



POLINIZADORES DO MARACUJÁ - AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS* F. *FLAVICARPA* DENEGER, PASSIFLORACEAE) NO TRIÂNGULO MINEIRO: RIQUEZA DE ESPÉCIES, FREQUÊNCIA DE VISITAS E A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS

Marcela Yamamoto¹

Ana Angélica Almeida Barbosa¹; Paulo Eugênio A.M. de Oliveira¹

¹. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Rua Ceará, s/n, 38400 - 902, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. yamamotomarcela@gmail.com

INTRODUÇÃO

A destruição e a fragmentação de habitats têm sido reconhecidas como as principais causas do declínio de biodiversidade local e global (Debinsky & Holt 2000). Tais alterações ambientais podem levar a diminuição da população de polinizadores (e.g. Kevan & Imperatriz - Fonseca 2006) e consequentemente afetar a reprodução de plantas nativas (Aguilar *et al.*, 2006) e cultivadas (Ricketts *et al.*, 2008). Uma revisão recente aponta que *ca.* 35% do volume da produção agrícola e *ca.* 70% dos maiores cultivos mundiais dependem de polinização feita por animais, especialmente abelhas (Klein *et al.*, 2007). Existe forte evidência da diminuição da riqueza de espécies e da taxa de visitação dos polinizadores nos cultivos com o aumento da distância das áreas naturais (Ricketts *et al.*, 2008) ocasionando redução na qualidade e na quantidade dos produtos agrícolas.

Na tentativa de explicar como as abelhas respondem a variação ambiental entre áreas agrícolas em uma região de cerrado, foi utilizado como modelo, o cultivo do maracujá - amarelo, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deneger, que apresenta as características de uma cultura em risco de produtividade pela diminuição dos seus polinizadores nativos, segundo critérios enumerados por Ghazoul (2005). Tais características envolvem sistema reprodutivo auto - incompatível, flores grandes (em torno de 7,0 cm de diâmetro) necessitando de polinizadores específicos e de grande porte para a formação dos frutos. Abelhas carpinteiras e de hábito solitário do gênero *Xylocopa* são os polinizadores mais efetivos desse cultivo (Camillo 2003). Trata - se de uma cultura agrícola importante para a subsistência dos pequenos produtores na região do Triângulo Mineiro, uma vez que a mesma é um pólo industrial de processamento do suco do maracujá - amarelo (Silva 2005).

A região de estudo está inserida no bioma Cerrado, o segundo maior em extensão no Brasil. Sua cobertura original envolvia 25% do território brasileiro e hoje está entre as 25

áreas do mundo descritas como *hot - spots* de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000), devido à ameaça a sua riqueza de espécies e a diversidade de habitats. A principal causa da destruição é resultante principalmente do intenso desmatamento para fins agropecuários que já atingiu 80% da sua área original (Myers *et al.*, 2000). E a região do Triângulo Mineiro é apontada como uma das áreas de maior impacto humano sobre o Cerrado, com estimativas de até 92% de degradação (Cavalcante & Joly 2002).

OBJETIVOS

Neste contexto, os objetivos do estudo foram estimar a riqueza de espécies de polinizadores do maracujá - amarelo e conhecer o comportamento de frequência de visitas nos pomares. Buscou - se também associar tais informações ao serviço de polinização deste cultivo na região do Triângulo Mineiro, fazendo - se uma análise preliminar do efeito da cobertura das áreas naturais de entorno dos pomares na polinização e produtividade deste cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido durante o florescimento do maracujá - amarelo, que na região inicia - se nos meses de setembro - outubro e diminui em abril - maio, nos anos de 2004 a 2008, em áreas de cultivo comercial nos municípios de Uberlândia e Araguari, MG. As observações foram realizadas entre 12h30min e 17h30min, horário de abertura das flores e diminuição da atividade dos visitantes florais.

A riqueza de espécies de visitantes foi obtida por meio de caminhadas feitas nas linhas de cultivo verificando todas as flores abertas, com registros do comportamento dos visitantes. A frequência dos visitantes foi obtida pelo método de censo em transectos (Dafni *et al.*, 2005), no qual dois transectos de 50m foram percorridos durante 20min de cada

hora. Todas as flores abertas foram vistoriadas e seus visitantes foram identificados e contados. Os exemplares coletados foram incorporados a Coleção Entomológica da Universidade Federal de Uberlândia.

Para avaliar o sucesso de frutificação no cultivo, tratamentos de polinização manual cruzada foram feitos utilizando flores de indivíduos diferentes do mesmo pomar, enquanto que a frutificação natural foi acompanhada em flores apenas marcadas. Os resultados foram avaliados pela formação de frutos ou pela observação do crescimento dos tubos polínicos por microscopia de fluorescência (Martin 1959). Procurou-se parear os tratamentos de polinização em flores da mesma planta, com altura e insolação semelhante e também distribuir os tratamentos em várias plantas no pomar.

Para se conhecer o tamanho populacional dos polinizadores que visitam o cultivo do maracujá - amarelo foi feita uma estimativa para uma das áreas seguindo a metodologia de Jolly - Seber (Krebs 1999).

A cobertura de área natural foi analisada como a proporção das áreas de vegetação natural de cerrado e foi obtida dentro de raios de distância de 2.000m, 1.000m, 500m e 250m a partir do centro de cada pomar avaliado. A cobertura das áreas naturais no entorno dos cultivos do maracujá - amarelo foi estimada com o uso de imagens de satélites. A posição geográfica de cada pomar foi obtida com um GPS e dessa forma obteve-se a sua respectiva localização nas imagens. O maior raio de análise foi escolhido predizendo uma distância média de vôo de abelhas do gênero *Xylocopa*.

RESULTADOS

Foram observadas 3.485 visitas de abelhas pertencentes a 27 espécies visitando flores do maracujá - amarelo, sendo 17 classificadas como polinizadoras e 10 como pilhadoras de recurso de acordo com o tamanho e comportamento nas flores. Outros visitantes incluíram beija-flores, vespas e borboletas. Os polinizadores apresentaram maior riqueza de espécies em relação ao pilhadores, mas a frequência dos pilhadores foi superior ao longo do período de abertura das flores e durante os meses de florescimento. Tal fato pode ser explicado pelo hábito social observado nas abelhas pilhadoras, especialmente *Apis mellifera* e *Trigona* sp.

A riqueza de espécies de abelhas visitantes de flores do maracujá - amarelo encontrada neste estudo foi superior ao observado em outras regiões do Brasil. Seis espécies foram registradas em Campinas, SP (Sazima & Sazima 1989); de uma a sete espécies em Holambra, SP (Camillo 2003) e em Campos dos Goytacazes, RJ (Benevides 2006). Em um estudo prévio em Araguari, MG, treze espécies foram observadas (Leone 1990), mas apenas seis delas, entre polinizadores e pilhadores foram observadas neste estudo. Tal resultado foi interessante, em termos de frutificação da cultura, uma vez que comunidades mais ricas em espécies tendem a fornecer um serviço de polinização mais estável (Kremen 2008).

A frutificação natural do maracujá - amarelo observada para a região do Triângulo Mineiro foi de 25,2%, superior ao encontrado em outras regiões do país (ex. Ruggiero 1973, Sazima & Sazima 1989, Freitas & Oliveira - Filho 2001, Camillo 2003, Oliveira *et al.*, 2005, Benevides 2006, Bos *et al.*, 2007)

e dentro da faixa considerada economicamente viável para a região, com pelo menos 20% de frutificação (Silva 2005).

A frutificação natural do maracujá - amarelo apresentou correlação positiva significativa com a riqueza de espécies dos polinizadores ($r=0,8986$, $p=0,0149$), mas não com a frequência dos mesmos ($r=0,4058$, $p=0,4247$). Os resultados encontrados mostraram a variação na frequência diária e anual dos polinizadores e pilhadores do maracujá - amarelo durante o período de florescimento do cultivo. Os polinizadores mantiveram menores frequências de visitas em relação aos pilhadores de recurso, sendo que os principais polinizadores, *Xylocopa* spp, ocorreram desde a abertura das flores, mas não foram observados em alguns meses de florescimento.

A população dos polinizadores foi estimada em 270 - 390 indivíduos, quantidade que pareceu ser suficiente para polinizar um pomar de 0,5ha, mantendo 38,7% de frutificação natural durante o período estudado. Há estimativas da necessidade de 350 a 1000 indivíduos, dependendo da espécie para polinizar de forma eficiente um pomar de 1,0ha de maracujá - amarelo (Kavati 1998). Em algumas áreas, a abelha *A. mellifera* foi prejudicial ao cultivo em determinados períodos do ano, por reduzir rapidamente a disponibilidade dos grãos - de pólen para o serviço de polinização. Os resultados indicaram limitação de pólen neste cultivo, provavelmente causada pela baixa ocorrência dos seus polinizadores. A frutificação por polinização manual cruzada mostrou-se mais eficiente na formação dos frutos, mas tal prática representa *ca.* 14% do custo adicional de produção (Silva 2005).

As áreas de estudo apresentaram de zero a 48,6% de cobertura de área natural de entorno dos pomares de maracujá - amarelo, conforme o raio de cobertura analisado. A proporção das áreas naturais diminuiu na medida em que se reduziu o raio da área de cobertura analisada no entorno dos cultivos. Áreas com maior proporção de habitats naturais dentro do raio de 250m do entorno dos pomares mostraram uma relação significativa com a maior frequência dos polinizadores, maior frutificação natural inicial e a maior quantidade de sementes nos frutos provenientes da polinização natural. Mas apenas a proporção das áreas naturais do Cerrado não foi suficiente para explicar a riqueza de espécies e a frequência dos polinizadores ou a produtividade do cultivo do maracujá - amarelo. É possível que as características do bioma, áreas de entorno dos cultivos, tratamentos culturais e manejos agrícolas possam afetar a oferta de recursos e substratos de nidificação influenciando na diversidade de polinizadores.

A constituição do Cerrado, caracterizada pela formação de mosaicos de fisionomias vegetais naturais que abrangem desde áreas florestais até formações de um único estrato (Oliveira - Filho & Ratter 2002), sugere que as abelhas deste bioma podem estar naturalmente adaptadas a viver em ambiente fragmentado. Uma vez que a oferta de recursos florais em mosaico nas fisionomias, ao longo do ano é um processo natural (Oliveira & Gibbs 2000, Barbosa & Sazima 2008). Além disso, o maior porte de *Xylocopa* spp, associado a sua maior capacidade de vôo (Gathmann & Tscharnke 2002, Greenleaf *et al.*, 2007), são características que reforçam a importância destas espécies como polinizadores do maracujá

- amarelo uma vez que são capazes de manter o serviço de polinização por toda a extensão do cultivo que na região normalmente compreendem áreas inferiores a 4,0ha. Por outro lado, essa maior capacidade de vôo pode sugerir uma menor dependência do grupo da proximidade de fragmentos de áreas naturais.

Embora os resultados obtidos entre os polinizadores e a proporção das áreas de vegetação natural não tenham sido significativos, reforça-se a necessidade da conservação das áreas naturais no entorno das áreas de plantio, mesmo que fragmentadas, para a manutenção da comunidade dos polinizadores do maracujá - amarelo. Uma vez que o cultivo fornece apenas o néctar como recurso alimentar para seus polinizadores, restrito a alguns meses do ano. A diversidade de plantas utilizadas por *Xylocopa* spp ao longo do ano sugere que a manutenção das plantas nativas nos fragmentos de cerrado é importante para atrair e preservar as populações destas abelhas (Silva *et al.*, em preparação). Desta forma, o manejo e o enriquecimento do entorno dos cultivos com plantas fornecedoras de recursos e até mesmo a manutenção das plantas ruderais ou invasoras podem ajudar a manter ativas as populações de polinizadores e otimizar o serviço de polinização do maracujá - amarelo.

CONCLUSÃO

A maior riqueza de espécies dos polinizadores do maracujá - amarelo observada nos pomares, sugeriu associação deste parâmetro com o grau de conservação das áreas naturais no entorno dos cultivos. Entretanto, somente a proporção destas áreas não mostrou relação significativa com as variáveis relacionadas aos polinizadores e nem a frutificação natural do cultivo nas áreas estudadas. De qualquer forma, são informações importantes para a caracterização do sistema maracujá - amarelo em todo o seu contexto geográfico e constituem fortes argumentos a serem utilizados nas justificativas de conservação.

À FAPEMIG pela bolsa de PDJ - proc. 00187/2009 e financiamento do projeto (Processo CRA - 2037/05). À Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós - graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais pelo apoio e estrutura, à CAPES pela bolsa de doutorado da primeira autora 2005 - 2009, CNPq/Probio/Polinizadores (Processo 0112 - 00/2005) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

Aguilar, R.; Ashworth, L.; Galetto, L. & Aizen, M.A. 2006. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta - analysis. *Ecology Letters*, 9: 968 - 980.

Barbosa, A.A.A. & Sazima, M. 2008. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo - arbustivas de uma área de campo sujo de Cerrado. Pp. 293 - 318, cap 10. In: S.M. Sano, S.P. de Almeida & J.F.Ribeiro (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, vol. 1.

Benevides, C.R. 2006. *Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae Nativas e Cultivadas na Região Norte Flumi-*

nense - RJ. Dissertação de mestrado. UENF, Campos dos Goytacazes, Brasil. 81p.

Bos, M.M.; Veddeler, D.; Bogdanski, A.K.; Klein, A.M.; Tschardtke, T.; Steffan - Dewenter, I. & Tylianakis, J.M. 2007. Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits to crop pollination. *Ecological Applications*, 17: 1841 - 1849.

Camillo, E. 2003. *Polinização do Maracujá*. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 44p.

Cavalcante, R. & Joly, C. 2002. The conservation of cerrados. Pp. 351 - 367. In: P.S. Oliveira & R.J. Marquis (eds.). *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna* Columbia University Press, New York. 398p.

Dafni, A., Kevan, P.G., Husband, B.C. 2005. *Practical Pollination Biology* Cambridge, Canada. Enviroquest Ltd. 590 p.

Debinsky, D.M., Holt, R.D. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14: 342 - 355.

Freitas, B.M., Oliveira - Filho, J.H. 2001. Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: BNB, 96p.

Gathmann, A., Tschardtke, T. 2002. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology* 71: 757 - 764.

Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 367 - 373.

Greenleaf, S.S., Williams, N.M., Winfree, R., Kremen, C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153: 589-596.

Kavati, R. 1998. Florescimento e frutificação do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). In: *Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro*, Jaboticabal, p. 107 - 129.

Kevan, P.G., Imperatriz - Fonseca V.L. 2006. *Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature*. Ministry of the environment. 336p.

Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan - Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tschardtke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences* 274: 303 - 313.

Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Harper publishers, New York, USA. 654p.

Kremen, C. 2008. Crop pollination services from wild bees. In *Bee pollination in agricultural ecosystems*. James, R.R., Pitts - Singer, T. (Eds). 10 - 26. Oxford University Press.

Leone, N.R.F.M. 1990. *Polinização do maracujazeiro (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.) em Araguari, MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 76p.

Martin, F. M. 1959. Staining and observing pollen tubes by means of fluorescence. *Stain Technol.* 34: 436 - 437.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853 - 858.

Oliveira, P.C., Vieira, A.O.S., Cervigne, N.S., Bressan, D.F., Menezes J.R.A.O. 2005. *Biologia reprodutiva de popu-*

- ulações de *Passiflora edulis*. In Anais 56^o Congresso Nacional de Botânica.
- Oliveira, P.E & Gibbs, P.E. 2000. Reproductive biology of Woody plantas in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195 ; 311 - 329.
- Oliveira - Filho, A.T., Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and Woody flora of the cerrado biome. In *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Oliveira, P.S., Marquis R.J. (Eds.). Columbia University Press, Washington, p 91 - 120.
- Ricketts, T.H., Regetz, J., Steffan - Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Bogdanski, A., Gemmil - Herren, B., Greenleaf, S.S., Klein, A.M., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Ochieng, A., Viana, B.F. 2008. Landscape effects on crop pollinations services: are there general patterns? *Ecology Letters* 11: 499 - 515.
- Ruggiero, C. 1973. Estudos sobre floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Tese de doutorado. FCAV, Jaboticabal. 92p.
- Sazima, I., Sazima, M. 1989. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 33: 109 - 118.
- Silva, J.R. 2005. Relatório A cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. f. (*flavicarpa* Deg.) na Região do Triângulo Mineiro. Aspectos práticos. Relatório técnico. 60p.