



Faculdade de Ciências da Educação e Saúde - FACES

Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas

JULIANA BENEZ FERREIRA

Determinação do polinizador efetivo de *Passiflora setacea* D.C.
(Passifloraceae).

Brasília
2013

DETERMINAÇÃO DO POLINIZADOR EFETIVO DE *Passiflora setacea* D.C.
(PASSIFLORACEAE).

Título abreviado: Polinizador efetivo de *Passiflora setacea* D.C..

Juliana Benez Ferreira¹, Andrea Marilza Libano²

RESUMO

Passiflora setacea D.C. é uma espécie de maracujá nativo do Cerrado, objeto de pesquisas de melhoramento genético e com potencial para a comercialização em larga escala. Essa espécie apresenta antese noturna, tendo como prováveis polinizadores mariposas e morcegos. O presente estudo teve como objetivo verificar a ocorrência de autopolinização na espécie e identificar o seu polinizador. Para tanto, foi realizada uma manipulação em um plantio experimental de *P. setacea*, que visou o isolamento do polinizador em três níveis: isolamento total, parcial e flores livres. Os resultados indicaram ausência de autopolinização e sugeriu que o polinizador efetivo seja um vertebrado noturno, sendo *Chiroptera* o grupo mais provável, principalmente por ter sido verificado grãos de pólen da flor na pelagem de indivíduos capturados e que forrageavam flores na área de estudo. Entender essa relação planta-polinizador é importante para a garantir o sucesso reprodutivo de espécies nativas, principalmente as com frutos potencialmente comerciais, como *P. setacea*.

Palavras-Chave: Maracujá-do-sono. Autopolinização. Polinização cruzada. *Chiroptera*.

DETERMINATION OF THE EFFECTIVE POLLINATOR OF *Passiflora setacea* D.C.
(PASSIFLORACEAE).

ABSTRACT

Passiflora setacea D.C. is a specie of passion fruit native of Cerrado, object of genetic improvement research and with a potential for large-scale commercialization. This specie is characterized by a nocturnal anthesis, having moths and bats as its probable pollinators. This study aimed verify the presence of self-pollination in the specie and identify its pollinator. Therefore, an experiment was conduct in an experimental plantation of *P. setacea*, which aimed the isolation of the pollinator in three levels: total isolation, partial and free flowers. The results indicated self-pollination absence and that its effective pollinator must be a nocturnal vertebrate, being *Chiroptera* the most probable group, mainly because it has been verified pollen on the fur of individuals that were captured and foraging flowers in the study area. Understand the relation between plant-pollinator is important to ensure the reproductive success of native species, mostly these species with potentially commercial fruits, such as *P. setacea*.

Key-Words: “Sleep” passion fruit. Self-pollination. Cross-pollination. *Chiroptera*.

¹ Graduanda em Bacharelado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. E-mail: juliana.benez@hotmail.com.

² Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Mestre em Botânica pela Universidade de Brasília - UnB. Professora do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB.

1. Introdução

A condição sésil das plantas gera a incapacidade desses organismos de ir em busca de parceiros sexuais, alimentos e até mesmo de escapar através do movimento de condições ambientais não favoráveis (RAVEN *et al.*, 2001). Sendo assim, estabeleceram relações com o ambiente físico e com os outros organismos que possibilitaram o desenvolvimento de adaptações a essa condição de mobilidade restrita (JANZEN, 1972; OLIVEIRA; PIE, 1998). Um exemplo são as interações estabelecidas entre plantas e animais, como a polinização e a dispersão, que aumentam a probabilidade de sucesso de um evento reprodutivo.

Um evento de polinização bem sucedido é primordial para a reprodução (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1971), sem o qual não haveria formação de frutos e sementes. A polinização consiste na transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma da própria flor ou de flores de outros indivíduos (RAVEN *et al.*, 2001), sendo ela responsável pelo fluxo gênico entre as populações vegetais (KAGEYAMA; GANADARA, 1998).

Aproximadamente 80% das angiospermas são hermafroditas, sendo potencialmente capazes de realizar auto-fecundação (PROCTOR *et al.*, 1996). Entretanto, a maioria delas apresenta mecanismos que impedem ou diminuem a probabilidade de ocorrência de autogamia e que aumente os eventos de fecundação cruzada, o que, evolutivamente, resulta em maior variabilidade genética (RICK, 1976; PARKER; HAMRICK, 1992; BRAMMER, 2002), logo, um maior valor adaptativo às mudanças ambientais (FUTUYMA, 1997).

A família Passifloraceae é composta tanto por espécies autogâmicas, quanto de espécies dependentes da fecundação cruzada (LORENZ-LEMKE, 2006). São em sua maioria trepadeiras e estão amplamente distribuídas nas regiões dos trópicos, subtropicais e regiões subtropicais quentes da América, África e Ásia (KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997; BERNACCI *et al.*, 2003). É composta por doze gêneros, dos quais quatro são encontrados no Brasil: *Dilkea*, *Mitostemma*, *Tetrastylis* e *Passiflora* (CERVI, 1997), sendo o último o mais diverso (FALEIRO *et al.*, 2005), com cerca de 400 espécies (CERVI, 1997), sendo que 200 podem ser encontradas em regiões de Cerrado (SOUZA; MELETTI, 1997).

Nas espécies de passifloráceas autoincompatíveis há uma variedade de estruturas morfológicas, fisiológicas e, inclusive, barreiras temporais que impedem a autofecundação e que também estão relacionadas com o tipo e a gama de polinizadores (VARASSIN *et al.*, 2001; LORENZ-LEMKE, 2006). Estudos de polinização em Passifloraceae indicam uma alta variedade de polinizadores em função das diferenças morfológicas e temporais entre suas espécies, com uma maior incidência de abelhas e beija-flores como seus principais polinizadores (JANZEN, 1968; GOTTSBERGER *et al.*, 1988; SAZIMA; SAZIMA, 1989; CAMILLO, 1996; KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997; VARASSIN; SILVA, 1999; ACIOLI, 2003; KILL *et al.*, 2010). Entretanto, já se tem estudos que indicam polinização por vespas em *Passiflora suberosa* L. (KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997), por mariposas em *Passiflora capsularis* L. (ACIOLI, 2003) e por morcegos em *Passiflora mucronata* Lam. (SAZIMA; SAZIMA, 1978), *Tetrastylis ovalis* (Vell. ex M. Roem.) Killip (BUZATO; FRANCO, 1992), *Passiflora galbana* Mast. (VARASSIN *et al.*, 2001) e *Passiflora penduliflora* Bertero ex DC. (KAY, 2001). Vogel (1983) sugeriu que o baixo número de registros de quiropterofilia, está associado à falta de estudos com espécies de antese noturna, e, que o aumento de pesquisas aumentaria o número de espécies desse grupo caracterizadas com essa síndrome de polinização.

Uma das espécies de antese noturna do gênero *Passiflora* que não possui registro na literatura de seu polinizador efetivo é a *Passiflora setacea* D.C. (SOUZA *et al.*, 2008), também conhecida como maracujá-do-sono, maracujá-do-cerrado ou maracujá-sururuca (WONDRACEK *et al.*, 2008). É uma espécie nativa do Cerrado e pode ser encontrada também em regiões de Caatinga (OLIVEIRA; RUGIERO, 2005). Por ser uma flor noturna (SOUZA *et al.*, 2008), a mesma está sujeita a visitação de polinizadores como quirópteros, himenópteros, lepidópteros e/ou coleópteros de hábito noturno, tendo como prováveis polinizadores mariposas e morcegos (JUNQUEIRA *et al.*, 2005).

Essa espécie de maracujá não é comercializada em larga escala, entretanto, é objeto de cultivos experimentais, principalmente para a realização de trabalhos direcionados ao melhoramento genético de espécies de maracujás comerciais – a exemplo, *Passiflora edulis* e *P. alata* (JUNQUEIRA *et al.* 2005), e, ainda, a sua utilização como porta-enxertos devido a sua resistência a patógenos e à morte precoce (FALEIRO, 2005; SANTOS *et al.*, 2005). Além disso, Costa e seus colaboradores

(2008) evidenciaram a presença de substâncias com propriedades soníferas e calmantes nas folhas e frutos, características que podem contribuir para incentivar a produção em larga escala de *P. setacea*. No entanto, o sucesso e a viabilidade de um plantio estão associados a produção de frutos e sementes, que dependem do sucesso de polinização das flores (OLIVEIRA; RUGIERO, 2005). A falta de conhecimento sobre a floração, a frutificação e a polinização de *Passiflora setacea* dificulta o desenvolvimento de técnicas de plantio para a sua comercialização (ATAÍDE *et al.* 2012). Conseqüentemente, é preciso desenvolver pesquisas acerca da biologia reprodutiva da espécie, como por exemplo, a determinação do agente polinizador, visando estabelecer métodos mais adequados para o manejo da cultura em escala comercial (KILL; COSTA, 2003).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência de autopolinização em *Passiflora setacea*, variedade BRS Pérola do Cerrado do programa de melhoramento da Embrapa Cerrados, e, ainda, determinar o polinizador efetivo dessa espécie a partir da taxa de frutificação obtida em um experimento de isolamento de polinizador.

2. Metodologia

O trabalho foi conduzido em um plantio de *Passiflora setacea*, variedade BRS Pérola do Cerrado do programa de melhoramento da Embrapa Cerrados, localizado no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC) – Planaltina/GO.

2.1. Experimento de isolamento do polinizador

As plantas estavam dispostas em espaldeira e as observações e experimentações em campo foram realizadas a cada 15 a 20 dias durante o período de dezembro de 2012 a abril de 2013, entre 16h e 2h. Sendo que, uma semana após o estabelecimento dos experimentos, foram realizadas observações para verificar o desenvolvimento ou não de frutos nas flores marcadas.

Para o experimento de isolamento do polinizador foram utilizadas 100 flores para cada um dos tratamentos, totalizando 300 flores. Em cada dia de experimentação foram utilizados de sessenta a noventa botões florais em pré-antese – ou seja, com potencial de abertura para o dia – o número de flores demarcadas variou em função da

quantidade de flores disponíveis. Todos os botões utilizados no experimento foram marcados e numerados, sendo que a marcação foi feita em apenas um botão por ramo.

O experimento foi baseado na metodologia proposta por Kearns e Inouye (1993), com adaptações, e consiste na implementação de três tratamentos: 1) com isolamento total da flor quanto aos visitantes e possíveis polinizadores; 2) com isolamento parcial; e, por fim, 3) com acesso livre. Para o isolamento total da flor, vinte a trinta botões foram ensacados com saco de papel e amarrados com fita crepe (figura 1A), impedindo o total acesso de qualquer visitante. Esse primeiro tratamento verifica a presença ou ausência de autopolinização da espécie, ou seja, a capacidade de produção de frutos e sementes na ausência de um agente polinizador, fator que poderia interferir na taxa de frutificação dos outros dois tratamentos. No segundo tratamento, foram colocadas ao redor dos botões florais armadilhas confeccionadas com tela de arame hexagonal tipo galinheiro com duas polegadas (figura 1B), obtendo um isolamento parcial da flor, com o objetivo de impedir a visitação e, conseqüente, polinização por animais de maior porte, como vertebrados, permitindo acesso de espécies menores. Já no terceiro tratamento, os botões receberam apenas a marcação (figura 1C), ficando disponíveis para todos os visitantes florais, permitindo acesso tanto de espécies menores quanto maiores.

Após uma semana da montagem dos experimentos, foram realizadas novas idas ao plantio para a verificação de quais flores foram ou não polinizadas, dado obtido a partir do desenvolvimento ou não de fruto.

2.2. Coleta e comparação de grãos de pólen

Para realizar a coleta de pólen, primeiramente foi feita a captura de morcegos encontrados na área durante as experimentações, com o auxílio de rede de neblina. Após a captura, foi feita a coleta de grãos de pólen na pelagem desses animais capturados. O pólen fora coletado com o auxílio de um pincel e armazenados em álcool 70%, para posterior comparação da morfologia desses pólenes com a morfologia polínica descrita para a espécie na literatura. O objetivo foi confirmar a origem do pólen encontrado no dorso desses animais, e comprovar se esses animais são, de fato, visitantes florais de *P. setacea*.



Figura 1. A) Tratamento com isolamento total da flor (flor ensacada), para verificar autopolinização; B) Tratamento com isolamento parcial da flor (com tela). Na figura, é possível verificar que o tratamento possibilita a visitação por invertebrados de menor porte, nesse caso, a mariposa (B'); C) Botão floral de *P. setacea* momentos antes de sua abertura, com tratamento de livre acesso ao polinizador; e, D) Fruto proveniente de flor marcada e com livre acesso ao polinizador.

2.3. Análises estatísticas

Foi utilizado um Modelo Linear Generalizado (GLM), família binomial e função de ligação logit – para verificar o efeito dos tratamentos de isolamento do polinizador. É um método bastante utilizado em modelagem estatística, e apropriado para variáveis categóricas. Consiste em relacionar, através de um modelo, a variável resposta categórica com outras variáveis explanatórias que influenciam a ocorrência de um determinado evento, no caso, a polinização da flor de *P. setacea*. A variável resposta é, nesse caso, dicotômica, apresentando apenas dois níveis de resposta, 0 e 1 (fracasso/ausência e sucesso/presença do evento, respectivamente). E essa dicotomia é representada nesse estudo por flores que “não produziram frutos” e que “produziram frutos”. A variável explanatória também foi binária, apresentando apenas dois níveis de explicação – sendo eles: “flores com tela” e “flores livres”.

Para a seleção do modelo que melhor explicou a variação na frutificação, foi realizado uma redução de modelos por passos, onde foi feita uma análise de

Verossimilhança entre o modelo que utilizava o tratamento rede para explicar a variação e o modelo que não adotava essa variável como resposta.

Com a análise do Modelo Linear Generalizado é possível determinar se a presença da tela interfere na polinização, ou seja, se existe dependência ou não da polinização em relação ao acesso de visitantes de maior porte. Sendo essa interferência associada à produção de frutos após o processo de polinização.

A unidade amostral adotada foi a flor marcada em cada ramo, independente se essas são do mesmo indivíduo ou não, uma vez que não é possível a separação dos ramos por indivíduo, visto que esses encontram-se entrelaçados.

Para a execução da análise estatística foi utilizado o Programa R 2.15.3 (R Core Team, 2013).

3. Resultados e Discussão

Foi evidenciado em campo que o início da abertura dos botões florais de *Passiflora setacea* ocorre no final do período crepuscular e início da noite, entre 18h 30min e 19h 30min, sendo que aproximadamente às 23h todas as flores com potencial de abertura para a noite já se encontraram abertas. Suas flores permanecem disponíveis para os visitantes florais apenas no período da noite, iniciando seu fechamento ao amanhecer, o que impede a polinização também por animais diurnos, à semelhança do que ocorre em outras passifloráceas com antese noturna, como *P. galbana* Mast.(KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997) e *Tetrastylis ovalis* (BUZATO; FRANCO, 1992).

O tratamento de isolamento total – flores ensacadas – (figura 1a) não resultou no desenvolvimento de frutos, pelo contrário, uma semana após o estabelecimento dos tratamentos todas as flores ensacadas foram encontradas abortadas no interior dos sacos. O abortamento de flores não polinizadas ou que não houve sucesso de fertilização é comum em angiospermas (KERBAUY, 2008). Uma vez que as flores de *Passiflora setacea* só ficam disponíveis para polinização por algumas horas após sua abertura, se não forem polinizadas, murcham e, posteriormente, caem. Fenômeno descrito também para a espécie *P. edulis* Sims (SIQUEIRA *et al.*, 2009; AGUIAR, 2011).

Esse resultado aponta para a ausência de autopolinização nas flores testadas, indicando um padrão dessa espécie, sendo esse um dado inédito para *Passiflora setacea*.

A ausência de autopolinização é uma característica encontrada na maioria das espécies de passifloráceas, sendo evidenciada em *Passiflora alata* Curtis (Janzen, 1968), *Passiflora edulis* (BRUCKNER et al., 1995; FALLEIRO, 2000; REGO et al., 2000; SUASSUNA et al., 2003), *P. amethystina* J.C. Mikan (SEMIR; BROWN, 1975), *P. pohlii* Mast. (FARIA; STEHMANN, 2010) e *P. miersii* Mart. (ENDRESS, 1994; KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997), com algumas exceções, como em *Passiflora eglandulosa* J.M. MacDougal (MCDUGAL, 1988), *P. capsularis* Lam. (FARIA; STEHMANN, 2010) e *P. suberosa* L. (KOSCHNITZKE; SAZIMA, 1997; ULMER; MCDUGAL, 2004). No entanto, mesmo nessas espécies com evidências de autopolinização (autogamia), a ocorrência desse fenômeno em condições naturais é baixa, e a grande maioria dessas espécies apresenta mecanismos de barreira física que incentivam a fecundação cruzada (xenogamia) (GARCÍA; HOC, 1998), o que reduz a perda de variabilidade genética causada pela reprodução autogâmica (RICHARDS, 1986).

Como foi evidenciada a ausência de autopolinização na espécie, apenas os resultados dos tratamentos com isolamento parcial (figura 1b) – flores com tela – e com acesso livre aos visitantes (figura 1c) – flores abertas – foram levados em consideração para verificar o efeito dos tratamentos na frutificação, no GLM.

As flores com livre acesso aos visitantes apresentaram uma taxa de frutificação maior do que as parcialmente isoladas com tela (flores abertas: 74%; e flores com tela: 2%). A partir da análise de verossimilhança, obteve-se relevante significância do tratamento (presença de tela) para explicar a variação na polinização, observada pela diferença entre as taxas de frutificação das flores, com $p < 0,0001$, Qui Quadrado $< 0,0001$ e $z = -6,586$. Sendo que as flores parcialmente isoladas apresentaram probabilidade de polinização de 0,7% em relação as flores abertas. Portanto, flores expostas a polinizadores de grande porte apresentaram uma taxa de frutificação significativamente maior do que as flores isoladas.

O uso de tela para isolamento de visitantes impede a visita de certos animais, normalmente vertebrados, em especial, aves e morcegos. Esse tipo de tela admite insetos e outros invertebrados (figura 1b'), possibilitando estudos sobre a relevância significativa de diferentes grupos de visitantes (KEARNS; INOUE, 1993). No caso de *P. setacea*, levando em consideração seus visitantes identificados a partir de observações realizadas em campo, o vertebrado impedido de visitar as flores devido a

presença da tela foi realmente o morcego, indicando que esse seja o provável polinizador efetivo dessa espécie de maracujá.

As flores de *P. setacea* apresentam várias características que sugerem a quiropterofilia, além da deiscência noturna, outras características são compatíveis com essa síndrome de polinização, como o curto período de antese – flores disponíveis por apenas uma noite, não permitindo acesso de polinizadores diurnos; pétalas alvas e corona de filamentos subulados bandeados de branco e azul, uma vez que morcegos não distinguem as cores; grande quantidade de pólen associado ao grande número de anteras; a posição das flores fora da folhagem também é apontada como um facilitador para a eficiência da ecolocalização realizada por esse grupo de animais (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1966; SAZIMA; SAZIMA, 1978). Características que também são encontradas em outras espécies de maracujá polinizadas por morcegos, como, por exemplo, *Passiflora mucronata* (SAZIMA; SAZIMA, 1978), *Tetrastylis ovalis* (BUZATO; FRANCO, 1992), *Passiflora galbana* (VARASSIN *et al.*, 2001) e *Passiflora penduliflora* (KAY, 2001), todas essas espécies apresentam as características ou pelo menos parte das características descritas acima.

Outro indício forte de quiropterofilia foi a presença de pólen de *P. setacea* no corpo de morcegos que visitavam as flores na área do plantio (figura 2). No total foram capturados cinco morcegos que sobrevoavam o plantio, sendo que quatro desses apresentaram presença de grãos de pólen na sua pelagem.

O pólen foi analisado quanto a sua morfologia, em microscópio ótico, confirmando ser de *P. setacea* (figura 3). Os pólenes coletados do dorso dos morcegos apresentaram morfologia compatível com a descrita por Dettke e Santos (2011) e Evaldt e colaboradores (2011) para o gênero *Passiflora*, e também com os pólenes coletados diretamente de flores de *P. setacea* para análise de viabilidade polínica no estudo realizado por Pinto (2012). Tanto Dettke e Santos (2011) quanto Evaldt e colaboradores (2011) caracterizam grãos de pólen de *Passiflora* como sendo bem ornamentados, apresentarem opérculos, fuso trirramificado e colpos profundos – características verificadas nos grãos de pólen coletados nesse estudo.

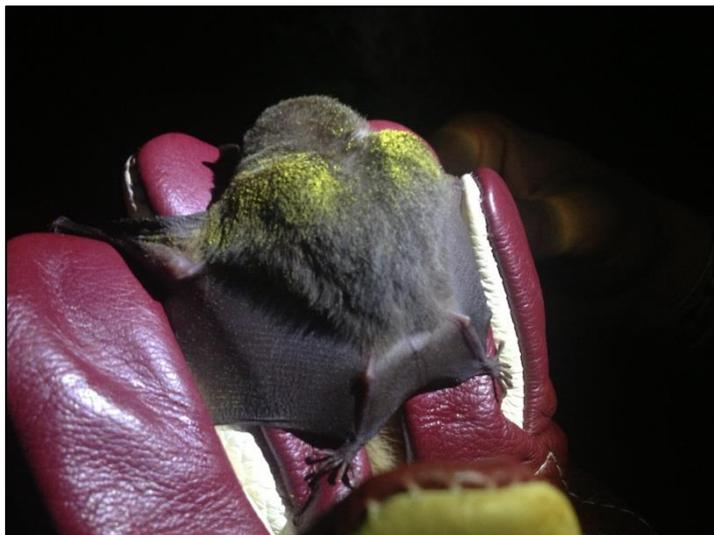


Figura 2. Quiróptero encontrado na área do plantio, com presença de pólen de *Passiflora setacea* no dorso.



Figura 3. Pólen de *Passiflora setacea* coletado no dorso de quirópteros, visualiado a microscópio ótico, objetiva 40x.

Os dados obtidos sugerem que a polinização de *P. setacea* é basicamente realizada por vertebrados de porte maior, mais especificamente da ordem *Chiroptera*, no entanto, foi verificada uma pequena taxa de frutificação resultante da polinização por invertebrados menores (2%), que pode ser reflexo da transferência de pólen acidental e ocasional por esses organismos. Polinizadores acidentais, normalmente, são espécies que apresentam tamanhos menores do que a morfologia da flor, por isso, elas podem ou

não entrar em contato com as estruturas reprodutivas (BASTOS, 2006). Eventos de polinização acidental ou secundária são comuns, sendo responsáveis por parte da produção de frutos e sementes e ocorre em vários grupos de plantas, inclusive em outras espécies do gênero *Passiflora*, como observado por exemplo por Bastos (2006), que identificou a abelha do gênero *Xylocopa* como o polinizador efetivo de *Passiflora cincinnata* Mast., no entanto, também considerou abelhas do gêneros *Trigona* e *Centris* como polinizadores ocasionais dessa espécie de maracujá. Comportamento também evidenciado por Sazima e Sazima (1997) com abelhas do gênero *Centris* em *Passiflora amethystina*.

4. Considerações Finais

A ausência de autopolinização evidenciada nesse trabalho indica que para *Passiflora setacea* a polinização cruzada é obrigatória. A metodologia adotada para isolamento de visitante permitiu verificar que flores isoladas à visitação de polinizadores vertebrados só são fecundadas eventualmente. Por se tratar de uma espécie com antese noturna e flores de curta duração, não ficando disponível a polinizadores diurnos, o polinizador apontado como efetivo para a espécie são morcegos. Sendo a sua visitação a flores de *P. setacea* confirmada pela identificação de pólen dessa espécie encontrados na pelagem desses animais. A dependência por um agente polinizador pode se tornar um fator limitante para a reprodução da espécie em situações de ausência do mesmo na área ou até mesmo quando há pequenas populações do animal na proximidade. Em se tratando de uma espécie com potencial de comercialização, como é o caso da *Passiflora setacea*, a diminuição da produção, seja em qualidade ou quantidade, em função do polinizador pode ser crucial para o sucesso do plantio. Logo, essa relação planta-polinizador deve ser levada em consideração na escolha do local adequado de plantio e a manutenção das condições essenciais para garantir a presença do polizador.

Agradecimentos

Agradeço primeiro e especialmente à minha orientadora MSc. Andrea Libano, minha querida “tia Andrea”, pela orientação e companherismo no desenvolvimento desse trabalho. Por me acolher todos esses anos de faculdade e ter se colocado a minha disposição sempre que precisei. Obrigada pelas orientações, pelas “desorientações” e também pelos “puxões de orelha” que tornaram possível o desenvolvimento desse trabalho. E, principalmente, pelo eterno voto de confiança em mim e no meu potencial.

À pesquisadora Dra. Ana Maria Costa da Embrapa Cerrados, por possibilitar e incentivar o desenvolvimento desse projeto em parceria com a Rede PASSITEC, por conceder autorização para a utilização dos dados dessa monografia e disponibilizar os plantios de maracujá da Embrapa para a implementação dos experimentos.

A todos aqueles que me acompanharam nas idas ao campo para a realização do experimento. Vocês tornaram as noites longas e frias de observações mais divertidas. Em particular, à minha orientadora Andrea (novamente), à querida Norma Chemin e ao Jório Saraiva por todo o suporte, dicas e companhia, definitivamente, vocês foram fundamentais nos trabalhos de campo, nada seria possível sem vocês. Muito obrigada!

Ao prof^o. Raphael Igor, meus sinceros agradecimentos por toda a ajuda e paciência na parte estatística do trabalho, desde a escolha do teste até a análise dos resultados.

Aos meus colegas, em especial Renata Uchôa, pela amizade e companheirismo ao longo de todo o nosso curso. Agradeço também pelo incentivo de continuar nessa reta final. Você com certeza fez meus dias de faculdade melhores e mais fáceis. Obrigada mesmo!

E, claro, agradeço à minha família pelo apoio e amor incondicional. Aos meus irmãos, Maurício e Daniela, meu cunhado Alexandre. E aos meus sobrinhos, Filippo e Giovanna, que são minhas inspirações para crescer sempre mais. Aos meus pais, tenho certeza que ficariam orgulhosos de mais essa etapa cumprida.

Aos meus professores das mais diversas disciplinas, só tenho que agradecer por dividirem um pouquinho do conhecimento de vocês e possibilitarem a conclusão de mais essa etapa.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de certa forma não só para o desenvolvimento desse trabalho, mas também para a minha construção e meu crescimento profissional.

Referências Bibliográficas

- ACIOLI, M.F. **Ecologia da polinização de *Passiflora suberosa* Linnaeus (Passifloraceae)**. Porto Alegre, 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- AGUIAR, A.V.M. **Enxertia do Maracujazeiro-amarelo sobre quatro porta-enxertos de *Passiflora* spp.** Mossoró, 2011. 49 p. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2011.
- ATAÍDE, E.M.; OLIVEIRA, J.C. de; RUGGIERO, C. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* D.C. cultivado em Jaboticabal. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 377-381. 2012.
- BASTOS, S. Biologia floral de *Passiflora cincinnata* Mast. no morro do pai Ináio, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia. In: **Biologia e Ecologia da Polinização : cursos de campo**. Salvador: EDUFBA, 2006, p. 59-61.
- BERNACCI, L.C.; MELETTI, L. M.M.; SOARES-SCOTT, M.D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). **Rev. Bras. Frutic.**, v.25, n.2, p. 355-356. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/0D/rbf/v25n2/a46v25n2.pdf>>. Acesso em: junho de 2013.
- BRAMER, S.P. **Variabilidade e diversidade genética vegetal: requisito fundamental em um programa de melhoramento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Documentos Online, 29, 2002. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/852482>>. Acesso em: abril de 2013.
- BRUCKNER, C.H.; CASALI, V.W.D.; MORAES, C.F. de; REGAZZI, A.J.; SILVA, E.A.M. da. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, v.370, n.1, p. 45-52. 1995.
- BUZATO, S.; FRANCO, A.L.M. *Tetrastylis ovalis*: a second case of bat-pollinated passionflower (Passifloraceae). **Plant Syst. Evol.**, Austria, v. 181, p. 261-267, 1992.
- CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In: **Anais...** Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto. 1996, p. 141-146.
- CERVI, A.C. 1997. ***Passifloraceae* do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*.**, Madrid: Fontqueria XLV. 1997.

- COSTA, A.M.; CAMPOS, A.V.S.; COHEN, K.O.; TUPINAMBÁ, D.D.; PAES, N.S.; SOUSA, H.N.; SANTOS, A.L.B. ; SILVA, K.N.; FARIA D.A.F.; JUNQUEIRA, N. T.V.; FALEIRO, F.G. Características físico-química-funcional da polpa de *Passiflora setacea* recém processada e congelada. In: **Anais... IX Simpósio Nacional Cerrado II Simpósio Internacional Savanas Tropicais**, 2008, Brasília: Embrapa Cerrados, p. 1-7, 2008. Disponível em: <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/trabalhos_pdf/00644_trab1_ap.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/trabalhos_pdf/00644_trab1_ap.pdf)>. Acesso em: maio de 2013.
- DETTKE, G.A.; SANTOS, R.P. Morfologia externa, anatomia e histoquímica da antera e grãos de pólen de Passifloraceae do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, s.1, p.48-74. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1663>>. Acesso em: junho de 2013.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.
- EVALDT, A.C.P.; BAUERMANN, S.G.; CANCELLI, R.R.; ACIOLI, M.; NEVES, P.C.P. Morfologia polínica de Passifloraceae Juss. ex Kunth. no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 9, s.1, p. 75-87. 2011.
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005.
- FALLEIRO, T.M. **Herança da auto-incompatibilidade no maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims**. Viçosa, 2000. 49 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon, 1980.
- FARIA, F.S.; STEHMANN, J.R. Biologia reprodutiva de *Passiflora capsularis* L. e *P. pohlii* Mast. (Decaloba, Passifloraceae). **Acta Botânica Brasileira**, v.24, n.1, p. 262-269. 2010.
- GARCIA, M.T.A; HOC, P.S. Biologia floral de *Passiflora foetida* (Passifloraceae). **Revista de Biologia Tropical**, 2(46), 1998.
- FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Ed. FUNPEC. 1997, 631p.

- GOTTSBERGER, G.; CAMARGO, J.M.F.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luiz, Maranhão, Brazil. **Bot. Jb. Syst.** n. 109, p. 469-500, 1988.
- JANZEN, D.H. Reproductive behavior in the Passifloraceae and some of its pollinators in Central America. **Behavior**, 32: 3-8.-48, 1968.
- JANZEN, D.H. Protection of *Barteria* (Passifloraceae) by *Pachysima* ants (Pseudomyrmecinae) in a Nigerian rain forest. **Ecology**, V. 53, p. 885-892, 1972.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C.; Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.(Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. 1 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 80-108, 2005. Disponível em: <<http://www.passionflow.co.uk/downloads/cap4.pdf>>. Acesso em: março de 2013.
- LORENZ-LEMKE, A.P. **Especiação de plantas no Sul do Brasil: os caos de *Passiflora* e *Petunia***. Porto Alegre, 2006. 154 p. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular), Universidade Federal Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1988.
- KAY, E. Observations on the pollination of *Passiflora penduliflora*. **Biotropica**, n. 33, p. 709-713, 2001.
- KEARNS, A.C.; INOUE, D.W. **Techniques for pollination biologists**. Colorado: University of Colorado Press, 1993.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. P. 452.
- KILL, L.H.P.; COSTA, J.G. da. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**, v. 33, n.5, p. 851-856. Santa Maria, 2003.
- KIILL, L.H.P.; SIQUEIRA, K.M.M. de; ARAÚJO, F.P. de; TRIGO, S.P.M.; FEITOZA, E.A.; LEMOS, I.B. Biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na região de Petrolina (Pernambuco, Brazil). **Oecologia Australis**, 14(1), p. 115-127, 2010.

- KOSCHNITZKE, C.; SAZIMA, M. Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. **Revista Brasileira de Botânica**, v.20, n.2, p.119-126, São Paulo, 1997.
- McDOUGAL, J.M. *Passiflora eglandulosa*, a new species in section *Cieca* (Medikus) DC. formerly included with *P. trinifolia* Masters. **Ann. Mo. Bot. Gard.** 75:1658-1662, 1988.
- OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F., **Maracujá Germoplasma e Melhoramento Genético**. Plantina: Embrapa Cerrados, p. 141-155, 2005.
- OLIVEIRA, P.S.; PIE, M.R. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. **Anais...** Sociedade Entomológica do Brasil, n. 27, p. 161-176, 1998.
- PARKER, K.C.; HAMRICK, J.L. Genetic diversity and clonal structure in a columnar cactus, *Lophocereus schottii*. **American Journal of Botany**, v. 79, p. 86-96, 1992.
- PINTO, G.R.R. **Utilização de teste histoquímico para determinar a viabilidade de grãos de pólen da espécie *Passiflora setacea* durante a ântese floral**. Brasília, 2012. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2012.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London: HarperCollins, p. 321-349, 1996.
- R Core Team, **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: 2013. ISBN 3-900051-07-0. URL <<http://www.r-project.org/>>.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- REGO, M.M.; REGO, E.R.; BRUCKNER, C.H.; SILVA, E.A.M.; FINGER, F.L.; PEREIRA, K.J.C. Pollen tube behavior in yellow passion fruit following compatible and incompatible crosses. **Theoretical and Applied Genetics** 101: 685-689, 2000.
- RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems**. London, George Allen & Unwin, 1986.
- RICK, C.M. Natural variability in wild species of *Lycopersicon* and its bearing on tomato breeding. **Genética Agrária**, v. 30, p. 249-259, 1976.
- SANTOS, F.C.; RAMOS, J.D.; SANTOS, F.C.; LIMA, L.C.O.; JUNQUEIRA, K.P.; REZENDE, J.C.; Características físico-químicas do maracujazeiro silvestre *Passiflora*

- setácea*. **IV Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro: trabalhos apresentados**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 143-146. 2005. Disponível em: <<http://ivrtpm.cpac.embrapa.br/homepage/trabalhosapresentados/trabalhosapresentados.pdf>>. Acesso em: maio de 2013.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Mamangavas e irapuãs (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**. n. 33, p. 108-118, 1989.
- SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Bat pollination of the passion flower. *Passiflora mucronata* in southeastern Brazil. **Biotropica**, n. 10, p.100-109, 1978.
- SEMIR, J. & BROWN Jr., K.S. Maracujá: a flor da paixão. **Revista Geográfica Universal**. 2:40-47. 1975.
- SIQUEIRA, K.M.M. de; KILL, L.H.P.; MARTINS, C.F.M.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S.P.; FEITOZA, E.A. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol. 31, no.1. Jaboticabal, 2009.
- SOUZA, J.S.I; MELETTI, L.M. **Maracujá: espécies, variedade, cultivo**. 3ª ed., Piracicaba: FEALQ, p.179, 1997.
- SOUZA, L.S. de; JUNQUEIRA, N.T.V.; LIMA, C.A. de; SILVA, D.P. da; FALEIRO, F.G.; NETO, F.C.C.; BERNACCI, L.C. Determinação da compatibilidade genética entre espécies de *Passifloras* visando a obtenção de híbridos resistentes a doenças. *In: IX Simpósio Nacional Cerrado*. Brasília, 2008.
- SUASSUNA, T.M.F.; BRUCKNER, C.H.; CARVALHO, C.R.; BORÉM, A. Self-incompatibility in passionfruit: evidence of gametophytic-sporophytic control. **Theoretical and Applied Genetics** 106, p. 298-302, 2003.
- ULMER, T.; MACDOUGAL, J.M. **Passiflora. Passionflowers of the world**. Portland: Timber Press, 2004.
- VARASSIN, I.G.; SILVA, A.G. **A melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em vegetação de restinga**. *Rodriguésia*, n. 50, p. 5-17, 1999.
- VARASSIN, I.G.; TRIGO, J.R.; SAZIMA, M. The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-eastern Brazil. **Bot. Journal of the Linnean Society**, 136, p. 139-152, 2001.
- VOGEL, S. Ecophysiology of zoophylic pollination. *In: Physiological plant ecology III*. Springer-Verlag, Berlin, p.560-611, 1983.

WONDRACEK, D.C.; FALEIRO, F.G.; COSTA, T.S.A. Diversidade genética de acessos de maracujás-do-cerrado com base no perfil de carotenóides. In: **IX Simpósio Nacional Cerrado**. Brasília, 2008.