. They visited flowers for nectar collection, positioning themselves vertically between the corolla and the sexual structures of the flowers, with the back directed toward the floral axis, which allowed the removal of pollen from the anthers of flowers with stamens and its deposition on the stigma of flowers with pistils. *T. spinipes* and *T. hyalinata* foraged in groups and monopolized the sources, preventing other species from landing on the flowers which they occupied. The bees visited the flowers only for nectar collection – no pollen collection was observed, even though its bodies were full of grains after visits to the flowers with stamens. There was no fruit production when the flowers were prevented from receiving insect visits or from flowers visited only once by *T. spinipes*. When flowers were visited only once either by *M. quadrifasciata*, *B. morio*, *A. mellifera* or *T. hyalinata*, there was no difference in percentage of fruit production. There was no difference on fruit production when the flowers have received natural or manual pollination ($F=2,53$; $gl=1$; $p=0,11$). However, manually pollinated flowers produced longer fruits. No differences were found in the weight, number of

seeds and diameters of the anterior, median and posterior portions of the fruits, according to the type of treatment (opened or manual). A multiple regression analysis showed that, under the study sites conditions, there was no effect from the abiotic variables temperature, relative air humidity and luminosity on the total number of captured bees. According to a simple regression analysis with the data of luminosity and number of individuals of *A. mellifera*, there is a 98% probability that light explains the number of captured *A. mellifera* individuals ($r^2=0,13$; $p=0,02$). However, this species' activity patterns might be associated with the intense foraging from the *Trigona* species that monopolize the flowers and show aggressive behavior.

1- INTRODUÇÃO

1.1. Importância das abelhas para polinização

A polinização é fundamental na condução de muitas culturas agrícolas (Williams *et al.*, 1991; Shepherd *et al.*, 2003). Entre os vários agentes polinizadores, os insetos são, para a maioria das plantas, de maior eficiência tanto pelo seu número na natureza quanto por sua melhor adaptação às muitas vezes complexas estruturas florais. Muitas plantas de interesse econômico, cultivadas comercialmente, apresentam total dependência da atuação dos insetos, sem os quais não ocorrem a polinização e, conseqüentemente, a produção de frutos e de sementes (Nogueira-Couto *et al.*, 1990).

Embora muitos grupos de insetos sejam conhecidos como polinizadores, as abelhas constituem, provavelmente, o grupo mais importante em número e diversidade (Bawa *et al.*, 1985). São considerados os insetos polinizadores mais importantes de diversas culturas (Corbet *et al.*, 1991; Shipp *et al.*, 1994; Heard, 1999) e constituem o principal grupo de polinizadores de plantas de diversos ecossistemas (Bawa, 1990; Neff & Simpson, 1993).

Roubik (1995) registrou 600 espécies de plantas cultivadas associadas com abelhas nos Trópicos e, estima-se que, aproximadamente, 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha (FAO, 2004).

A importância destes insetos como polinizadores está relacionada à sua dependência das flores para obtenção de recursos alimentares, ao seu comportamento de forrageamento e constância floral. As abelhas coletam pólen e néctar para alimentar a próxima geração, ao passo que outros insetos coletam para suprir suas necessidades individuais. Possuem, ainda, habilidade de termoregulação e, algumas espécies, forrageiam mesmo em temperaturas baixas, o que geralmente as tornam melhores polinizadores do que a maioria dos outros insetos (Corbet *et al.*, 1991).

No entanto, a eficiência polinizadora de qualquer visitante floral pode ser influenciada por uma série de fatores, alguns inerentes ao próprio inseto

e outros dependentes da cultura a ser polinizada (Spears, 1983). Os principais fatores relacionados à cultura são a estrutura e morfologia da flor; o volume, concentração e conteúdo de açúcar total do seu néctar; horário e padrão de secreção do néctar ou liberação de pólen; viabilidade e longevidade do pólen; autocompatibilidade ou incompatibilidade do pólen do mesmo indivíduo, variedade ou cultivar; período de receptividade do estigma e vida útil dos óvulos (Harder & Thomson, 1989). Por outro lado, para que uma espécie animal qualquer, incluindo as abelhas, possa ser classificada como polinizadora de uma cultura agrícola, é preciso que o potencial polinizador seja atraído pelas flores da cultura; que apresente fidelidade àquela espécie; que possua tamanho e comportamento adequados para remover pólen dos estames e depositá-los nos estigmas; que transporte em seu corpo grandes quantidades de pólen viável e compatível; que visite as flores quando os estigmas ainda apresentem boa receptividade e antes do início da degeneração dos óvulos (Free, 1993; Freitas & Paxton, 1996; Freitas, 1997). Por isso, nem todas as espécies vegetais são igualmente atrativas para todos os polinizadores, e nem todo visitante floral é eficiente na polinização de qualquer cultura agrícola (Freitas, 1998b).

As abelhas, além de poderem contribuir significativamente para o incremento da produtividade agrícola, também desempenham papel fundamental na polinização das plantas silvestres (Freitas, 2002). No entanto, são necessárias mais informações sobre a importância que estes insetos têm para o aumento da produção agrícola e à manutenção do equilíbrio biológico (Freitas, 1998a).

Desafortunadamente, o desenvolvimento de práticas agrícolas inapropriadas ameaça muitas espécies de abelhas nativas e outros táxons de insetos (Roubik, 1989). A perda de polinizadores poderia afetar a produção agrícola em níveis nacionais e internacionais (O'Toole, 1993), visto que 30% da alimentação humana deriva de plantas polinizadas por abelhas (McGregor, 1976). A ameaça que os polinizadores vêm sofrendo com a utilização de pesticidas, perda, degradação e fragmentação de habitats alerta-nos para sua conservação (Kevan, 1991; Kearns & Inouye, 1997; Allen-Wardell *et al.*, 1998; Cane, 2001; Cane & Tepedino, 2001; Kevan & Phillips, 2001).

Neste contexto, um valor econômico poderia ser atribuído às abelhas não apenas como polinizadores de culturas agrícolas, mas também como espécies chave mutualísticas, vitais no manejo e conservação de habitats e, portanto, da flora e fauna (O'Toole, 2002).

Uma solução que vem sendo utilizada para garantir níveis de polinização adequados quando a quantidade de polinizador e/ou a espécie de polinizador existente não sejam adequados para atender os requerimentos de determinada cultura, é a introdução de polinizadores suplementares (Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005). O uso de agentes polinizadores em áreas cultiváveis é uma atividade complexa, uma vez que exige do responsável bons conhecimentos sobre fisiologia de plantas, requerimentos de polinização da cultura em questão e biologia e eficiência polinizadora do inseto usado (Freitas, 1998b). O desenvolvimento de práticas de manejo de polinizadores poderá assegurar polinização adequada para diversas culturas agrícolas, garantido quantidades viáveis do polinizador nas áreas a serem polinizadas (Kevan, 1999).

1.2. Importância da polinização de culturas agrícolas

A maximização da produção de alimentos é um dos principais objetivos da agricultura moderna. A elevada diversidade de espécies agrícolas requer adequada diversidade de polinizadores (Westerkamp & Gottsberger, 2000). Para se ter aumento de produtividade destas diferentes culturas é necessário que os agricultores analisem os fatores restritivos de cada sistema de produção para poder saná-los. Dentre os fatores que influenciam a produtividade de diversas culturas destaca-se a polinização (Couto, 2002).

Além de fundamental para perpetuação das espécies vegetais, se realizada adequadamente, a polinização contribui para o aumento no número de frutos vingados, melhora na qualidade dos frutos, diminuição dos índices de malformação, aumento do teor de óleos e outras substâncias extraídas dos frutos, encurtamento do ciclo de certas culturas e ainda

uniformização no amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita (Williams *et al.*, 1991).

Mesmo espécies cultiváveis que apresentam autopolinização, como o tomate, pimentão e berinjela, freqüentemente apresentam maior produtividade e frutos maiores ou de melhor qualidade quando polinizados por insetos (Xerces, 2005).

Os serviços de polinização prestados pelos polinizadores somente na indústria de sementes de alfafa (*Medicago sativa*), no Canadá, é avaliado em 6 milhões de dólares por ano (Kevan & Phillips, 2001). Nos EUA, considerando-se apenas polinizadores nativos, o valor dos serviços de polinização é estimado em 4,1 bilhões de dólares por ano (Prescott-Allen & Prescott-Allen, 1990). Em termos globais, a contribuição dos polinizadores às principais culturas dependentes destes agentes alcança 54 bilhões de dólares por ano (Kenmore & Krell, 1998). Grande parte dos serviços de polinização prestados pelos agentes polinizadores ocorre em espécies vegetais silvestres e está incluso nos chamados serviços de ecossistema, que também incluem agro-ecossistemas (Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005).

No Brasil, os serviços de polinização têm sido pouco valorizados e estudados. Não existem estudos compreensivos sobre o valor econômico da polinização nos sistemas agrícolas e/ou nativos. Duas culturas de expressão econômica e que dependem do uso de polinizadores vêm recorrendo a eles em larga escala no país: a maçã (*Malus domestica*), na região sul, e o melão (*Cucumis melo*), na região nordeste. No entanto, estas iniciativas se resumem, na maioria dos casos, à introdução de colônias de *Apis mellifera* nas áreas cultivadas com pouco manejo, direcionamento dos serviços de polinização e cuidado com os agentes polinizadores nativos (Freitas & Imperatriz-Fonseca, 2005).

Entretanto, se há polinizadores nativos disponíveis, suas necessidades devem ser asseguradas (Westerkamp & Gottsberger, 2000). Condições ambientais adequadas devem ser oferecidas (Banaszak, 1992) permitindo sua sobrevivência e reprodução. Uma alternativa seria o investimento em manejo de paisagens, procurando tornar as propriedades

mais adequadas para atrair e desenvolver populações de polinizadores autóctones (Kremen, 2004).

Considerando-se a importância da polinização para o sistema de abastecimento de alimentos e manutenção da biodiversidade, tornam-se necessárias mais informações sobre a dependência de polinização de várias culturas agrícolas e plantas silvestres de importância econômica ou social, especialmente variedades locais e espécies nativas. Estudos sobre polinizadores efetivos, eficiência de polinização e resposta econômica à polinização, bem como métodos de conservação, manejo e/ou introdução de polinizadores em áreas agrícolas e silvestres também devem ser priorizados. Tais informações poderiam trazer benefícios à agricultura, melhorando os níveis de produtividade, muitas vezes baixos devido à sub-polinização como consequência da redução, inadequação e/ou ausência de polinizadores eficientes nas áreas agrícolas.

1.3. Taxonomia, morfologia, características botânicas e expressão sexual de *Cucurbita moschata* Poir

A abobrinha (*Cucurbita moschata*) pertence à família Cucurbitaceae, que apresenta cerca de 90 gêneros e 750 espécies adaptadas às regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios.

Todas as espécies dessa família são originárias das Américas (Whitaker & Bemis, 1964). Existem 32 espécies de *Cucurbita*, e destas espécies, cinco são cultivadas: *C. ficifolia*, *C. maxima*, *C. argyrosperma*, *C. moschata* e *C. pepo* (Hurd *et al.*, 1971).

C. moschata é uma planta anual com hábito de crescimento decumbente com ramos se estendendo num raio de 10 a 16m. As folhas são grandes, algumas vezes excedendo 30cm de largura e com pecíolo de até 60cm de comprimento (McGregor, 1976). É uma espécie monóica, assim como todas as espécies do gênero *Cucurbita*, sendo imprescindível um vetor para assegurar a polinização (Michelbacher *et al.*, 1964; Percival, 1969; Hurd *et al.*, 1971; Proctor & Yeo, 1972; McGregor, 1976; Nepi & Pacini, 1993; Passarelli, 2002).

As flores estaminadas e pistiladas (Figura 1) são pentâmeras, crescem individualmente nas axilas das folhas e possuem cor amarelo intenso (Camargo, 1984; Pesson & Louveaux, 1984; Paris, 2001). A flor estaminada possui cinco estames com filetes e anteras unidos (Figura 1A-B); a flor pistilada tem ovário ínfero desenvolvido, estilete espesso e, normalmente, três lóbulos estigmáticos (Figura 1C-D) (Free, 1993).

As flores abrem antes ou logo após o nascer do sol e duram somente um dia (Hurd *et al.*, 1971; Nepi & Pacini, 1993). As flores permanecem abertas até depois do meio-dia se a temperatura estiver relativamente baixa e a umidade alta; porém em altas temperaturas e baixas umidades elas podem fechar às 8:00h (Seaton & Kremen citados por Free, 1993).

A quantidade de flores estaminadas e pistiladas produzidas é influenciada pelas condições climáticas, número de frutos presentes na planta e parcialmente regulada por fitohormônios (Whitaker & Davis, 1962). Temperaturas elevadas proporcionam o aumento do número de flores estaminadas produzidas (Silva, 1982), sendo o número de flores estaminadas sempre maior em relação às pistiladas (Whitaker & Davis, 1962). Amaral & Mitidieri (1966) verificaram 17,7 flores estaminadas para uma pistilada, Battaglini (1969) observou 10 estaminadas para uma pistilada, Tepedino (1981) encontrou a proporção de 5,3 flores estaminadas para uma pistilada, Minussi (2003) verificou 6 flores estaminadas para cada flor pistilada e Lattaro & Malerbo-Souza (2006) encontraram a proporção de 3,2:1.

A flor pistilada produz néctar como recurso aos polinizadores e a estaminada pólen e néctar. Os nectários de ambas as flores são diferenciados com relação à posição, quantidade e composição. Na flor estaminada, o nectário está localizado internamente ao tubo de filetes (Figura 1B) e o acesso ao néctar se dá por meio de três orifícios localizados entre os filetes (Figura 1B); na flor pistilada, o nectário forma um anel circular em torno da base do estilete (Figura 1D) (Pesson & Louveaux, 1984). As flores pistiladas produzem néctar mais concentrado e em maior quantidade que as flores estaminadas (Nepi & Pacini, 1993; Nepi *et al.*, 2001; Ashworth & Galetto, 2002).

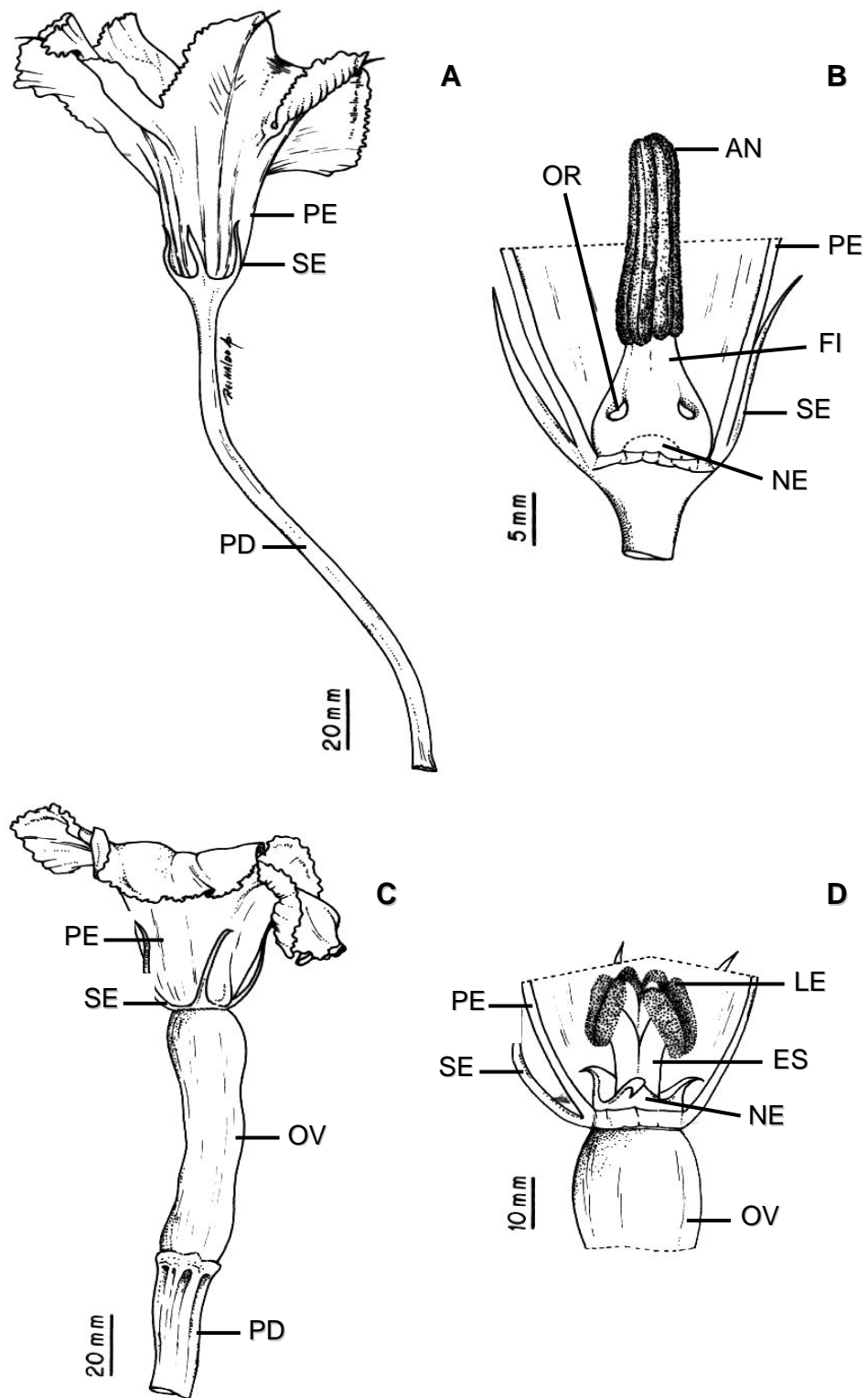


Figura 1. Morfologia das flores estaminadas (A e B) e pistiladas (C e D) de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira. AN= antera, ES= estilete, FI= filete, LE= lobo estigmático, NE= nectário, OR= orifício entre filetes, OV= ovário, PD= pedicelo floral, PE= pétala, SE= sépala.

1.4. Polinizadores de espécies de *Cucurbita*

Muitos insetos pertencentes às ordens Hymenoptera, Diptera e Coleoptera têm sido registrados visitando flores de plantas do gênero *Cucurbita* (Michelbacher *et al.*, 1964; Pesson & Louveaux, 1984; Ávila, 1987; Free, 1993; Nogueira-Couto *et al.*, 1990; Minussi, 2003). Entretanto, segundo Free (1993), os mais importantes insetos polinizadores de *Cucurbita* spp. são abelhas solitárias, *Bombus* spp. e *Apis mellifera*.

As abelhas solitárias dos gêneros *Peponapis* e *Xenoglossa*, encontradas nas Américas do Norte, Sul e Central, e mais centralizadas no México, onde o gênero *Cucurbita* atingiu o máximo de diversificação, têm no pólen e néctar de *Cucurbita* spp. suas principais fontes de alimento. Essas abelhas co-evoluíram com o gênero *Cucurbita* e possuem diversas adaptações comportamentais e estruturais que maximizam a eficiência na coleta de pólen e néctar. Essas características incluem habilidade para voar em baixas temperaturas e intensidade de luz, quando o pólen das flores de *Cucurbita* está disponível, e pêlos modificados nas pernas posteriores adaptados para coleta e manipulação dos grãos de pólen grandes, pesados e pegajosos (Michelbacher *et al.*, 1964; Hurd *et al.*, 1971; Free, 1993).

Kirkpatrick & Wilson (1988) verificaram que os insetos mais freqüentes nas flores de *Cucurbita* no Texas foram as abelhas *Xenoglossa strenua* e *Peponapis pruinosa*, encontrando em menor proporção espécies de *Bombus*, *Apis* e indivíduos da família Halictidae. Estes autores verificaram que *X. strenua* foi o principal vetor de pólen, chegando às flores antes do amanhecer, freqüentemente forçando a entrada através das pétalas, ainda em processo de abertura, e removendo pólen com tal eficiência que muito pouco era deixado para visitantes posteriores.

Amaral & Mitidieri (1966) e Cardoso (2003), em trabalhos realizados em São Paulo, verificaram que as abelhas *Trigona spinipes* e *A. mellifera* foram os principais polinizadores de *C. pepo*. Meléndez-Ramírez *et al.* (2002) encontraram *Trigona fulviventris* como uma das espécies mais freqüentes em cultivares de *C. moschata* no México.

As abelhas *A. mellifera* foram predominantes visitando as flores da aboboreira no município de Porteirinha, Minas Gerais (Ávila, 1987) e em

Ribeirão Preto, São Paulo (Lattaro & Malerbo-Souza, 2006). De acordo com Nogueira-Couto & Peraro (2000), o principal agente polinizador de *C. mixta* foi *T. spinipes*, embora *Xylocopa* spp. e abelhas da família Halictidae também tenham sido observadas em menor frequência. Gomes (1991), estudando a polinização de *C. maxima* e *C. moschata* em Porteirinha, Minas Gerais, verificou que dentre os insetos visitantes destacam-se *A. mellifera*, *Diabrotica speciosa* e *T. spinipes*. A espécie *A. mellifera* foi encontrada visitando flores da aboboreira por vários outros pesquisadores em diferentes locais: Nogueira-Couto *et al.* (1990), em Jaboticabal, São Paulo; Nepi & Pacini (1993), em Siena, Itália; Minussi (2003), em Santa Rosa do Sul, Santa Catarina e Shuler *et al.* (2005), no estado da Virgínia, Estados Unidos.

Em virtude das espécies de *Cucurbita* dependerem totalmente da ação dos insetos para que ocorra frutificação, tornam-se necessários estudos sobre a entomofauna e, particularmente, sobre a melissofauna associada ao gênero *Cucurbita*, que inclui culturas agrícolas de importância econômica e alimentar. Isto se reforça com o fato de que os requerimentos de polinização para a produção máxima de diferentes cultivares não estão claros. Os produtores frequentemente questionam sobre reduções na taxa de frutos estabelecidos na aboboreira. Como a abobrinha e outras cucurbitáceas dependem das abelhas para a polinização, o baixo estabelecimento de frutos pode ser devido à deficiência de abelhas ou algum estresse biótico (pragas, doenças) ou abiótico (relacionado ao clima, solo) que afeta a polinização das flores e/ou estabelecimento dos frutos (Wien *et al.*, 1989).

Devido reduções na qualidade e estabelecimento dos frutos de espécies de *Cucurbita*, provocados dentre outros fatores, por deficiência na polinização (Stanghellini *et al.*, 1997), foi desenvolvido um híbrido que apresenta o caráter macho-esterilidade: produz flores pistiladas e estaminadas na mesma planta. Todavia, as flores estaminadas são estéreis, necessitando de planta polinizadora que ocupe cerca de 20% da área de cultivo, ou, utilização de fitoreguladores do grupo das auxinas, que, quando pulverizados na flor aberta, diretamente sobre o pistilo, asseguram a formação do fruto pelo processo denominado partenocarpia, sem necessidade de polinização (Krishnamoorthy, 1981 citado por Amarante &

Macedo, 2000). Entretanto, o uso de planta polinizadora intercalada com híbridos de *Cucurbita* spp. apresenta problemas relativos à deficiência de sincronização do florescimento dos dois cultivares, podendo ser uma das causas de queda no rendimento da cultura.

Outro possível fator restritivo na produção *Cucurbita* spp. e também de outras espécies vegetais cultiváveis ou nativas, é a redução das populações de polinizadores, consequência da perda e fragmentação de habitats, degradação de habitats e utilização de pesticidas (Shepherd *et al.*, 2003). Uma alternativa viável para solucionar o déficit de polinização de diversas espécies vegetais cultiváveis, dentre elas a abobrinha, seria a restauração e proteção do habitat dos seus polinizadores, garantindo condições de permanência dos mesmos. Para isso, é necessária a realização de estudos sobre a entomofauna polinizadora dessas culturas.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

- a) Estudar aspectos da biologia floral e sistema reprodutivo de *C. moschata* Poir var. Menina Brasileira;
- b) Identificar os seus polinizadores em áreas agrícolas nos municípios de Viçosa e de Paula Cândido, Minas Gerais;
- c) Determinar o padrão diário de atividade e o comportamento de visita dos principais polinizadores;
- d) Verificar o papel dos principais polinizadores, isoladamente, após uma única visita de cada espécie às flores, registrando-se a frutificação obtida.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Área de estudo

O estudo foi realizado no período de setembro de 2006 a fevereiro de 2007 em plantios de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira, estabelecidos por produtores rurais nos municípios de Viçosa e de Paula Cândido, Minas Gerais. Os dados foram coletados no período de setembro de 2006 a fevereiro de 2007 em três áreas: Comunidade dos Barros (S 20° 50. 316'; W 042° 55. 417") (Figura 2A), pertencente ao município de Paula Cândido; Paraíso (S 20° 47. 535'; W 042° 52. 779") (Figura 2B) e Córrego do Engenho (S 20° 49. 154'; W 042° 53. 093") (Figura 2C), localizadas no município de Viçosa. A área plantada em Comunidade dos Barros possuía aproximadamente 1000 covas; Córrego do Engenho 700 covas e, Paraíso, 600 covas plantadas. Todas as áreas caracterizavam-se por apresentar fragmentos de mata nativa a, no máximo, 350m de distância dos plantios; e, por possuírem diversas espécies vegetais circundantes e/ou entremeadas aos plantio de abobrinha, como *Sinapis arvensis* L., *Bidens pilosa* L., *Sonchus oleraceus* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Brassica oleraceae* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill. Outra característica compartilhada foi a proximidade a cursos d'água; rio São Bartolomeu, no caso de Córrego do Engenho e Paraíso; e Ribeirão Santo Antônio, em Comunidade dos Barros.

A vegetação da região está inserida nos domínios da Floresta Atlântica (Rizzini, 1992) e foi classificada, por Veloso *et al.* (1991), como Floresta Estacional Semidecidual Submontana. O clima é caracterizado por apresentar temperatura média anual de 19°C, índices pluviométricos anuais de 1300 a 1400 mm, com o período de maior precipitação entre os meses de outubro a março, e umidade relativa do ar de 80 a 85%.



Figura 2. Vista geral das áreas cultivadas com *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira: A) Comunidade dos Barros, município de Paula Cândido; B) Paraíso e C) Córrego do Engenho, município de Viçosa, Minas Gerais.

3.2- Biologia floral

Para acompanhamento do ciclo de desenvolvimento das flores, 30 botões florais foram marcados ao entardecer e acompanhados no dia seguinte desde a sua abertura até o murchamento.

O período de receptividade do estigma das flores foi testado de acordo com a técnica de Dafni *et al.* (2005), utilizando-se solução de peróxido de hidrogênio 3% e verificando a formação de bolhas de oxigênio nos estigmas. O teste foi realizado em cinco flores, a cada hora, das 5:00h às 12:00h, totalizando 40 flores.

A viabilidade dos grãos de pólen foi avaliada utilizando-se 28 flores recém abertas escolhidas, aleatoriamente, em diferentes indivíduos. No dia anterior à antese, essas flores foram ensacadas com sacos de poliéster e, no dia seguinte, coletadas. Lâminas foram preparadas depositando-se o pólen de cada flor sobre uma gota de carmim acético (Radford *et al.*, 1974) para coloração do seu citoplasma e observadas ao microscópio. Os grãos de pólen viáveis tinham seu citoplasma corado de vermelho; e, os grãos inviáveis, permaneciam descorados. Em cada lâmina foram contados 200 grãos de pólen ao acaso.

3.3 – Sistema reprodutivo

Para o estudo do sistema reprodutivo utilizou-se a metodologia proposta por Dafni *et al.* (2005). Foram utilizadas 60 flores, de diferentes indivíduos, marcadas aleatoriamente e distribuídas em três tratamentos, cada tratamento com uma amostra de 20 flores:

A) Polinização manual: flores foram protegidas com sacos de poliéster na pré-antese (Figura 3). Após abertas, as flores foram desensacadas e polinizadas manualmente com pólen de flores de outra planta.

B) Agamospermia: flores na pré-antese foram ensacadas com sacos de poliéster para observação da formação de frutos na ausência de visitação por insetos.

C) Polinização aberta: as flores foram apenas marcadas e não receberam proteção alguma.

No tratamento A, a proteção da flor era retirada para efetuar a polinização manual e, em seguida, recolocada. Este tratamento foi realizado entre 6:00h e 8:00h da manhã.

As flores dos tratamentos A e B permaneceram ensacadas por mais de 24 horas para evitar visita de abelhas e outros insetos, sendo então retirados os sacos de proteção.



Figura 3. Botão de uma flor pistilada de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira coberta com saco de poliéster um dia antes da antese.

Os frutos provenientes dos tratamentos foram colhidos verdes, cinco dias após a realização das polinizações, nas condições de comercialização e consumo (Figura 4). Suas qualidades foram avaliadas através de medições do comprimento, diâmetros das porções anterior, mediana e posterior; pesagens individuais dos frutos logo após cada colheita e contagem do número de sementes.



Figura 4. Frutos imaturos de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira em condições de comercialização e consumo.

3.4 – Visitantes florais

As abelhas foram coletadas ao acaso em diferentes plantas utilizando-se rede entomológica e pinça durante 10 minutos a cada hora, das 5:00h às 12:00h. As coletas foram realizadas durante três dias em cada área de estudo, totalizando um esforço de 24 horas por área amostrada. Após a captura, os insetos eram colocados em câmara mortífera, separados em sacos por hora de coleta, montados e etiquetados. As abelhas coletadas foram depositadas na coleção entomológica da Universidade Federal de Viçosa e identificadas por especialistas.

Concomitantemente, foram obtidos dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade em intervalos de 60 minutos, iniciando-se às 5:00h e finalizando ao meio-dia, com auxílio de termohigrômetro e luxímetro instalados próximos à cultura.

O comportamento de visita das espécies de abelhas mais freqüentes e daquelas que, por seu comportamento, poderiam ser consideradas polinizadoras eficientes, foi registrado a partir de observações visuais diretas e fotografias. Foram medidas as distâncias intertégula de 15 indivíduos de cada uma dessas espécies, para avaliar seu tamanho.

3.5 – Eficiência de polinização

Verificou-se o estabelecimento de frutos após uma única visita dos principais polinizadores às flores. Para isso, 100 flores pistiladas foram selecionadas ao acaso, protegidas na pré-antese, com sacos de poliéster, e desprotegidas após a antese para permitir uma visita de abelhas: *Apis mellifera* (Linnaeus) (n=20), *Bombus morio* (Swederus) (n=19), *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier) (n=21), *Trigona hyalinata* (Lepeletier) (n=20) e *Trigona spinipes* (Fabricius) (n=20). Após as visitas, as flores eram novamente protegidas, etiquetadas e o estabelecimento dos frutos avaliado.

3.6 – Análise estatística

Os dados relacionados às características dos frutos produzidos em função do tipo de tratamento (polinização aberta ou manual) foram analisados por meio do Teste-T (Zar, 1999).

Para testar se houve diferenças nas porcentagens de frutificação após uma visita dos principais polinizadores, utilizou-se o Teste do Qui-quadrado e, para verificar diferenças na porcentagem de frutificação entre polinização aberta e manual, utilizou-se o Teste de Fisher, visto os dados não atenderem aos pressupostos do Qui-quadrado (Zar, 1999).

A abundância dos insetos coletados em relação à temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade foi testada através de análise de variância (Zar, 1999). Todos os testes foram feitos adotando-se nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

4.1 - Biologia floral

A maioria das flores estaminadas e pistiladas já estavam abertas às 5:00h da manhã, embora algumas flores ainda estivessem em processo de antese nessa hora. O fechamento ocorreu entre 11:00h e 12:00h do mesmo dia, com o murchamento e a torção em espiral da parte apical da corola. Entretanto, observou-se que em dias mais frios as flores permaneciam abertas até meio-dia ou mais tarde, e em temperaturas mais elevadas, as corolas começavam a murchar por volta de 8:00h e 9:00h.

O estigma esteve receptivo durante todo o intervalo de tempo em que o teste de receptividade foi realizado. A viabilidade dos grãos de pólen foi, em média, de 96,68%.

4.2 – Sistema reprodutivo

O número de frutos produzidos não diferiu quando as flores foram polinizadas natural (aberta) ou manualmente ($F= 2,53$; $gl= 1$; $p= 0,11$) (Tabela 1). Entretanto, quando as flores foram polinizadas manualmente, obtiveram-se frutos mais compridos (Tabela 2 e Figura 5). Diferenças no peso, número de sementes e diâmetros das porções anterior, mediana e posterior do fruto, de acordo com o tipo de tratamento, não foram encontradas (Tabela 2).

As flores pistiladas de *C. moschata* não produziram frutos quando impedidas de receberem visitas dos insetos (agamospermia). A proteção da flor impediu a entrada natural de polinizadores ou pólen e, conseqüentemente, não ocorreu a polinização da flor.

Tabela 1. Frutificação obtida após polinizações aberta e manual em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais.

Tipo de polinização	Frutificação	Vingamento	
		vingaram	não vingaram
aberta (n= 20)	90%	18	2
manual (n= 20)	70%	14	6

Tabela 2. Características qualitativas dos frutos de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira em função do tipo de tratamento realizado na região de Viçosa, Minas Gerais, adotando-se nível de significância de 5%.

Variáveis	Polinização	Polinização	Valor de T	gl	p
	aberta ($\bar{X} \pm DP$) (N= 18)	manual ($\bar{X} \pm DP$) (N= 14)			
Peso (Kg)	0,37± 0,11	0,42 ± 0,09	1,25	30	0,21
Comprimento (cm)	22,28 ± 2,17	24,53 ± 2,69	2,61	30	0,01*
Diâmetro anterior (cm)	5,14 ± 0,68	5,05 ± 0,76	0,33	30	0,074
Diâmetro mediano (cm)	4,22 ± 0,55	4,25 ± 0,58	0,12	30	0,90
Diâmetro posterior (cm)	6,07 ± 0,78	6,30 ± 0,52	0,91	30	0,36
Número de sementes	509,77 ± 166,25	530,50 ± 139,36	0,37	30	0,71

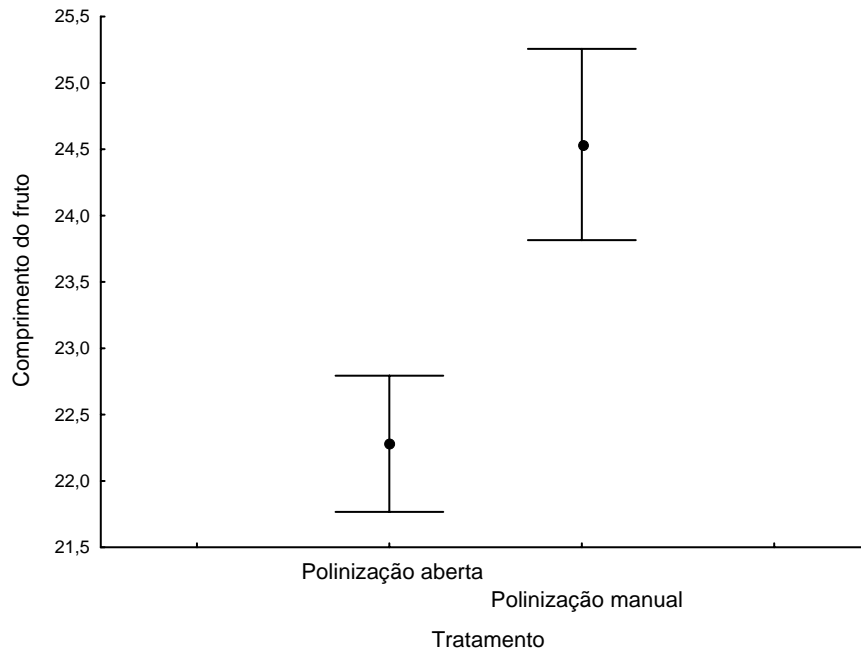


Figura 5. Erro e desvio padrão do comprimento dos frutos de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira, de acordo com o tipo de polinização (aberta ou manual).

4.3 – Visitantes florais

As espécies de abelhas coletadas visitando flores de *C. moschata* são apresentadas na Tabela 3.

T. spinipes, *T. hyalinata*, *A. mellifera* e *M. quadrifasciata* foram os visitantes mais freqüentes (Figura 6A-D, G-H). As demais espécies de abelhas, apesar de serem observadas em menor proporção, forrageavam a procura de néctar e carregavam pólen (Figura 6E-F), tal como as abelhas mais freqüentes.

Tabela 3. Espécies e frequência de abelhas coletadas em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira, cultivada em duas áreas em Viçosa (2 e 3) e uma área em Paula Cândido (1), Minas Gerais. Área 1= Comunidade dos Barros; Área 2= Córrego do Engenho; Área 3= Paraíso.

Espécies	Visitas (N)			Número total de visitas	Visitas (%)		
	Áreas de coleta				Áreas de coleta		
	1	2	3		1	2	3
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	1	1200	1340	2541	0,09	90,29	92,67
<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	1007	17	0	1024	87,95	1,28	0
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	133	76	19	228	11,61	5,72	1,31
<i>Melipona quadrifasciata</i> (Lepeletier, 1836)	1	26	77	104	0,09	1,96	5,32
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	1	5	2	8	0,09	0,38	0,14
<i>Augochlora foxiana</i> (Cockerell, 1900)	0	2	4	6	0	0,15	0,28
<i>Augochlora esox</i> (Vachal, 1911)	0	1	2	3	0	0,07	0,14
<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836)	0	2	0	2	0	0,15	0
<i>Augochlora francisca</i> (Schrottky, 1902)	0	0	1	1	0	0	0,07
<i>Bombus atratus</i> (Franklin, 1913)	1	0	0	1	0,09	0	0
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius, 1804)	1	0	0	1	0,09	0	0
<i>Eulaema nigrita</i> (Lepeletier, 1841)	0	0	1	1	0	0	0,07
TOTAL	1145	1329	1446	3920	100	100	100

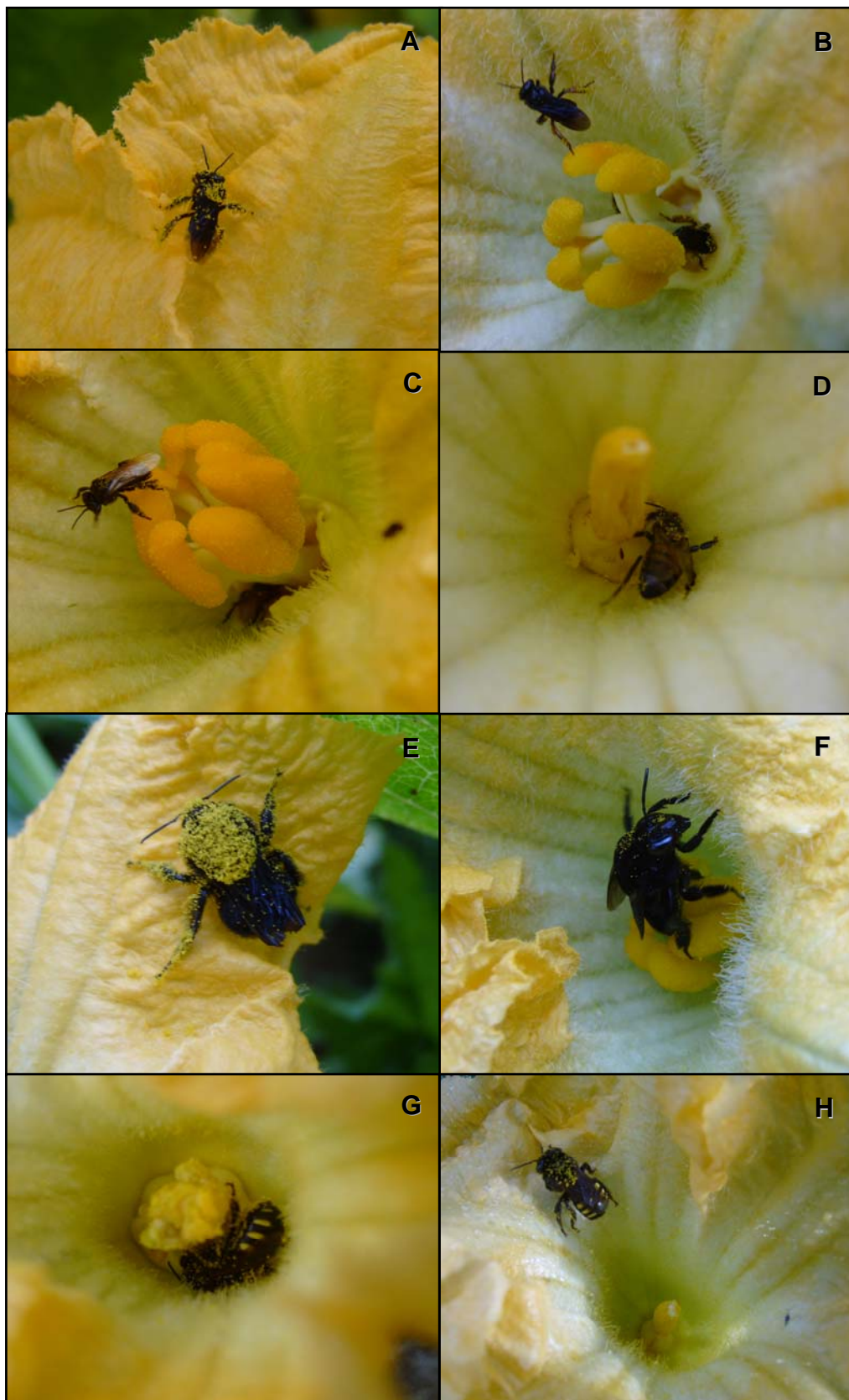


Figura 6. Visitantes em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira em áreas agrícolas na região de Viçosa, Minas Gerais: A e B) *Trigona spinipes*; C) *Trigona hyalinata*; D) *Apis mellifera*; E e F) *Bombus morio*; G e H) *Melipona quadrifasciata*.

O padrão de frequência de visitação das abelhas mais abundantes da abobrinha é apresentado na Figura 7.

Em Comunidade dos Barros, a maior atividade de abelhas ocorreu entre 8:00h e 10:00h (Figura 7A). Neste local as espécies de abelhas mais abundantes foram *A. mellifera* e *T. hyalinata* (Tabela 3). O pico de visitação de *T. hyalinata* ocorreu às 9:00h e, *A. mellifera*, foi mais abundante às 5:00h, decrescendo gradativamente nos horários posteriores (Figura 7A).

A maior frequência de abelhas em Córrego do Engenho ocorreu entre 7:00h e 10:00h (Figura 7B). As espécies *T. spinipes*, *A. mellifera*, *M. quadrifasciata* e *T. hyalinata* foram as mais abundantes neste local (Tabela 3). *T. spinipes* foi coletada em todos os horários, sendo mais representada às 8:00h; *A. mellifera* foi mais freqüente entre 5:00h e 7:00h e menos freqüente nos demais horários, não sendo coletada ao meio-dia (Figura 7B).

As espécies de abelhas mais abundantes em Paraíso foram *T. spinipes*, *M. quadrifasciata* e *A. mellifera* (Figura 7C; Tabela 3). O pico de visitação neste local coincidiu com o pico de visitação de *T. spinipes*, às 8:00h; *A. mellifera* foi coletada apenas às 5:00h e 10:00h e, *M. quadrifasciata*, foi mais abundante nas horas iniciais do dia, entre 5:00h e 7:00h (Figura 7C).

O comportamento de visita das espécies de abelhas maiores, *A. mellifera*, *M. quadrifasciata*, e *B. morio* (Tabela 4), foi semelhante. Ao visitarem as flores para coleta de néctar posicionavam o corpo verticalmente entre a corola e as estruturas sexuais das flores (Figura 8). Nesta posição, com o dorso voltado para o eixo floral ao visitarem as flores estaminadas, o pólen adería ao seu corpo e, ao visitarem flores pistiladas, este pólen era depositado sobre o estigma.

As abelhas de menor porte, *T. spinipes* e *T. hyalinata* (Tabela 4), deslocavam-se pelas pétalas, estames ou estigma, aparentemente de forma desordenada. Estas abelhas forrageavam em grupo e monopolizavam as fontes de alimento (Figura 9), afugentando outras espécies que tentassem pousar nas flores que ocupavam.

Observou-se que as abelhas visitavam as flores apenas para coleta de néctar, não foi observada coleta de pólen, embora seus corpos ficassem repletos de grãos após visitas às flores estaminadas. Em algumas ocasiões,

verificou-se indivíduos de *A. mellifera* e *M. quadrifasciata* removendo pólen de seus corpos durante o vôo ou pousados sobre as pétalas da flor.

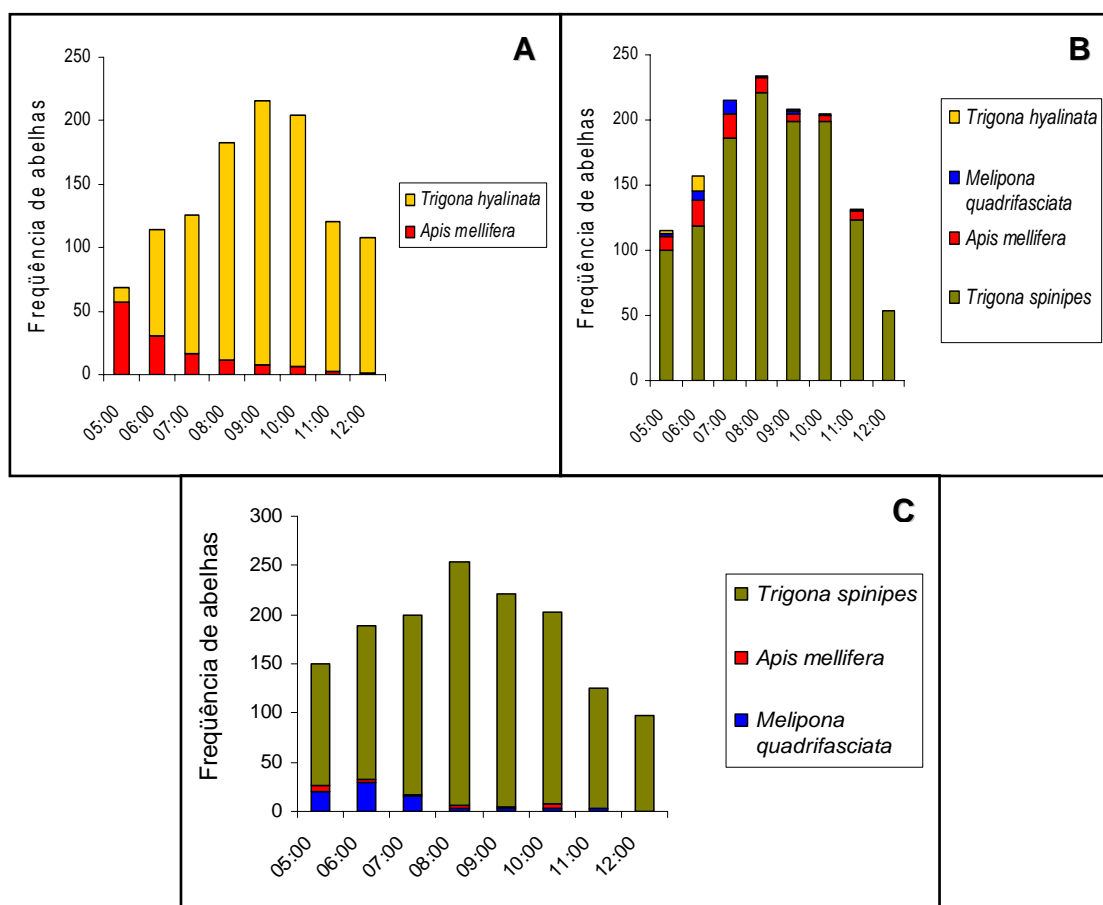


Figura 7. Padrão diário médio de forrageamento das espécies de abelhas mais abundantes coletadas em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira: A) Comunidade dos Barros, município de Paula Cândido, Minas Gerais; B) Córrego do Engenho e C) Paraíso, município de Viçosa, Minas Gerais.

Tabela 4. Valores médios da distância intertégula dos principais polinizadores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais.

Espécies de abelhas	Intertégula média \pm DP (mm)
<i>Trigona spinipes</i>	1,68 \pm 0,011
<i>Trigona hyalinata</i>	1,82 \pm 0,006
<i>Apis mellifera</i>	2,67 \pm 0,009
<i>Melipona quadrifasciata</i>	2,97 \pm 0,009
<i>Bombus morio</i>	6,19 \pm 0,018



Figura 8. Flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais: *Bombus morio* (A) e *Melipona quadrifasciata* (B) em posição de coleta de néctar, com o dorso em contato com o androceu.

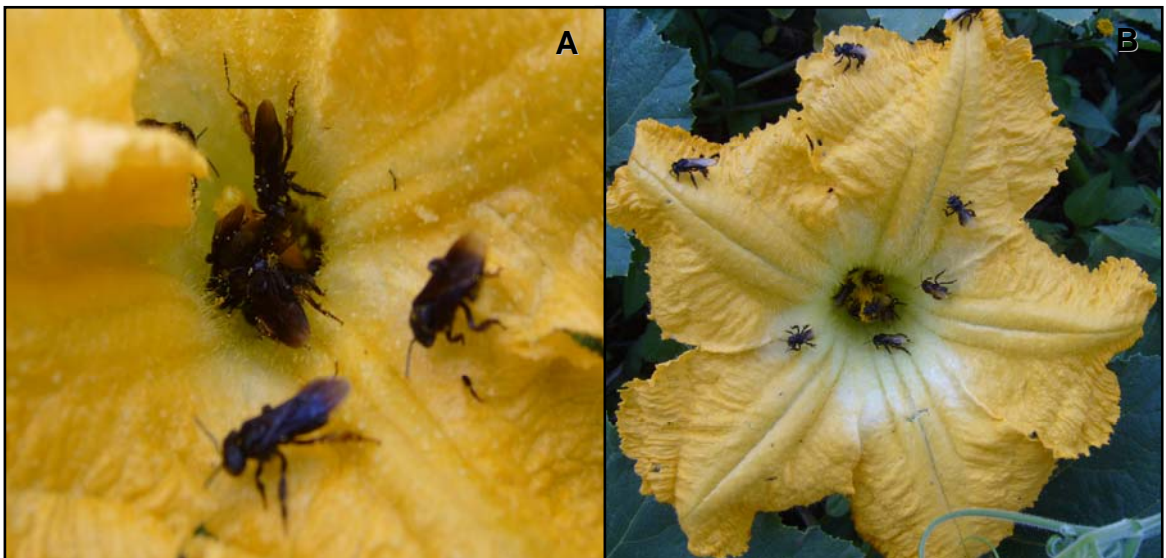


Figura 9. Flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais: Forrageamento massivo de *Trigona spinipes* (A) e *Trigona hyalinata* (B).

Verificou-se, através de regressão múltipla, que não houve efeito das variáveis abióticas temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, sobre o número total de abelhas coletadas (Tabela 5).

A análise de regressão múltipla considerando os efeitos das variáveis abióticas temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, sobre a variável número total de indivíduos das espécies de abelhas mais freqüentes: *T. spinipes*, *T. hyalinata*, *A. mellifera* e *M. quadrifasciata*, encontrou relação apenas entre as variáveis luminosidade e número de indivíduos de *A. mellifera* (Tabela 6).

Tabela 5. Resultado da análise de regressão múltipla sobre a influência das variáveis abióticas no número total de abelhas coletadas em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais, adotando-se nível de significância de 5%.

Variáveis abióticas	gl	F	p
Temperatura	1	1,11	0,29
Umidade relativa	1	0,38	0,53
Luminosidade	1	0,18	0,67

Tabela 6. Resultado da análise de regressão múltipla sobre a influência das variáveis abióticas no número total de indivíduos de *Apis mellifera* coletados em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira na região de Viçosa, Minas Gerais, adotando-se nível de significância de 5%.

Variáveis abióticas	gl	F	p
Temperatura	1	0,08	0,76
Umidade relativa	1	2,75	0,10
Luminosidade	1	6,51	0,01*

Desta forma, efetuou-se uma análise de regressão simples com os dados de luminosidade e número de indivíduos de *A. mellifera* e obteve-se uma probabilidade de 98% de chances da luz explicar o número de indivíduos de *A. mellifera* coletados ($r^2 = 0,13$; $p = 0,02$) (Figura 10).

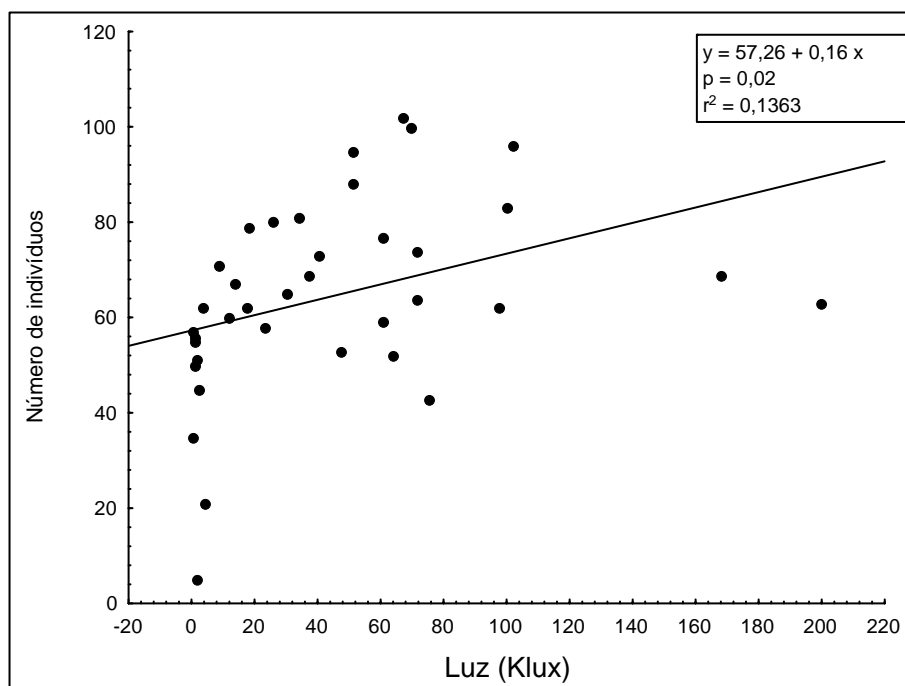


Figura 10. Resultado da análise de regressão para os dados de luminosidade e número de indivíduos total de *Apis mellifera* coletados em flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira, na região de Viçosa, Minas Gerais.

4.4– Eficiência de polinização

A produção de frutos em flores visitadas uma única vez por *T. spinipes* foi nula. O número de frutos produzidos não diferiu quando as flores foram visitadas uma única vez por: *M. quadrifasciata* (47,62%), *B. morio* (42,10%), *A. mellifera* (25%) ou *T. hyalinata* (15%) ($\chi^2 = 6,29$; $gl = 3$; $p = 0,09$).

5. DISCUSSÃO

As flores de *Cucurbita moschata*, assim como as de outras espécies de *Cucurbita*, têm curta duração. Minussi (2003), trabalhando com uma variedade não especificada de *C. moschata* em Santa Catarina, obteve resultados um pouco diferentes do observado no presente estudo. Observou que as flores abriam-se por volta de 6:30h e 7:30h, murchando entre 12:00h e 14:00h. Outros pesquisadores realizaram trabalhos com *C. pepo* e encontraram dados semelhantes aos obtidos para *C. moschata*: Nepi & Pacini (1993) e Nepi *et al.* (2001) verificaram que as flores desta espécie abrem-se entre 5:00h e 6:00h e fecham-se entre 11:30h e 12:30h do mesmo dia. Amaral & Mitidieri (1966), Nogueira-Couto *et al.* (1990) e Cady & Wien (1994) constataram que as flores de *C. pepo* se abrem antes do nascer do sol e se fecham aproximadamente às 11:00h. Winsor *et al.* (2000) verificaram que as flores de *C. foetidissima* abrem-se pouco antes do amanhecer e fecham-se por volta de 10:00h. Lattaro & Malerbo-Soza (2006) observaram que as flores de *C. mixta* se abrem às 6:00h, permanecendo abertas até por volta das 13:00h. Essas variações observadas na abertura e fechamento das flores podem estar associadas às condições climáticas da estação (Nepi & Pacini, 1993). Temperaturas relativamente baixas e umidades altas favorecem maior durabilidade das flores, mas sob condições de altas temperaturas e umidades baixas, a corola começa a murchar logo após às 8:00h (Free, 1993).

Os resultados obtidos sobre a receptividade do estigma assemelham-se aos encontrados por Nepi & Pacini (1993) e Alves (2000) para *C. pepo*. A viabilidade dos grãos de pólen (96,68%) encontrada para *C. moschata* foi superior à obtida por Nepi & Pacini (1993) para *C. pepo*: 92% no início da manhã, 75% quando as flores fechavam-se, decrescendo rapidamente à tarde e chegando a 10% no próximo dia; e, também superior à obtida por Nicodemo & Nogueira-Couto (2002) para *C. maxima* (90%).

A produção de *C. moschata* é dependente da polinização pelos insetos, visto que o estigma e antera ocorrem em flores diferentes (monoícia) e inexistente agamosperma, como verificado no presente estudo. Além disso, o pólen é grande e pegajoso, o que impede o transporte pelo vento

(McGregor, 1976; Free, 1993). Seu sucesso reprodutivo depende, portanto, de polinizadores eficientes durante o período em que as flores estão receptíveis, tal como observado.

A ausência de formação de frutos em flores de *C. moschata* impedidas de receberem visitas de insetos corrobora os trabalhos de Amaral & Mitidieri (1966), Tepedino (1981) e Ávila (1987) em experimentos com *C. pepo*. Amaral & Mitidieri (1966) observaram que em plantas no interior de gaiolas (ausência de insetos) a frutificação foi nula e na presença de insetos a produção de frutos foi de 76,9%. Stanghellini *et al.* (1997), em trabalho realizado com pepino (*Cucumis sativus*) e melancia (*Citrullus lanatus*), observaram 100% de aborto em flores que não receberam visitas de insetos. Nogueira-Couto & Peraro (2000) concluíram que não ocorre produção de frutos em *C. mixta* sem a presença de insetos nas flores e, Nicodemo & Nogueira-Couto (2002), verificaram que sem as visitas dos insetos nas flores de *C. maxima*, não houve produção de frutos.

A ausência de diferença na quantidade de frutos produzidos na polinização aberta e manual foi similar ao encontrado por Ávila (1987) em ensaios com *C. pepo*. Contudo, Ávila (1987) relatou menor número de sementes e peso dos frutos de *C. pepo* quando polinizadas manualmente, diferindo dos resultados obtidos no presente estudo.

Por estes resultados obtidos para *C. moschata*, observa-se que a polinização manual foi aparentemente tão eficaz quanto à polinização realizada pelos polinizadores, com relação ao peso, diâmetro e número de sementes por fruto, e de maior eficácia quanto ao comprimento dos frutos. Entretanto, do ponto de vista comercial, frutos mais compridos não necessariamente são mais atrativos aos consumidores, que em geral preferem frutos mais pesados.

Nas condições deste experimento, a polinização natural não parece sofrer restrições de agentes polinizadores nas áreas estudadas, visto que a porcentagem de frutificação foi de 90% no tratamento em que as flores permaneceram expostas à visitação. Essa elevada taxa de frutificação, garantida pela presença de polinizadores nas áreas de cultivo, pode estar associada à existência de matas no entorno dos plantios de abobrinha, o que assegura boas condições de nidificação, materiais para construção dos

ninhos e recursos alimentares para a fauna de abelhas locais. Segundo Heard (1999), a vegetação natural pode influenciar a abundância de abelhas Meliponina. De acordo com Cavalcante (2000), a frutificação obtida na gravioleira (*Annona muricata* L.) após polinizações abertas em pomares próximos a fragmentos (95,2%) em Una, Bahia, foi maior em relação aos pomares distantes de fragmentos (11,7%) localizados em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais. Esse fato também foi observado por Boti (2001) em Santa Teresa, Espírito Santo, estudando polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.): 91,5% de frutificação em pomares próximos a fragmentos e 79% em pomares distantes de fragmentos. De Marco Jr. & Coelho (2004), em trabalho realizado em cafezais na região de Viçosa, constataram maior produção nos plantios próximos ou adjacentes a fragmentos de florestas. Desta forma, é importante preservar matas nativas próximas às áreas de cultivo, o que garantirá a presença de insetos polinizadores e bons níveis de produção para as culturas, em particular para a abobrinha, que obrigatoriamente necessita de vetores bióticos que assegurem sua polinização.

As espécies de abelhas mais freqüentes nas flores de *C. moschata* foram espécies eusociais. Essas espécies possuem colônias populosas com centenas a milhares de indivíduos (Wille & Michener 1973, Michener 1974, Wille 1983, Winston 1992) e, a maioria, possui sistemas eficientes de comunicação. A comunicação das fontes de alimento permite que um grande número de operárias visite flores de uma mesma planta para, no caso de *C. moschata*, coletar néctar utilizado na alimentação dos indivíduos da colônia. Como as abelhas sociais mantêm reservas de alimento estocadas no ninho, as operárias coletam além de suas necessidades imediatas, o que resulta em intensa visitação às flores (Heard 1999). Esses fatos podem explicar a superioridade numérica das espécies sociais nas flores de *C. moschata*.

A predominância de diferentes espécies de abelhas em áreas tão próximas, quanto às observadas em Viçosa e Paula Cândido, leva-nos a inferir que a fauna de abelhas polinizadoras da abobrinha dependerá da melissofauna existente no entorno do plantio. As diferenças encontradas nas espécies de abelhas são decorrentes das populações desses insetos nos locais estudados. A presença ou ausência de um único ninho de uma

espécie social pode ser responsável por grande diferença em suas freqüências.

A elevada freqüência de espécies de *Trigona*, principalmente *T. spinipes*, juntamente com *A. mellifera*, já havia sido constatada por outros pesquisadores em *Cucurbita* spp. (Amaral & Mitidieri 1966, Lopes & Casali 1982, Ávila 1987, Gomes 1991). Outras espécies de abelhas observadas: *Bombus* spp. e representantes da família Halictidae, também já haviam sido relatadas (Ávila 1987, Kirkpatrick & Wilson 1988, Nogueira-Couto *et al.* 1990, Gomes 1991 e Nepi & Pacini 1993). Entretanto, ainda não haviam sido relatadas as visitas das abelhas *M. quadrifasciata*, *Schwarziana quadripunctata*, *Eulaema cingulata* e *E. nigrita* em flores de *Cucurbita*.

A maior porcentagem de frutos obtidos em flores visitadas uma única vez por *M. quadrifasciata* ou *B. morio*, em relação às flores visitadas por *T. hyalinata* ou *T. spinipes*, pode estar relacionada aos seus tamanhos corporais maiores. Essa característica resulta em melhor ocupação do espaço entre a corola e as estruturas sexuais das flores, de tal modo que a remoção e a deposição de pólen são mais eficientes. O fato de *B. morio* estar ativa durante todo o ano em regiões tropicais (Cortopassi-Laurino *et al.* 2003) e ser atraída pelas flores de abobrinha, torna-a importante polinizadora desta cultura na região. Ademais, essa abelha é ativa mesmo em temperaturas e luminosidade relativamente baixas e sofrem menor influência da chuva e do vento que outras espécies visitantes das flores de *C. moschata* (Heinrich 2004). Desta forma, podem ser uma boa alternativa como polinizadora durante os meses de inverno.

A baixa frutificação em flores visitadas uma única vez por *A. mellifera*, quando comparada à frutificação obtida após visitas de *M. quadrifasciata* ou *B. morio*, pode ser atribuída a uma carga de pólen insuficiente nas operárias, que teriam visitado poucas flores estaminadas antes de visitar as flores pistiladas ou, devido ao hábito dessas abelhas removerem o pólen de abobrinha aderido ao seu corpo, conforme observado.

A ausência de frutificação em flores visitadas uma única vez por *T. spinipes* e a baixa frutificação encontrada no caso de *T. hyalinata*, podem estar associadas a uma carga de pólen insuficiente nas operárias, ou ao fato dessas espécies terem maior dificuldade para tocar o estigma das flores

pistiladas, devido ao seu pequeno tamanho corporal. Outro fator relevante, é que ao permitir a visita de apenas um indivíduo à flor, eliminou-se o comportamento de visita em “bando”, padrão de forrageamento característico destas espécies.

O comportamento agressivo e monopolista de espécies do gênero *Trigona*, verificado neste trabalho, já era conhecido (Almeida & Laroca, 1988; Sazima & Sazima, 1989). Johnson & Hubbell (1974) observaram encontros agonísticos entre *Trigona silvestriana* e *T. corvina* em flores e alimentadores artificiais e demonstraram que o comportamento agonístico aumenta com o aumento da qualidade dos recursos alimentares.

A ausência de relação entre os fatores ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade) e atividade das abelhas, considerando-se todas as espécies observadas, discorda do afirmado por Antonini *et al.* (2005). Esses autores observaram que os fatores abióticos influenciaram as taxas de visitas das abelhas, verificaram que a combinação de altos valores de luminosidade e temperatura favoreceu as visitas, o contrário ocorrendo em relação à umidade relativa do ar. Kerr *et al.* (1970) e Woyke (1992) sugeriram que os padrões sazonais observados na atividade de vôo de *Apis mellifera* podem ser explicados, principalmente, pelas variações de temperatura, insolação, intensidade luminosa, umidade relativa e precipitação. A influência da luminosidade na atividade de *A. mellifera* corrobora os dados dos referidos autores. Entretanto, o efeito da luminosidade na atividade de *A. mellifera*, encontrado neste trabalho, pode induzir a uma falsa interpretação. A diminuição na frequência de *A. mellifera*, ao longo do dia nas flores de abobrinha, pode estar associada ao forrageamento mais intenso das espécies de *Trigona* com o passar das horas. Um ninho de *T. spinipes*, por exemplo, apresenta populações que variam de 5.000 a 180.000 indivíduos (Kerr, 1951), o que significa que a existência de apenas uma colônia nas proximidades é suficiente para torná-la altamente abundante em comparação com outras espécies de abelhas. Outra questão é o comportamento agressivo apresentado pelas operárias. *T. spinipes* forrageia em “bando”, várias operárias monopolizando as flores (Almeida & Laroca, 1988; Sazima & Sazima, 1989), possuem vôo muito lento e mimetizam vespas e abelhas agressivas que possuem acúleos

desenvolvidos, como espécies de *Tetrapedia* e *Paratetrapedia* (Kerr, 1951). A competitividade pode ser desvantajosa para *A. mellifera* e, a visitação intensa das espécies de *Trigona* associada à curta duração das flores de abobrinha podem tornar os recursos escassos, resultando no deslocamento de *A. mellifera* para outras fontes. Desta forma, *A. mellifera* é mais freqüente no início da manhã devido poucas espécies de flores estarem abertas muito cedo e *C. moschata* ser o recurso disponível, além de a competição ser menor nos horários iniciais do dia. Mas, após outras flores abrirem, ocorre um deslocamento para fontes de alimento adjacentes. Fato que corrobora isso foi a observação de indivíduos de *A. mellifera* visitarem flores de *Sinapis arvensis* L. e inflorescências de *Bidens pilosa* L. e *Sonchus oleraceus* L. (Figura 11), circundantes aos plantio de abobrinha, logo após visitarem flores de *C. moschata*. Passarelli (2002) já havia relatado a atração que a flora circundante ao cultivo de *C. maxima* exerce sobre *A. mellifera*. Este autor verificou que as famílias Asteraceae e Fabaceae são especialmente importantes, pois exercem uma influência negativa na polinização de *C. maxima*.

A frutificação obtida após uma única visita dos polinizadores às flores de *C. moschata* é baixa quando comparada à polinização aberta, mas elevada quando comparada ao observado em outros trabalhos. Jaycox *et al.* (1975) expuseram flores pistiladas de *C. moschata* a 1, 4, 8 ou 12 visitas de *A. mellifera* e observaram que com o aumento no número de visitas a porcentagem de frutificação aumentou de 6,5 para 64,5%. Tepedino (1981) verificou que uma única visita de *A. mellifera* às flores de *C. pepo* resultou em 22% de frutificação, e flores expostas a numerosas visitas tiveram, em média, 66% de frutificação. Nicodemo & Nogueira-Couto (2002) obtiveram para 2, 4, 8 e 16 visitas de *A. mellifera* em *C. maxima* 5, 5, 15 e 55% de frutificação, respectivamente. Alves (2000) relatou que a porcentagem de frutos estabelecidos em *C. pepo* é maior quando as flores recebem 8 e 12 visitas de abelhas (*A. mellifera*), com uma frutificação de 65 a 100%, respectivamente, não encontrando diferenças nos tratamentos em que as flores receberam 2 e 4 visitas, nas quais a porcentagem de frutos fixados foi de 50%.

A polinização após uma única visita é dependente do número de flores estaminadas visitadas pelas abelhas antes de visitarem uma flor pistilada. Como nas áreas trabalhadas havia grande quantidade de recursos, 600 a 1000 covas de abobrinha, aliado ao fato de que as flores estaminadas possuem pedúnculos longos e estão aproximadamente no mesmo nível que a parte superior das folhas e, as flores pistiladas possuem pedúnculos curtos e ficam sob as folhas, há mais chances de que as abelhas visitem primeiramente as flores mais visíveis (estaminadas), facilitando a polinização cruzada (Free, 1993). Assim, ao ocorrer uma única visita à flor pistilada, a probabilidade dos polinizadores possuírem grãos de pólen aderidos a seus corpos e promoverem frutificação aumenta.

Diante dos fatos observados, considera-se que há grande diversidade de polinizadores potenciais de *C. moschata* na região. A identificação, criação e preservação desses insetos são etapas importantes para garantir bons níveis de produção para esta cultura que obrigatoriamente necessita de vetores bióticos que assegurem sua polinização.



Figura 11. Indivíduos de *Apis mellifera* em visita a diferentes espécies vegetais após visitar flores de *Cucurbita moschata* Poir var. Menina Brasileira em Viçosa, Minas Gerais: A e B) em flor de *Sinapis arvensis* L.; C) em capítulo de *Bidens pilosa* L.; D) em capítulo de *Sonchus oleraceus* L.

6. CONCLUSÕES

- A polinização manual nas flores da abobrinha é tão eficiente quanto à polinização natural com relação ao peso, número de sementes por fruto e diâmetros das porções anterior, mediana e posterior, e de maior eficiência em relação ao comprimento dos frutos produzidos.
- *Trigona spinipes*, *Trigona hyalinata*, *Apis mellifera* e *Melipona quadrifasciata* são os visitantes mais freqüentes das flores de *C. moschata* nas áreas estudadas.
- A maior freqüência de visitação das abelhas às flores de *C. moschata* ocorre às 8:00h, e estende-se até o murchamento da flor às 12:00h.
- A luminosidade influenciou a atividade de *A. mellifera* nas flores de *C. moschata*.
- Uma única visita de abelha à flor é suficiente para que ocorra frutificação, embora a frutificação obtida seja inferior àquela obtida na polinização aberta.
- *Trigona spinipes* não polinizou flores de *Cucurbita moschata* após uma única visita às suas flores
- Nas condições deste experimento, a polinização natural não parece sofrer restrições de agentes polinizadores nas áreas estudadas.
- A fauna de abelhas polinizadoras da abobrinha depende da melissofauna existente no entorno do plantio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARD, P.; BITNER, R.; BÚRQUEZ, A.; BUCHMANN, S.; CANE, J. *et al.* 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop fields. **Conservation Biology**, 12: 8-17.
- ALMEIDA, M. C. & LAROCA, S. 1988. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. **Acta Biológica Paranaense**. 17 (1, 2, 3, 4): 67-108.
- ALVES, M. das G. V. 2000. **Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) e produção de pólen e néctar em aboboreira (*Cucurbita pepo* L.)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 120p.
- AMARAL, E. & MITIDIERI, J. 1966. Polinização da aboboreira. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 23: 121-128.
- AMARANTE, C. V. T. & MACEDO, A. F. 2000. Frutificação e crescimento de frutos em abóbora híbrida "Tetsukabuto" tratada com alfa-naftalenoacetato de sódio. **Horticultura Brasileira**, 18 (3): 212-214.
- ANTONINI Y.; SOUZA, H. G.; JACOBI, C. M. & MURY, F. B. 2005. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. **Neotropical Entomology**, 34 (4): 555-564.
- ASHWORTH, L. & GALETTO, L. 2002. Differential nectar production between male and female flowers in a wild cucurbit: *Cucurbita maxima* ssp. *andreana* (Cucurbitaceae). **Canadian Journal of Botany**, 80: 1203-1208.
- ÁVILA, C. J. 1987. **Polinização e polinizadores na produção de frutos e sementes híbridas de abóbora (*Cucurbita pepo* L. var. *melo*pepo)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 56p.

- BANASZAK, J. 1992. Strategy for conservation of wild bees in an agricultural landscape. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 40: 179-192.
- BATTAGLINI, M. B. 1969. The importance of honey bees for fertilizing *Cucurbita pepo*. **Apicolt.**, 35 (1): 9-12.
- BAWA, K. S.; BULLOCK, S. H.; PERRY, D. R.; COVILLE, R. E. & GRAYUM, M. H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination mechanisms. **American Journal of Botany**. 72: 346-356.
- BAWA, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 21: 399-422.
- BOTI, J. B. 2001. **Polinização entomófila da goiabeira (*Psidium guajava* L., Mirtaceae): influência da distância de fragmentos florestais em Santa Teresa, Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 57p.
- CADY, S. W. & WIEN, H. C. 1994. Pollination and fruitset patterns of field grown pumpkins. **Hortscience**, 29(5), 473.
- CAMARGO, L. S. 1984. **As hortaliças e seu cultivo**. 2ª ed., Fundação Cargill, Campinas. 448p.
- CANE, J. H. 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, 5: 1.
- CANE, J. H. & TEPEDINO, V. J. 2001. Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: detection, evidence and consequences. **Conservation Ecology**, 5: 1.
- CARDOSO, A. I. I. 2003. Produção e qualidade de sementes de abobrinha "Piramoita" em resposta à quantidade de pólen. **Bragantia**, 62 (1): 47-52.
- CAVALCANTE, T. R. M. 2000. **Polinização manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L., Annonaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 43p.

- CORBET, S. A.; WILLIAMS, I. H. & OSBORNE, J. L. 1991. Bees and pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**, 72 (2): 47-59.
- CORTOPASSI-LAURINO, M; KNOLL, F. R. N. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2003. Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros. *In*: MELO, G. A. R. & ALVES-DOS-SANTOS, I. (eds). **Apoidea neotropica: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC, Criciúma, p.285-295.
- COUTO, R. H. N. 2002. Polinização com abelhas *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14º, Campo Grande, **Anais...**, Campo Grande, p. 251-256.
- DAFNI, A.; KEVAN, P. G. & HUSBAND, B. C. 2005. **Practical pollination biology**. Enviroquest, Ltd., Cambridge. 590p.
- DE MARCO JR., P. & COELHO, F. M. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, 13: 1245-1255.
- FAO. 2004. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. *In*: FREITAS, B. M. & PEREIRA, J. O. P. (eds). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. 282p.
- FREE, J. B. 1993. **Insect pollination of crops**. 2ª ed. Academic Press, Londres. 684p.
- FREITAS, B. M. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **Journal of Apiculture Research**, 36 (1): 15-22.
- FREITAS, B. M. 1998a. As abelhas e o aumento na produção agrícola. *In*: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1º, Fortaleza **Anais...**, Fortaleza, p. 385-389.

- FREITAS, B. M. 1998b. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Revista Mensagem Doce**, 46: 1-6.
- FREITAS, B. M. 2002. A polinização com abelhas: quando usar *Apis* ou meliponíneos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14º, Campo Grande, **Anais...**, Campo Grande, p. 247-250.
- FREITAS, B. M. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2005. A importância econômica da polinização. **Revista Mensagem Doce**, 80: 44-46.
- FREITAS, B. M. & PAXTON, R. J. 1996. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science**, 126: 319-326.
- GOMES, M. de F. F. 1991. **Polinização entomófila na produção de sementes híbridas (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 60p.
- HARDER, L. D. & THOMSON, J. D. 1989. Evolutionary options for maximizing pollen dispersal of animal-pollinated plants. **American Naturalist**, 133: 323-344.
- HEARD, T. A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review Entomology**, 44: 183-206.
- HEINRICH, B. 2004. **Bumblebee economics**. Harvard University Press, Cambridge. 245p.
- HURD, P. D. Jr.; LINSLEY, E. G. & WHITAKER, F. W. 1971. Squash and gourd bees (*Peponapis*, *Xenoglossa*) and the origin of the cultivated *Cucurbita*. **Evolution**, 25: 218-234.
- JOHNSON, L. K. & HUBBELL, S. P. 1974. Aggression and competition among stingless bees: field studies. **Ecology**, 55: 120-127.

- JAYCOX, E. R.; GUYNN, G.; RHODES, A. M. & VANDERMARK, J. S. 1975. Observations on pumpkin pollination in Illinois. **American Bee Journal**, 115: 139-140.
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. **Bioscience**, 47: 297-307.
- KENMORE, P. & KRELL, R. 1998. Global perspectives on pollination in agriculture and agroecosystem management. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH EMPHASIS ON BEES. October 7-9, São Paulo, Brazil.
- KERR, W. E. 1951. Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 8: 219-354.
- KERR, W. E.; GONÇALVES, L. S.; BLOTTA, L. F. & MACIEL, H. B. 1970. Biologia comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera lingustica*) africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbridadas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1º, Florianópolis, **Anais...**, Florianópolis, p. 151-185.
- KEVAN, P. G. 1991. Pollination: keystone process in sustainable global productivity. **Acta Horticulturae**, 288: 103-110.
- KEVAN, P. G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74: 373-393.
- KEVAN, P. & PHILLIPS, T. P. 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. **Conservation Ecology**, 5: 8.

- KIRKPATRICK, K. J. & WILSON, H. D. 1988. Interspecific gene flow in *Cucurbita*: *C. texana* vs. *C. pepo*. **American Journal of Botany**, 75 (4): 519-527.
- KREMEN, C. 2004. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? *In*: FREITAS, B. M. & PEREIRA, J. O. P. (eds). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. p. 115-124.
- LATARO, L. H. & MALERBO-SOUZA, D. T. 2006. Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**, 28 (4): 563-568.
- LOPES, J. F. & CASALI, V. W. D. 1982. Produção de sementes de cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, 8 (85): 65-68.
- MELÉNDEZ-RAMIREZ, V.; MAGAÑA-RUEDA, S.; PARRA-TABLA, V.; AYALA, R. & NAVARRO, J. 2002. Diversity of native bees visitors of cucurbit crops (Cucurbitaceae) in Yucatán, México. **Journal of Insect Conservation**, 6: 135-147.
- McGREGOR, S. E. 1976. **Insect pollination of cultivated crops plants**. Washington, USDA. 411p.
- MICHELbacher, A. E.; SMITH, R. F. & HURD, P. D. Jr. 1964. Pollination of squashes, gourds and pumpkins. **California Agriculture**, 1: 2-4.
- MICHENER, C. D. 1974. **The social behavior of the bees: a comparative study**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press. 404p.
- MINUSSI, L. C. 2003. **Potencial de abelhas nativas polinizadoras para a agricultura intensiva no município de Santa Rosa do Sul (SC)**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Extremo Sul Catarinense. 77p.

- NEFF, J. L. & SIMPSON, B. B. 1993. Bees, pollination system and plant diversity. *In*: LA SALLE, J. & GAULD, I. D. (eds.). **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB, International, London. p.143-167.
- NEPI, M.; GUARNIERI, M. & PACINI, E. 2001. Nectar secretion, reabsorption, and sugar composition in male and female flowers of *Cucurbita pepo*. **International Journal of Plant Sciences.**, 162 (2): 353-358.
- NEPI, M. & PACINI, E. 1993. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. **Annals of Botany**, 72: 527-536.
- NICODEMO, D. & NOGUEIRA-COUTO, R. H. N. 2002. Biologia floral, insetos visitantes e o efeito das visitas das abelhas *Apis mellifera* nas flores de moranga (*Cucurbita maxima* Duch.) quanto a produção de frutos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14º, Campo Grande, **Anais...**, Campo Grande, p. 4.
- NOGUEIRA-COUTO, R. H.; PEREIRA, J. M. S. & COUTO, L. A. 1990. Estudo da polinização entomófila em *Cucurbita pepo* (abóbota italiana). **Científica**, 18 (1): 21-27.
- NOGUEIRA-COUTO, R. H. & PERARO, D. T. 2000. Polinização entomófila em abóbora menina brasileira precoce (*Cucurbita mixta* Pang.). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13º, Florianópolis, **Anais...**, Florianópolis. (CD-ROM).
- O' TOOLE C. 1993. Diversity of native bees and agroecosystem. *In*: LA SALLE, J. & GAULD, I. D. (eds). **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB, International, London. p.169-196.
- O' TOOLE C. 2002. Those other bees: changing the funding culture. *In*: KEVAN, P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (eds). **Pollinating Bees-**

- The conservation link between agriculture and nature.** Ministry of Environment, Brasília, p.37-40.
- PARIS, H. S. 2001. History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. **Horticultural Reviews**, 25: 71-171.
- PASSARELLI, L. L. 2002. Importancia de *Apis mellifera* L. em la producción de *Cucurbita maxima* Duch. (Zapallito de tronco). **Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.**, 17 (1): 5-13.
- PERCIVAL, M. 1969. **Floral biology**. Pergamon Press, Oxford. 242p.
- PESSON, P. & LOUVEAUX, J. 1984. **Pollinisation et productions végétales**. INRA, Paris. 663p.
- PRESCOTT-ALLEN, R. & PRESCOTT-ALLEN, C. 1990. How many plants feed the world? **Conservation Biology**, 4: 365-374.
- PROCTOR, M. & YEO, P. 1972. **The pollination of flowers**. Taplinger Publishing Company, New York. 479p.
- RADFORD, A. E.; DICKINSON, W. C.; MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. **Vascular plant systematics**. New York: Harper & Row. 891p.
- RIZZINI, C. T. 1992. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural, São Paulo. 189p.
- ROUBIK, D. W. 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, University Press, USA. 514p.
- ROUBIK, D. W. 1995. **Pollination of cultivated plants in the Tropics**. FAO 118: 1-197.
- SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1989. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do

- maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 33 (1): 109-118.
- SHEPHERD, M.; BUCHMANN, S. L.; VAUGHAN, M. & BLACK, S. H. 2003. **Pollinator conservation handbook**. The Xerces Society. Portland, Oregon. 145p.
- SHIPP, J. L.; WHITFIELD, G. H. & PAPADOPOULOS, A. P. 1994. Effectiveness of the bumblebee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera:Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, 57: 29-39.
- SHULER, R. E.; ROULSTON, T'AI. H. & FARRIS, G. E. 2005. Farming practices influence wild pollinator populations on squash and pumpkin. **Journal of Economic Entomology**, 98 (3): 790-795.
- SILVA, W. J. 1982. Cucurbitáceas: influência de alguns fatores climáticos. **Informe Agropecuário**, 8 (85): 20-21.
- SPEARS, E. E. 1983. A direct measure of pollinator effectiveness. **Oecologia**, 57: 196-199.
- STANGHELLINI, M. S.; AMBROSE, J. T. & SCHULTHEIS, J. R. 1997. The effects of honey bee and bumble bee pollination on fruit set and abortion of cucumber and watermelon. **American Bee Journal**, p.386-391.
- TEPEDINO, V. J. 1981. The pollination efficiency of the squash bee (*Peponapis pruinosa*) and the honeybee (*Apis mellifera*) on summer squash (*Cucurbita pepo*). **Journal of the Kansas Entomological Society**, 54: 359-377.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 584p.

- XERCES. 2005. **Native bees are valuable crop pollinators**. Available: site The Xerces Society URL: http://www.xerces.org/Pollinator_Insect_Conservation/Factsheet_Farm_Pollinators. PDF. Consulted in 28-apr-2007.
- ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4^a ed. Illinois University, New Jersey, USA. 663p.
- WESTERKAMP, C. & GOTTSBERGER, G. 2000. Review & interpretation: diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, 5 (40): 1209-1222.
- WHITAKER, T. W. & BEMIS, W. P. 1964. Evolution in the genus cucurbita. **Evolution**, 18 (4): 553-559.
- WHITAKER, T. W. & DAVIS, G. N. 1962. **Cucurbits: botany, cultivation and utilization**. London, Leonard Hill Books Ltd. 240p.
- WIEN, H. C.; TRIPP, K. E.; HERNANDEZ-ARMENTA, R. & TURNER, A. D. 1989. Abscission of reproductive structures in pepper: causes, mechanisms and control. *In*: GREN, S. K. (ed). **Tomato and pepper production in the tropics**. Tainan, Taiwan. p.150-165.
- WILLE, A. & MICHENER, C. D. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica. **Revista de Biologia Tropical**, 21 (1): 1-278.
- WILLE, A. 1983. Biology of the stingless bees. **Annual Review Entomology**, 28: 41-64.
- WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A. & OSBORNE, J. L. 1991. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, 72 (4): 170-180.
- WINSOR, J. A.; PERETZ, S. & STEPHENSON, A. G. 2000. Pollen competition in a natural population of *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). **American Journal of Botany**, 87 (4): 527-532.

WINSTON, M. L. 1992. The honey bee colony: life history. *In*: GRAHAM, J. M. (ed.). **The hive and the honey bee**. Dadant & Sons, Hamilton, Illinois. p.73-101.

WOYKE, J. 1992. Diurnal flight activity of African bees *Apis mellifera adansonii* in different seasons and zones of Ghana. **Apidologie**, 23: 107-117.