

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Passiflora cincinnata* MAST. (PASSIFLORACEAE) NA REGIÃO DE PETROLINA(PERNAMBUCO, BRAZIL)

Lúcia Helena Piedade Kiill ^{1,*}, Kátia Maria Medeiros de Siqueira ², Francisco Pinheiro de Araújo ¹, Sabrina Pitombeira Monteiro Trigo ³, Edsângela de Araújo Feitoza ¹ & Ivanice Borges Lemos ¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Embrapa Semi-Árido. BR 428, km 152, Zona Rural. Caixa Postal: 23. Petrolina, PE, Brasil. CEP: 56302-970.

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano. BR 407, km 08, Jardim São Paulo. Petrolina, PE, Brasil. CEP: 56314-520.

³ Universidade de Pernambuco - Campus III, Faculdade de Formação de Professores de Petrolina, Departamento de Ciências Biológicas. BR 203, km 02. Campus Universitário, Bairro Vila Eduardo. Petrolina, PE, Brasil. CEP: 56328-900
E-mails: kiill@cpatsa.embrapa.br, katiuneb@yahoo.com.br, pinheiro@cpasta.embrapa.br, binapitomba@yahoo.com.br, edsangela_feitoza@yahoo.com.br, ivaniceborges@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido de setembro de 2004 a abril de 2006, em área experimental de *Passiflora cincinnata* em Petrolina-PE, objetivando verificar a fenologia, a biologia floral, o comportamento e a frequência dos visitantes florais em condições de cultivo. *P. cincinnata* apresentou antese diurna (06h), com tempo de vida da flor de aproximadamente nove horas. Com relação à produção de néctar, esta variou de 176µl a 204µl, com concentração variando de 38% a 40%. O processo de curvatura foi sincronizado entre os estiletes de uma mesma flor, sendo que o tempo médio de curvatura de 2 horas. Entre as flores avaliadas (n=164), verificou-se que 47,6% apresentavam estiletes sem curvaturas, 25,0% apresentavam estiletes parcialmente curvos e 27,4% apresentavam estiletes totalmente curvos, indicando que 72,6% das flores de *P. cincinnata* seriam funcionalmente masculinas e, portanto não produziram frutos. Entre os visitantes florais encontram-se abelhas, vespas, mariposas, borboletas e beija-flores. Com relação ao horário de visitas, verificou-se que as flores foram mais visitadas entre 06h e 09h. Analisando a frequência de visitas, verificou-se que as abelhas do gênero *Xylocopa* foram registradas ao longo de todo o dia na área de cultivo convencional, exceto nos horários entre 10h e 11h e entre 14h e 15h, porém concentrando suas visitas entre 15h e 16h. Já *Trigona spinipes* Fab. realizou visitas somente no período da manhã, entre 06h e 09h, enquanto *Apis mellifera* L. concentrou suas visitas das 10h às 11h. Já em cultivo orgânico, *T. spinipes* foi registrada em todos os horários pilhando néctar, enquanto que as visitas de *Xylocopa griseescens* Lepelletier foram registradas somente no início da manhã. Para minimizar os impactos dos pilhadores, cinco atrativos diferentes foram ofertados, onde os tratamentos café com açúcar (F=245,54; gl=1,151; p<0,001) e água com açúcar (F=22,13; gl= 1,151; p<0,001) diferiram dos demais quanto a visitação das abelhas. De acordo com o comportamento, horário e frequência de visitas, *X. griseescens* e *X. frontalis* Olivier são consideradas polinizadoras efetivas de *P. cincinnata*. As abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* são consideradas pilhadoras de néctar e/ou pólen, o que pode interferir no sucesso reprodutivo dessa passiflorácea.

Palavras-chaves: Agroecossistemas, Apidae, polinização.

ABSTRACT

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Passiflora cincinnata* MAST. (PASSIFLORACEAE) IN THE REGION OF PETROLINA (PERNAMBUCO, BRAZIL). The present study was carried out from

September 2004 to April 2006, in an experimental area of *Passiflora cincinnata*, in Petrolina-PE, with the objective of evaluating phenology, floral biology, behavior and frequency of floral visitors in cultivated area. *P. cincinnata* showed diurnal anthesis (06h a.m.) and flower duration was approximately nine hours. Nectar production varied from 176 μ l to 204 μ l, with concentration varied from 38% to 40%. The curvature process was synchronized among styles of the same flower, with mean curvature time of two hours. Among the evaluated flowers (n=164), it was found that 47.6% showed styles without curvature, 25% showed styles partially curved and 27.4% showed styles totally curved, indicating that 72.6% of the flowers of *P. cincinnata* would be functionally male and not produce frutis. Among the floral visitors, there were honey bees, wasps, moths, butterflies and hummingbird. It was found that between 06 and 09 a.m. was the period most visited to flowers. Analyzing the frequency of visit, it was found that the honey bees *Xylocopa* were registered during the whole day in conventional cultivation, except between 10h and 11h a.m. and 02 and 03h. p.m., however concentrating their visits between 03 and 04 p.m. *Trigona spinipes* Fab. made visits only in the morning, between 06 and 09 a.m., while *Apis mellifera* L. concentrated its visits from 10h to 11h a.m. In organic cultivation, *T. spinipes* was registered at all times collecting nectar, while the visits of *Xylocopa grisescens* Lepeletier were registered only early in the morning. For reduce the impacts of nectar's thieves, five different attractive were offered, where the coffee with sugar (F=245,54; gl=1,151; p<0,001) and water with sugar (F=22,13; gl= 1,151; p<0,001) differs of others ones. According to behavior, time and frequency of visits, *X. grisescens* and *X. frontalis* Olivier are considered effective pollinators of *P. cincinnata*, *A. mellifera* and *T. spinipes*, nectar and/or pollen thieves, but the removal of these resources may interfere in the reproductive process of this passifloraceae.

Key-words: Agroecosystems, Apidae, pollination.

RESUMEN

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Passiflora cincinnata* MAST. (PASSIFLORACEAE) EN LA REGIÓN DE PETROLINA (PERNAMBUCO, BRASIL). El presente trabajo fue desarrollado de septiembre de 2004 a abril de 2006, en área experimental de *Passiflora cincinnata* en Petrolina-PE, buscando verificar la fenología, la biología floral, el comportamiento y la frecuencia de los visitantes florales en condiciones de cultivo. *P. cincinnata* presentó anthesis diurna (6:00 h), con tiempo de vida de la flor de aproximadamente nueve horas. Con relación a la producción de néctar, ésta varió de 176 μ l a 204 μ l, con concentración variando entre 38% y 40%. El proceso de curvatura fue sincronizado entre los estilos de una misma flor, con un tiempo medio de curvatura de 2 horas. Entre las flores evaluadas (n=164), se verificó que 47,6% presentaban estilos sin curvatura, 25,0% presentaban estilos parcialmente curvos y 27,4% presentaban estilos totalmente curvos, indicando que 72,6% de las flores de *P. cincinnata* serían funcionalmente masculinas y por lo tanto no producirían frutos. Entre los visitantes florales se encuentran abejas, avispas, polillas, mariposas y colibríes. Con relación al horario de visitas, se verificó que las flores fueron más visitadas entre las 6 h y las 9 h. Analizando la frecuencia de visitas, se verificó que las abejas del género *Xylocopa* fueron registradas a lo largo de todo el día en el área de cultivo convencional, excepto en los horarios entre las 10 h y 11 h y entre las 14 h y las 15 h, sin embargo, concentrando sus visitas entre las 15 h y las 16 h. *Trigona spinipes* Fab. realizó visitas solamente en el período de la mañana, entre las 6 h y las 9 h, mientras que *Apis mellifera* L. concentró sus visitas de las 10 h a las 11 h. Por su parte, en cultivo orgánico, *T. spinipes* fue registrada en todos los horarios robando néctar, mientras que las visitas de *Xylocopa grisescens* Lepeletier fueron registradas solamente en el inicio de la mañana. Para minimizar los impactos de los ladrones de néctar, cinco atractivos diferentes fueron ofrecidos, y los tratamientos de café con azúcar (F=245,54; gl=1,151; p<0,001) y agua con azúcar (F=22,13; gl= 1,151; p<0,001) difirieron de los demás en cuanto a visitas de las abejas. De acuerdo con el comportamiento, horario y frecuencia de visitas, *X. grisescens* y *X. frontalis* Olivier son consideradas polinizadores efectivos de *P. cincinnata*. Las abejas *A. mellifera* y *T. spinipes* son consideradas ladronas de néctar y/o polen, lo cual puede interferir en el éxito reproductivo de esta pasiflorácea.

Palabras clave: Agroecosistemas, Apidae, polinización.

INTRODUÇÃO

Dentro do gênero *Passiflora*, cerca de 200 espécies são originárias do Brasil, das quais 50 a 60 espécies produzem frutos comestíveis (Lima & Cunha 2004, Bernacci *et al.* 2003). *Passiflora edulis* é a espécie mais cultivada em todo mundo, seguida de *P. alata* e *P. quadrangulares*.

Para o semiárido brasileiro, são descritas dez espécies, onde *Passiflora cincinnata* é indicada como uma nova espécie de interesse agrônomo (Giuliette *et al.* 2006, Araújo 2007). Esta espécie é descrita como de ampla distribuição na América do Sul, sendo registrada do leste do Brasil até o oeste da Bolívia, ocorrendo em campo ruprestre, caatinga, floresta estacional e cerrado, além de ser frequente em ambientes perturbados (Killip 1938, Nunes & Queiroz 2001, Nunes & Queiroz 2006). No Brasil, há registro de ocorrência desta espécie para os Estados do Pará, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (Lima & Cunha 2004).

Popularmente denominado de maracujá-do-mato, *P. cincinnata* apresenta potencial de mercado e, de forma particular, para a industrialização em pequenas fábricas caseiras, por se constituir em um produto diferenciado, de sabor característico, em relação ao maracujá amarelo. A vantagem do cultivo desta espécie é sua natureza perene e sua resistência à seca, pois se desenvolve nos mais diversos solos da região semiárida, em condições absolutas de sequeiro. Esses frutos, isentos de agrotóxicos e sabor exótico, já são comercializados nas pequenas feiras livres em vários municípios do semiárido, embora sua produtividade, de cerca de nove toneladas por hectare em área dependente de chuva, seja considerada bem menor do que a do maracujá amarelo. O produto processado, na forma de geléia já começa a ser exportado para a Alemanha e Itália, sendo também consumido na merenda escolar dos municípios de Uauá, Curaçá e Canudos, na Bahia (Araújo *et al.* 2006, Araújo 2007).

Atualmente, *P. cincinnata* vem sendo explorada apenas para subsistência e de forma extrativista. A integração da fruticultura às atividades de pequenas indústrias de beneficiamento e processamento dos frutos em doces, geléias, mousses e sucos sinalizam o

mercado promissor para esse tipo de fruta. Além disso, essa espécie, por ser tolerante a doenças e pragas, apresentar longevidade, período de florescimento ampliado e maior concentração de componentes químicos destinados à indústria farmacêutica, tem contribuído de forma importante em programas de melhoramento vegetal (Meletti *et al.* 2005).

Diante desta perspectiva, este trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento da biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. na região de Petrolina (PE), buscando informações referentes a fenologia, aos mecanismos de polinização e aos padrões de comportamento dos visitantes florais ao longo do ano, em áreas experimentais cultivadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em áreas experimentais de *Passiflora cincinnata*, pertencentes à Embrapa Semi-Árido, em Petrolina (PE): 9° 9'S, 40° 22'W, 350m de altitude. A primeira área (680m²) esta localizada na Estação Experimental da Caatinga, implantada há três anos e 10 meses, em espaçamento de 2,0m x 2,5m, sem irrigação e situada próxima a área nativa preservada, sendo considerada como cultivo orgânico. A segunda (8,03m²) esta localizada no Projeto de Irrigação de Bebedouro, implantada a um ano e quatro meses, em espaçamento de 2,20m x 4,80m, irrigada por sistema de sulcos, cercada por outros cultivos, sendo considerada como cultivo convencional.

Durante o período das observações, os dados foram coletados semanalmente, referentes ao período de floração e frutificação, para verificar o início, a duração, o pico e o término dessas fenofases nos dois tipos de plantio. Para os estudos de morfologia e biologia floral, flores (n=30) foram observadas em campo e no laboratório para registro da antese, da duração da flor, da receptividade do estigma (Zeisler 1938) e da viabilidade dos grãos de pólen (Radford *et al.* 1974).

Para avaliar o volume de néctar produzido por flor, botões em pré-antese foram cobertos com sacos de papel impermeável e as flores coletadas nos horários de 10h (n=10) e 12h (n=10), quando foi medido o volume total de néctar por flor, com o auxílio de seringa de insulina. A concentração de açúcares do néctar foi medida com o auxílio de

um refratômetro digital Atago N1 (0 - 50%). Para quantificar os diferentes tipos florais em relação à posição dos estiletos, foram observadas 164 flores em cultivo convencional, às 08h. Para estimar o número de óvulos, foram coletados ovários de 20 flores, sendo estes abertos com estilete, em placa de Petri e observados sob estereomicroscópio.

Os visitantes foram observados nos dois tipos

de cultivo, ao longo do período de floração, em dias não consecutivos, entre 06h e 18h, sendo anotadas a frequência, a duração e o horário de suas visitas, o comportamento dos visitantes mais frequentes, bem como o recurso floral forrageado durante a visita. Para cada intervalo de observação foram feitas no mínimo três repetições, totalizando um esforço amostral de 100 horas (Tabela 1).

Tabela 1. Intervalo de observação dos visitantes florais e seus respectivos números de repetições em *Passiflora cincinnata*, Petrolina-PE.

Table 1. Observation interval of floral visitors and their number of repetitions in *Passiflora cincinnata*, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

	Intervalos de observação (em horas)											Total (horas)	
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17		17-18
Nº de repetições	09	11	11	10	10	10	10	10	10	03	03	03	100

De acordo com o comportamento apresentado, os visitantes foram considerados como polinizadores (Dafni 1992) ou pilhadores (Inouye 1980). De acordo com sua frequência, os visitantes foram considerados como Abundantes (A) quando estes apresentavam frequências de visitas iguais ou superiores a 30%; Frequentes (F) quando apresentavam frequências de visitas de 10% a 30% e Raros (R) quando estes apresentavam frequências inferiores a 10%. Os pilhadores foram classificados de acordo com Inouye (1980). Abelhas, vespas e borboletas foram capturadas, fixadas e mantidas à seco, para posterior identificação e exame dos locais de deposição do pólen. De cada grupo foram coletados pelo menos três espécimes que foram depositados no Laboratório de Ecologia da Embrapa Semi-Árido.

Para avaliar alternativas atrativas para os pilhadores das flores de maracujá, foi montado um experimento na área de cultivo orgânico, em função dos danos causados pela pilhagem. Nessa área foram montadas cinco linhas com os atrativos, sendo estas colocadas a uma distância de 25, 50, 75 e 100m da cultura. Em cada linha, foram colocadas quatro repetições com cinco tratamentos cada, mantendo a distância de um metro entre as repetições e 10cm entre as garrafas de cada tratamento. Os tratamentos utilizados foram: 1. Café com açúcar; 2. Chá de erva cidreira; 3. Chá de capim santo; 4. Água com açúcar (20%); e 5. Água (controle). Os atrativos foram colocados em garrafas PET, transparentes, com aberturas laterais no sentido longitudinal da mesma,

para facilitar o acesso do visitante. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey, a nível de 5% de significância. Para verificar a eficiência do atrativo para pilhadores, observações foram feitas no horário entre 8h e 9h antes e após a oferta do recurso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fenogramas de *Passiflora cincinnata* encontram-se na Figura 1 e mostram que em área de cultivo orgânico, a floração concentrou-se no período de março a agosto, sendo este último considerado como pico desta fenofase. A frutificação só não foi registrada no período de dezembro de 2005 a fevereiro de 2006. Ao longo do ano foram registradas taxas de frutificação que variaram de 10% a 90%. (Figura 1a). Na área de cultivo convencional, as fenofases de floração e frutificação foram registradas ao longo do período de observações, sendo os períodos de dezembro de 2004 a março de 2005 e de março de 2005 a agosto de 2005 considerados como os picos dessas fenofases, respectivamente (Figura 1b). Comparando o comportamento fenológico nos dois tipos de cultivos, verificou-se que as fenofases de floração e frutificação se mantiveram praticamente constantes em cultivo convencional, o que pode estar relacionado ao fato do mesmo ter sido mantido sob irrigação. Já no cultivo orgânico, a oscilação de taxas registrada ao longo do ano esta diretamente relacionada com as condições climáticas da região, onde a estação

chuvosa se concentra no período de janeiro a abril. Por apresentar floração praticamente ao longo de todo o ano, esta espécie pode ser considerada como uma fonte constante de néctar e pólen para as abelhas da Caatinga.

As flores de *Passiflora cincinnata* são isoladas, hermafroditas, de simetria radial e apresentam estrutura reprodutiva típica das passifloráceas. O androceu é composto por cinco estames e o gineceu é formado por um ovário com muitos óvulos, três estiletos e três estigmas, sendo observadas flores com dois, quatro ou cinco estigmas (Tabela 2). Fato similar foi registrado por Araújo (2007), que em um dos acessos estudados, observou que 75% das flores apresentavam quatro estigmas. Em relação ao posicionamento da flor na planta, observaram-se flores voltadas para cima e inclinadas.

A antese das flores é diurna (6h), sendo caracterizada pelo lento afastamento das bordas da corola e do cálice. Nesta fase, as anteras estão deiscendo, os grãos de pólen estão disponíveis e apresentam alta viabilidade (96,93%), os estigmas estão receptivos (de 4h às 17h), há acúmulo de pequenas quantidades de néctar (em média, inferior a 120µl) na base da flor (Tabela 2) e um odor característico é exalado pela flor. À medida que a flor se abre, anteras e estiletos se movimentam. As anteras que anteriormente estavam voltadas para cima, curvam-se, ficando posicionadas para baixo. Os estigmas que inicialmente estavam na posição vertical (erguidos), começam a curvar-se, ficando na posição horizontal. O processo de curvatura é sincronizado entre os estiletos de uma mesma flor, sendo que o tempo médio de curvatura é de duas horas, tempo este

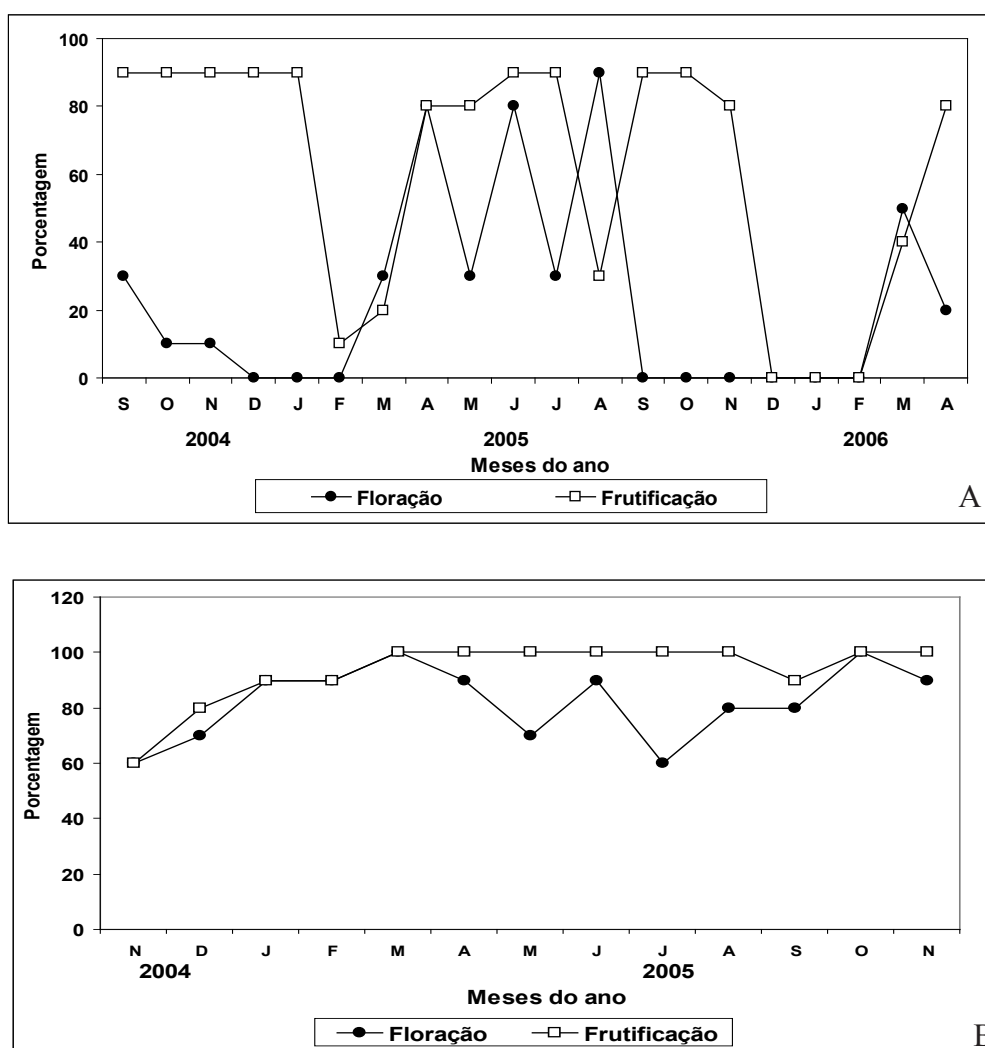


Figura 1. Fenograma de *Passiflora cincinnata* em área de cultivo orgânico, localizada na Estação Experimental da Caatinga (a) e em área de cultivo convencional localizada na Estação Experimental do Bebedouro (b). Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Figure 1. Phenogram of *Passiflora cincinnata* in the organic area, at the Experimental Station of the Caatinga (a) and traditional crops at the Experimental Station of Bebedouro (b). Embrapa Semi-Árido, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

bem superior ao registrado para *P. edulis*, na mesma região (Siqueira *et al.* 2009).

Assim, as flores de *P. cincinnata* embora sejam hermafroditas e ambas as estruturas reprodutivas estejam férteis, elas apresentam hercogamia, ou seja, no início da antese, o posicionamento dos estiletes erguidos faz com que as flores se apresentem funcionalmente masculinas. Nesta situação, as abelhas vão se sujar de pólen ao visitarem as flores, porém não vão tocar os estigmas. Depois de completa a curvatura dos estiletes, a flor então seria funcionalmente hermafrodita e, nesta situação, estariam aptas a receber o pólen, favorecendo assim a polinização cruzada.

Nas observações de campo, verificou-se que os estiletes de algumas flores mantinham-se inalterados (erguidos) ou não completavam a curvatura,

permanecendo semi-erguidos. De acordo com o levantamento realizado em cultivo convencional (Tabela 3), 47,6% das flores apresentaram estiletes sem curvaturas (SC), 25% apresentaram estiletes parcialmente curvos (PC) e 27,4% apresentaram estiletes totalmente curvos (TC). Estes dados indicam que 72,6% das flores de *P. cincinnata* seriam funcionalmente masculinas, servindo como doadoras de pólen, contribuindo para o fluxo gênico da população, porém não formariam frutos, o que justificaria a baixa produtividade quando comparada com *P. edulis*. Segundo Siqueira *et al.* (2009) e Benevides *et al.* (2009), a proporção de flores sem curvatura em *P. edulis* não deve ser considerada um fator importante por eventuais porcentagens baixas de polinização natural, porém o mesmo não pode ser dito para *P. cincinnata*. Esta diferença registrada

Tabela 2. Dados morfológicos e biológicos de *Passiflora cincinnata* Mast. em área de cultivo orgânico e convencional, localizadas nas Estações Experimentais da Caatinga e de Bebedouro, pertencentes a Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Table 2. Morphological and biological data of *Passiflora cincinnata* Mast in the organic area and conventional crops, in Experimental Stations of Caatinga and Bebedouro, Embrapa Semi-Árido, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

Características Gerais	Cultivo orgânico			Cultivo convencional		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Comprimento do botão (cm)	1,2	5,4	3,3	1,5	4,0	3,4
Diâmetro do botão (mm)	6,0	17,1	12,4	10,3	22,9	14,2
Nº de anteras	5	5	5	5	5	5
Nº de estigmas	2	5	4	2	5	4
Nº de óvulos/ovário	250	414	356,8	*	*	*
Receptividade dos estigmas						
04h	+	+	+	+	+	+
17h	+	+	+	+	+	+
Concentração de néctar						
10h	36,7	42,7	40,8	39,0	40,5	39,8
12h	36,5	39,7	38,3	36,6	41,8	38,4
Volume de néctar µl						
10h	120	250	196	140	200	180
12h	130	300	176	130	300	204

* não avaliado

Tabela 3. Tipos florais quanto à curvatura dos estiletes em *Passiflora cincinnata* em áreas de cultivo convencional.

Table 3. Floral types in relation to curvature of styles in *Passiflora cincinnata* in conventional crops.

TIPOS DE FLORES	NÚMERO	%
Sem Curvatura (SC)	78	47,6
Parcialmente Curvo (PC)	41	25,0
Totalmente Curvo (TC)	45	27,4
TOTAL	164	100,0

entre as duas passifloráceas pode ser atribuída ao fato de *P. edulis* ser uma espécie comercial, enquanto *P. cincinnata*, por ser uma espécie nativa, apresenta maior variabilidade entre os indivíduos, com variações que vão desde a cor das flores até o número de estigmas.

Com relação à produção de néctar foram encontrados valores de 176µl a 204µl, e concentração de açúcares de cerca de 40% a 38%, para os horários de 10h e 12h, respectivamente (Tabela 2). Comparando estes valores com os registrados para *P. edulis* na mesma região (Siqueira *et al.* 2009), verifica-se que as flores de *P. cincinnata* produziram um volume de néctar cerca de três vezes superior, porém sua concentração é menor. Esta grande oferta de recurso pelas flores de *P. cincinnata* pode ter sido um dos motivos da presença elevada de pilhadores na cultura, o que vem sendo colocado como um dos principais problemas no manejo desta espécie (Kiill & Siqueira 2006).

As flores permanecem sem modificações até as 14h, quando então se inicia o processo de senescência floral, caracterizado pelo murchamento das pétalas, filamentos da corona e movimentação dos estiletos para cima. Ao final do processo, que ocorre por volta das 22h, a flor se fecha totalmente. A duração da flor é

de aproximadamente nove horas e, cerca de 48 horas após a antese, ocorre a queda dos elementos florais, permanecendo somente o gineceu, no caso de sucesso reprodutivo.

Quanto aos visitantes florais, as flores de *P. cincinnata* foram visitadas por abelhas, vespas, mariposas e beija-flores, sendo o início das visitas registrado a partir de 06h. Quanto ao recurso floral forrageado, as abelhas apresentaram comportamento de coleta de néctar, sendo que somente *Apis mellifera* foi observada coletando néctar e pólen. Os demais visitantes florais foram observados coletando néctar das flores. Em cultivo orgânico, *Trigona spinipes* Fab. foi responsável por 92,6% do total de visitas, seguido por *Xylocopa grisescens* Lapeletier com 6,2%. Já em cultivo convencional, *Xylocopa grisescens* foi responsável por 31,7% do total de visitas, seguido por *Centris* sp. com 25,4% e *Trigona spinipes* com 19,7% (Tabela 4).

Comparando as duas situações, verificou-se que as visitas de *T. spinipes* foram consideradas abundante em cultivo orgânico, sendo frequentes em condições convencionais (Tabela 4). Esta diferença pode estar relacionada ao entorno da cultura, que no primeiro caso estava bem próxima de áreas nativas, onde há

Tabela 4. Visitantes florais de *Passiflora cincinnata* observados em área de cultivo orgânico e convencional, localizadas nas Estações Experimentais da Caatinga e de Bebedouro, pertencente a Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Table 4. Floral visitors of *Passiflora cincinnata* observed in the organic area and conventional crops, in Experimental Station of Caatinga and Bebedouro, belongs to Embrapa Semi-Árido, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

Visitante floral	Cultivo Orgânico			Cultivo Convencional			Rec. floral	Comportam. Visita
	No. de visitas	%	ClasseFreq.	No. De visitas	%	ClasseFreq.		
Himenópteros								
<i>Apis mellifera</i>	01	0,1	R	26	18,3	F	Pólen Néctar	Furto Roubo 2 ^{ario}
<i>Trigona spinipes</i>	1061	92,6	A	28	19,7	F	Néctar	Roubo 1 ^{ario}
<i>Xylocopa grisescens</i>	71	6,2	R	45	31,7	A	Néctar	Polinizador
<i>Centris</i> sp.	--	--	--	36	25,4	F	Néctar	Pol. ocasional
Vespa sp. 1	02	0,2	R	1	0,7	R	Néctar	Furto
Vespa sp. 2	02	0,2	R	--	--	--	Néctar	Roubo
Lepidópteros								
Não identificada sp. 1				1	0,7	R	Néctar	Furto
<i>Ascia monuste</i>				2	1,4	R	Néctar	Furto
<i>Eupetomena macroura</i>	08	0,7	R	3	2,1	R	Néctar	Pol. ocasional
Total	1145	100,0		142	100,0			

registro de ninhos naturais dessa espécie. Por outro lado, a presença abundante desta abelha nas flores de *P. cincinnata* pode ter sido o principal motivo da baixa frequência de visitas de *X. grisescens* em cultivo orgânico, não só pela pilhagem do recurso floral, como também pelos danos feitos as flores tornando-as mesmo atrativas aos demais visitantes.

Comparando o número de visitas registrado por horário nos dois tipos de cultivos, verificou-se que, em cultivo orgânico, o número de visitas foi igual ou superior a 50, sendo que estas se mantiveram constantes ao longo das observações. Em cultivo convencional, as visitas ficaram concentradas no período da manhã, principalmente entre 06h e 09h, com valores superiores a 30 (Figura 2). As diferenças encontradas podem estar relacionadas com a localização e o manejo do cultivo, ou seja, a proximidade com a área de vegetação e ausência de agroquímicos podem ter facilitado a manutenção das visitas ao longo do dia.

Quanto ao comportamento de visita, será descrito o comportamento dos principais visitantes observados nas duas áreas: as abelhas do gênero *Xylocopa*

pousavam sobre a corola e corona, dirigiam-se para o centro da flor a procura do acesso à câmara nectarífera. Nesta ocasião, as abelhas introduziam a língua no interior da câmara e ao realizar deslocamentos de vai-vem, tocavam nas estruturas reprodutivas, ficando o pólen depositado na parte dorsal do tórax (Figura 3a). Concluída a coleta de néctar, as abelhas abandonavam a flor, visitando flores próximas ou então abandonavam o local. As abelhas do gênero *Centris* apresentaram comportamento semelhante ao descrito para as espécies de *Xylocopa*, porém durante a coleta de néctar as abelhas tocavam eventualmente as estruturas reprodutivas, podendo ser consideradas como polinizadoras ocasionais.

Trigona spinipes, ao visitar as flores de *P. cincinnata*, pousava sobre a flor (Figura 3b) ou na região basal da corola, do lado externo da flor e dirigia-se para a câmara nectarífera, onde com o auxílio das peças bucais fazia pequenos orifícios, por onde coletava o néctar, caracterizando assim o roubo primário desse recurso. Além disso, a abelha apresentou comportamento agressivo, inibindo a aproximação dos demais visitantes, o que pode ter

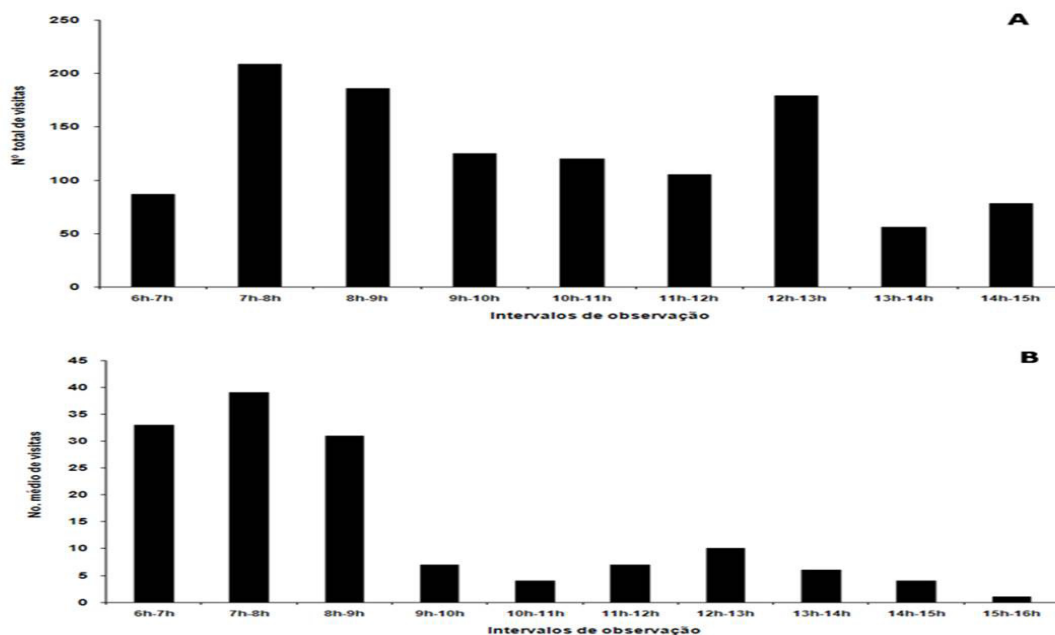


Figura 2. Número médio de visitas por intervalo de tempo registrado nas flores de *Passiflora cincinnata*, em área de cultivo orgânico (a) e convencional(b).

Figure 2. Average number of visits per time interval recorded in the flowers of *Passiflora cincinnata* in the organic area (a) and conventional crops (b).

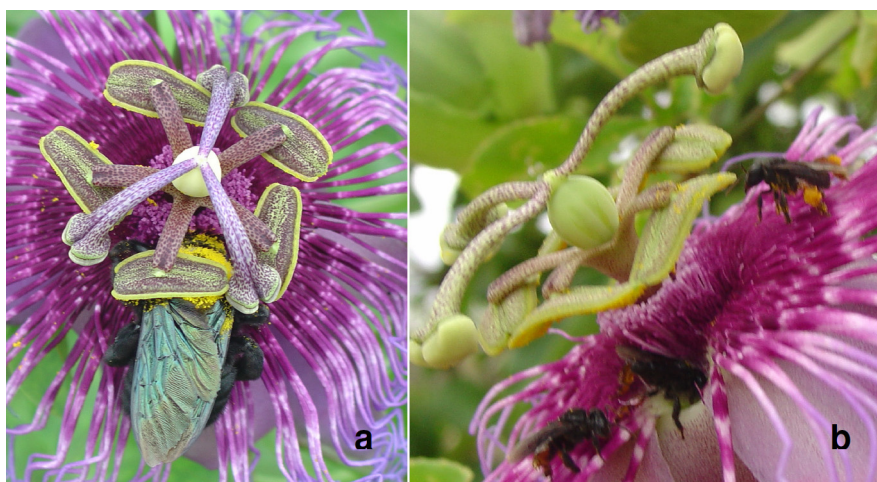


Figura 3. Visitantes florais de *Passiflora cincinnata*. a) *Xylocopa griseescens*, b) *Trigona spinipes*.
Figure 3. Floral visitors of *Passiflora cincinnata*. a) *Xylocopa griseescens*, b) *Trigona spinipes*.

refletido na frequência de visita de *X. griseescens*, principalmente em cultivo orgânico. Comportamento semelhante foi registrado em outras espécies de maracujá (Leone 1990, Malerbo-Souza *et al.* 2002), onde esta abelha também impedia a aproximação dos demais visitantes florais.

Já *Apis mellifera* apresentou comportamentos distintos para a coleta de néctar. Um deles foi semelhante ao descrito para *T. spinipes*, porém utilizava os orifícios já feitos por esta espécie para ter acesso ao néctar, caracterizando assim o roubo secundário deste recurso floral. Na ausência de *T. spinipes*, a abelha pousava sobre a flor, caminhava até a região do opérculo e introduzia a glossa entre os filamentos para ter acesso ao néctar, sem tocar as estruturas reprodutivas. Para a coleta de pólen, *A. mellifera* pousava diretamente sobre as anteras, e com o auxílio das pernas e peças bucais, coletava o pólen das anteras sem tocar nos estigmas, caracterizando assim o furto deste recurso floral. Comportamento semelhante foi registrado por Siqueira *et al.* (2009) e Benevides *et al.* (2009) para *P. edulis*, onde o comportamento de pilhagem dessa abelha foi considerado prejudicial para as flores, devido ao seu comportamento de retirada do pólen das anteras principalmente no início da abertura das flores.

Quanto à frequência dos visitantes ao longo do dia, em cultivo orgânico observou-se que *Trigona spinipes* foi registrada em todos os horários, sendo o único visitante registrado no período de 09h às 14h. As visitas de *Xylocopa griseescens* foram registradas somente no início da manhã e com frequência bem

inferior as registradas para *T. spinipes* (Figura 4a). Em cultivo convencional, verificou-se que as visitas das abelhas do gênero *Xylocopa* foram registradas ao longo de todo o período, exceto nos horários de 10h às 11h e de 14h às 15h. O pico de visitação foi registrado entre 15h e 16h, quando esta abelha foi o único visitante registrado. Já *Trigona spinipes* realizou visitas somente no período da manhã entre 06h e 09h, enquanto *A. mellifera* foi observada no período da manhã, concentrando suas visitas no horário das 10h às 11h. *Centris* spp. foram observadas durante todo o dia, com exceção dos horários de 10h às 11h e 15h às 16h (Figura 4b).

Novamente, a diferença registrada nos dois tipos de cultivo pode estar relacionada ao fato de que o orgânico está inserido próximo da área de Caatinga, que apresenta ninhos naturais de *T. spinipes*, o que justificaria a presença dessa abelha em maior número. Esta espécie apresenta comportamento agressivo e a presença de grande número de indivíduos na área é prejudicial para a cultura, uma vez que as mesmas inibem a visitação dos demais visitantes florais, levando conseqüentemente a uma redução na diversidade de visitantes (Figura 4a). Além disso, essas abelhas também danificam as flores, tornando-as menos atrativas do ponto de vista visual (corte dos filamentos da corona) como também alimentar (retirada de néctar).

Comparando os dados obtidos nas estações chuvosa e seca em cultivo convencional (Figura 5), verificou-se que na estação seca, a frequência de visitas de *T. spinipes* foi bem superior à da estação chuvosa, sendo

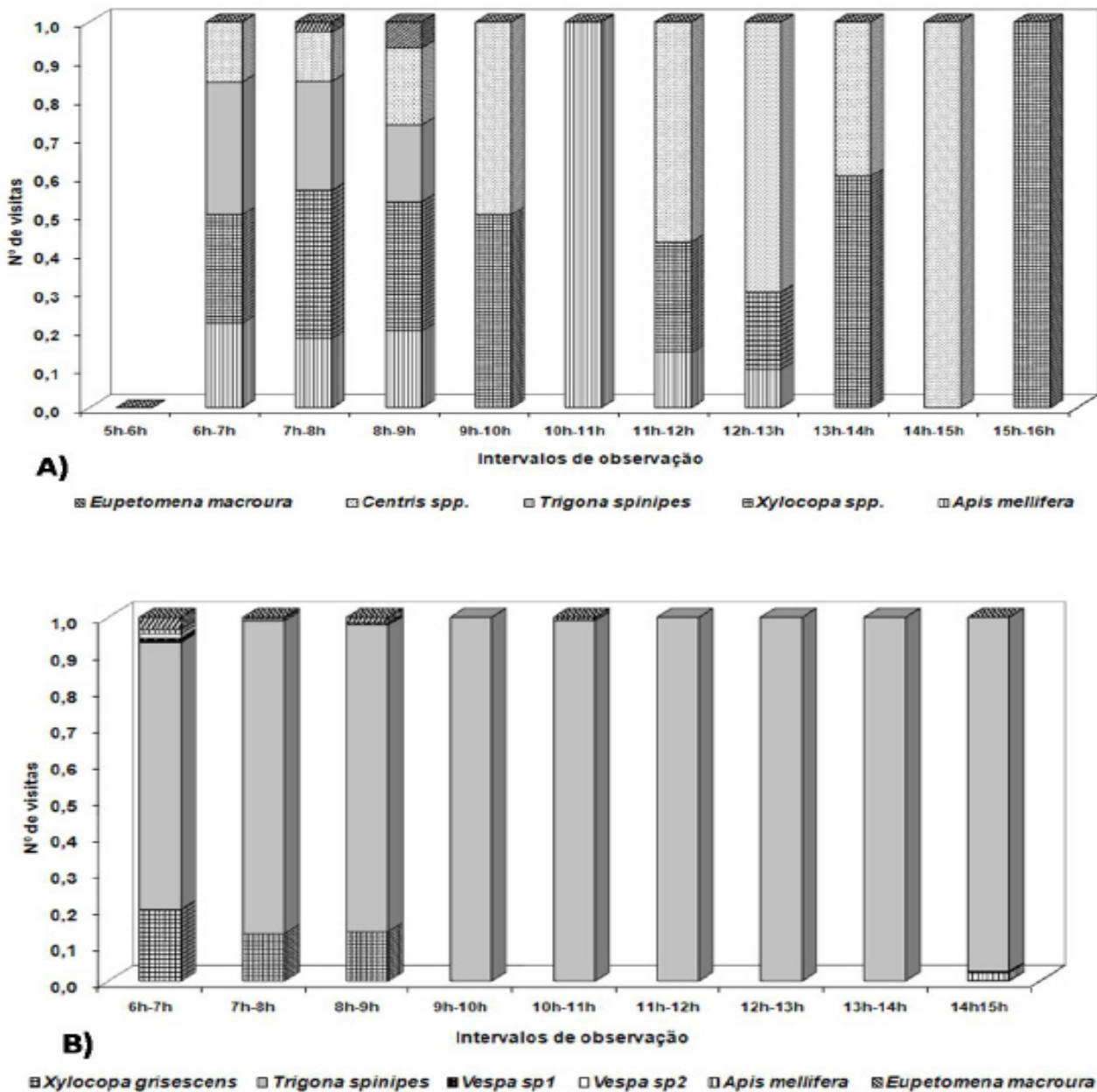


Figura 4. Número de visitas por visitante, em cada intervalo de tempo, registrado para as flores de *Passiflora cincinnata* em cultivo orgânico (A) e em cultivo convencional (B).

Figure 4. Number of visits per visitor, in each time interval at the flowers of *Passiflora cincinnata* in organic area (A) and conventional crops (B).

registrada uma diminuição da frequência dos demais visitantes, semelhante ao observado em cultivo orgânico. Esta concentração de visitas neste período pode estar associada à baixa oferta de alimento na vegetação nessa época do ano.

Para minimizar os impactos causados pelos pilhadores, o experimento com atrativos foi realizado no cultivo orgânico, sendo os dados apresentados na

Tabela 5. O maior número de visitas foi observado no Tratamento 1 (café com açúcar) onde foram registradas 91,0% das visitas de *Apis mellifera* e 61,7% das visitas de *Trigona spinipes*.

A análise de variância indicou que houve diferenças na atração das abelhas. Os tratamentos 1 ($F=245,54$; $gl=1,151$; $p<0,001$) e 4 ($F=22,13$; $gl=1,151$; $p<0,001$) diferiram dos demais quanto a

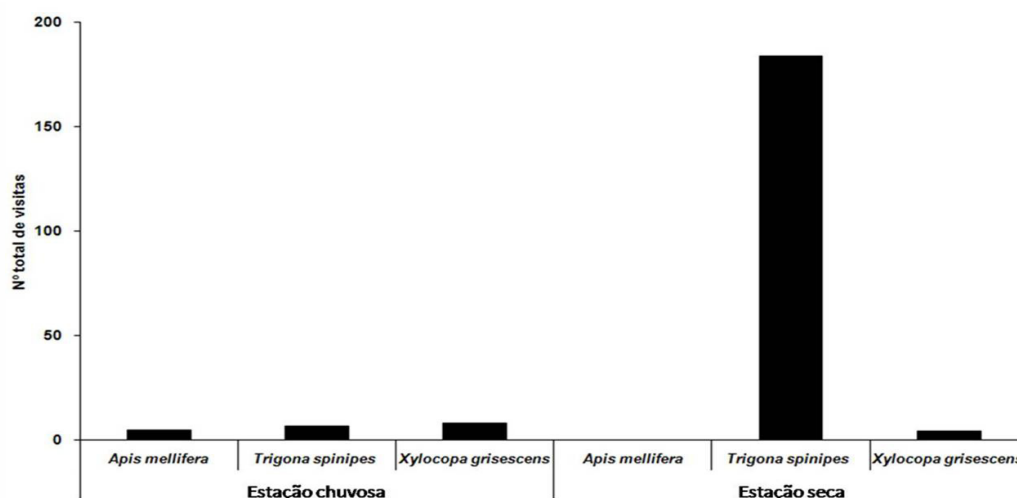


Figura 5. Número total de visitas dos principais visitantes florais de *Passiflora cincinnata* na estação chuvosa e seca, em cultivo convencional, na Estação Experimental de Bebedouro, Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Figure 5. Total number of visits of the main pollinators of *Passiflora cincinnata* in the wet and dry season, in conventional crops at the Experimental Station of Bebedouro, Embrapa Semi-Árido, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

Tabela 5. Resultados do experimento com atrativos para pilhadores de *Passiflora cincinnata*, em área de cultivo orgânico, na Estação experimental da Caatinga, da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.

Table 5. Results of experiments with attractive to thieves of *Passiflora cincinnata* in organic area, in Experimental Station of Caatinga, Embrapa Semi-Árido, Petrolina (Pernambuco, Brazil).

Tratamentos	<i>Apis mellifera</i>		<i>Trigona spinipes</i>	
	Nº. de visitas	%	Nº. de visitas	%
1- Café c/ açúcar	1.722	91,0	390	61,7
2- Capim santo	39	2,1	41	6,5
3- Erva cidreira	48	2,5	47	7,4
4- Água c/ açúcar	37	1,9	115	18,2
5- Água	47	2,5	39	6,2
Total	1.893	100,0	632	100,0

visitação das abelhas. Comparando os resultados obtidos para o Tratamento 1 quanto à distância da área de cultivo (25m, 50m, 75m ou 100m), verificou-se que não houve diferenças significativas entre as linhas, indicando que o atrativo pode ser oferecido a qualquer distância nas proximidades da área cultivada.

Nas observações feitas entre 8h e 9h, antes e após a oferta do recurso, verificou-se que o número médio de visitas registrado para *T. spinipes* passou de 13 para uma visita, indicando que o atrativo

seria uma alternativa para afastar essa abelha da área de cultivo. Durante as observações não foram registradas visitas de *A. mellifera*, havendo a necessidade de se repetir o experimento para ter dados mais conclusivos para essa espécie. Porém, vale salientar que nas observações feitas no período anterior à disponibilização dos atrativos, *T. spinipes* apresentou comportamento agonístico em relação às demais abelhas, o que poderia justificar a ausência de *A. mellifera* nas flores observadas. Já no período posterior, a ausência dessas abelhas pode ser atribuída

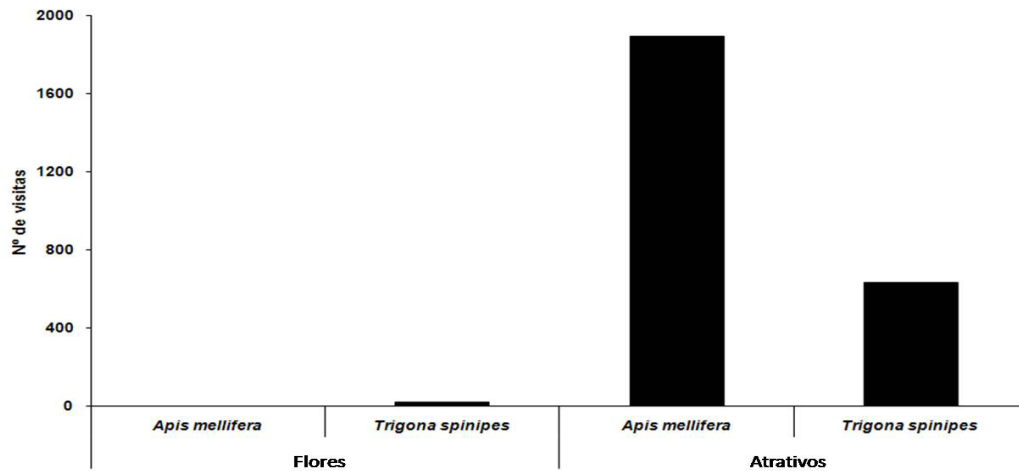


Figura 6. Comparação do número de visitas registrados nas flores e nos atrativos para *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* em área de cultivo orgânico de *Passiflora cincinnata*.

Figure 6. Comparative of visits' number in the flowers and in the attractive to *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in organic area of *Passiflora cincinnata*.

não só a presença de *T. spinipes* nas flores, como também a oferta dos atrativos, nas proximidades da cultura, levando a concentração de suas visitas nesses recursos (Figura 6).

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que embora *P. cincinnata* seja uma opção de cultivo para a região semiárida, florescendo praticamente ao longo do ano, os percentuais elevados de flores inaptas à polinização pode ser um dos fatores da baixa produtividade. As abelhas *Xylocopa grisescens* e *X. frontalis* são consideradas polinizadoras efetivas dessa espécie por apresentar morfologia, comportamento e frequência de visitas adequados à morfologia floral. Já as abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram consideradas pilhadores de néctar e/ou pólen, sendo que a retirada desses recursos pode interferir no sucesso reprodutivo dessa passiflorácea. Assim, em áreas com problemas de pilhagem por essas abelhas, estratégias de colocação de atrativos nas proximidades da área de cultivo devem ser adotadas para minimizar este impacto. Porém, estudos complementares são necessários para estimar a quantidade e concentração que deve ser colocada para minimizar as visitas dos pilhadores.

AGRADECIMENTOS: Ao PROBIO pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto "Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco" e ao CNPq pela concessão das bolsas de Apoio Técnico.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F.P. 2007. Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata* Mast.) no Semi-Árido brasileiro. *Tese de Doutorado*. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Botucatu, SP, Brasil. 94p.
- ARAÚJO, F.P.; KIILL, L.H.P. & SIQUEIRA, K.M.M. 2006. *Maracujá do mato: alternativa agroindustrial para o Semi-Árido*. Embrapa CPATSA, Petrolina, PE. Folder.
- BENEVIDES, C.R.; GAGLIANONE, M.C. & HOFFMANN, M. 2009. Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg., Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(3): 415-421.
- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M. & SOARES-SCOTT, M.D. 2003. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). *Revista Brasileira Fruticultura*, 25(2): 355-356.
- CAMILLO, E. 2003. *Polinização do Maracujá*. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 44p.
- DAFNI, M. 1992. *Pollination Ecology: a practical approach*. Oxford University Press, New York. 250p.

- GIULIETTI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.A. & QUEIROZ, L.P. (eds.). 2006. *Diversidade e caracterização das fanerógamas do Semi-Árido Brasileiro*. Primeira Edição. Volume 1. Instituto do Milênio do Semi-Árido, Associação Plantas do Nordeste, Recife, PE. 488p.
- INOUE, D.W. 1980. The terminology of floral larceny. *Ecology*, 61: 1251-1253.
- EARN, C.A. & INOUE, D.W. 1993. *Techniques for Pollination Biologists*. The University Press of Colorado, Niwot, Colorado. 559p.
- KIILL, L.H.P. & MEDEIROS, K.M.S. (Coord.). 2006. *Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco: estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Submédio do Vale do São Francisco*. Embrapa Semi-Árido/PROBIO/CNPq, Petrolina, PE. 64p. (CD-ROM).
- KILLIP, E.P. 1938. The American species of Passifloraceae. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series*, 19: 1-613.
- LEONE, N.R.F.M. 1990. Polinização do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), em Araguari, MG. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil. 76p.
- LIMA, A.A. & CUNHA, M.A.P. (Eds.). 2004. *Maracujá: produção e qualidade na passicultura*. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. 396 p.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. & TOLEDO, V.A.A. 2002. Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá (*Passiflora* spp.). *Acta Scientiarum*, 24(5): 1269-1274.
- MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C. & PASSOS, I.R.S. 2005. Melhoramento genético: passado e futuro. Pp. 55-78. In: F.G. Faleiro, N.T.V. Junqueira, & M.F. Braga (eds.). *Maracujá: germoplasma e melhoramento genético*. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 677p.
- NUNES, T.S. & QUEIROZ, L.P. 2001. A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas*, 1(1): 33-46.
- NUNES, T.S. & QUEIROZ, L.P. 2006. Flora da Bahia: Passifloraceae. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas*, 6(3): 194-226.
- RADFORD, A.E.; DICKINSON, W.C.; MASSEY, J.R. & BELL, C.R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper & Row Publishers, New York. 891p.
- SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.F.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S.P. & FEITOSA, E.A. 2009. Ecologia da polinização do maracujá amarelo na região do Vale do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31: 1-12.
- ZEISLER, M. 1938. Ueber die Abgrenzung der eigentlichen: Narben flächen mit der Hilfe von Reaktionen. *Beihefte zum Botanischen Zentralblatt*, 58: 308-318.

Submetido em 20/02/2009

Aceito em 21/07/2009