



ISSN 1983-6996
Versão impressa

ISSN 2359-165X
Versão on line

*H*eringeriana

8(1): 1-19. 2014

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Vatairea macrocarpa* (BENTH.)
DUCKE (FABACEAE – FABOIDEAE) EM UMA ÁREA DE CERRADO
NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA, MA, BRASIL.**

Franciane Oliveira Costa¹, Dayse Castro Rodrigues de Lima² &
André Luiz Gomes da Silva³

RESUMO - *Vatairea macrocarpa* (Benth) Ducke (Fabaceae – Faboideae) é uma espécie arbórea típica do cerrado *latu sensu*. Sua floração é bianual e ocorre entre os meses de junho a agosto e a frutificação entre os meses de setembro e outubro. As flores são andromonóicas típicas da subfamília Faboideae. A antese é diurna e apresentam néctar como principal recurso floral. As flores foram visitadas por 17 espécies de abelhas, seis espécies de borboletas, quatro espécies de vespidae, por duas espécies de beija-flor e por uma espécie de passeriforme. As visitas iniciam logo ao amanhecer e perduram por todo o dia. Em função do seu comportamento intrafloral, por sua abundância e frequência, as abelhas do gênero *Centris* e *Xylocopa* são os polinizadores efetivos de *V. macrocarpa*, as demais abelhas se comportaram como pilhadoras de recursos florais. *V. macrocarpa* é auto-incompatível, pois não produziu frutos em experimentos de autopolinização manual e de apomixia.

Palavras-chave: Auto-incompatível, *Centris*, polinização, *Xylocopa*.

ABSTRACT (Reproductive biology of *Vatairea macrocarpa* (Benth) Ducke (Fabaceae - Faboideae)) - *Vatairea macrocarpa* (Benth) Ducke (Fabaceae - Faboideae) is a typical tree species in cerrado *sensu lato*. Its flowering is biannual and occurs between the months of June to August and fruiting between the months of September and October. The flowers are typical andromonoecious subfamily Faboideae. Anthesis is diurnal and feature floral nectar as the main feature. The flowers were visited by 17 species of bees, six species of butterflies, four species of vespidae for two species of hummingbird and a species of passerine bird. The tours begin at dawn and last for the whole day. Depending on your intrafloral behavior, for its abundance and frequency, the bees of the genus *Centris* and *Xylocopa* are effective pollinators of *V. macrocarpa*, the other bees behaved as pilhadoras floral resources. *V. macrocarpa* is self-incompatible, it produced no fruit in experiments manual selfing and apomixis.

Key words: Self-incompatible, *Centris*, pollination, *Xylocopa*.

Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, BR-222, km 04. CEP: 65500-000, Boa Vista, Chapadinha, Maranhão, Brasil. ¹franciane_o.c@hotmail.com. ²daysecastrolima@hotmail.com. ³andrebotanico@gmail.com

INTRODUÇÃO

O bioma cerrado é caracterizado como o segundo maior do Brasil e cobre aproximadamente 22% do território nacional. A heterogeneidade espacial desse bioma é um fator importante para a ocorrência da diversidade de espécies, onde abriga mais de 11.000 espécies vegetais, sendo 4.400 endêmicas (Medeiros, 2011). No Maranhão, o Cerrado está situado entre as regiões norte, nordeste e centro-oeste e ocupa uma área de aproximadamente 30% do seu território (Fidalgo *et al.*, 2003). No bioma Cerrado a família Fabaceae é uma das mais representativas (Pagotto & Souza, 2006; Ishara & Maimoni-Rodell, 2012; Mendonça *et al.*, 2008). Esta família constitui aproximadamente 727 gêneros e aproximadamente 19.325 espécies, sendo considerada a terceira maior família de Angiospermas (Lewis *et al.*, 2005). A maioria das espécies de Fabaceae apresenta características de síndrome de melitofilia, como corola amarela, rósea ou violácea, e flores zigomorfas, papilionadas ou abertas (Dutra *et al.*, 2009).

Faboideae é a maior subfamília de Fabaceae, com aproximadamente 440 gêneros e 12.000 espécies distribuídas principalmente pelas regiões tropicais (Polhill, 1981). Suas flores zigomorfas restringem a visita dos polinizadores, pois as estruturas reprodutivas da flor permanecem inclusas na quilha e são expostas somente após o contato dos visitantes (Kiill & Drumond, 2001; Guimarães, 2009). Seus principais polinizadores são abelhas de uma ampla variedade de formas e tamanhos (Endress, 1994).

Vatairea compreende somente oito espécies, todas arbóreas e distribuídas na América do Sul tropical (Rodrigues & Tozzi, 2007). As espécies desse gênero são caducifólia, com suas folhas caindo antes da floração, voltando a brotar no início do desenvolvimento dos frutos ou até mesmo depois de completarem todo o seu desenvolvimento, estando recoberta de folhas no final de sua fase de frutificação. No entanto, *V. guianensis*, *V. heteroptera* e *V. macrocarpa* apresentaram subcaducifolia, caracterizando com a perda apenas dos ramos em floração (Lima, 1982).

V. macrocarpa é uma espécie arbórea, andromonóica (Costa & Silva, *no prelo*) típica do Cerrado da Amazônia, conhecida popularmente por amargo, amargoso, pau roxo, sucupira preta (Lima, 1982), angelim e angelim-do-cerrado (Miranda *et al.*, 2009). Possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Brasil Central, Norte, Nordeste e Sudeste, principalmente nas fitofisionomias de campos e cerrados. Sua floração acontece na estação seca e sua frutificação acontece entre a estação seca e chuvosa (Lima, 1982).

Segundo Figueiredo (2008), a renovação das folhas de *V. macrocarpa* é simultânea à floração na seca, em que elas florescem precocemente. Geralmente exibem um breve período de frutificação e dispersam as sementes em meados da primavera, tardiamente na seca. *V. macrocarpa* possui o hábito semidecídua, que perdem suas folhas na seca.

O desenvolvimento de estudos relacionados à fenologia, eventos de polinização e reprodução das plantas é essencial para a compreensão da

biologia reprodutiva das espécies (Guedes *et al.*, 2009). Além disso, o conhecimento da diversidade dos polinizadores e suas interações com as plantas apresentam uma grande relevância já que a polinização é um processo fundamental para a conservação da biodiversidade vegetal (Rodarte *et al.*, 2008). Cada espécie vegetal possui suas especificidades em termo de reprodução, que é influenciado por diversos fatores, dentre eles a expressão sexual muito diversificada, caracterizada por plantas monóicas, dióicas, hermafroditas, andróicas, andromonóicas e dentre outras (Ferreira *et al.*, 2004).

O mecanismo reprodutivo de espécies nativas é um parâmetro importante na manutenção do equilíbrio ecológico de muitos sistemas biológicos, pois permeiam as diversas relações planta-animal existentes, seja no mecanismo de polinização, de dispersão e até mesmo na pilhagem dos recursos florais, de frutos e sementes (Proctor & Yeo, 1972).

Neste trabalho objetivou-se avaliar a biologia floral, a biologia e a eficiência da polinização, o sistema reprodutivo e o sucesso reprodutivo pré-emergente de *V. macrocarpa* em uma área de Cerrado no município de Chapadinha-MA.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie de estudo - *V. macrocarpa* é uma espécie arbórea, de pequeno porte ou mediana que pode atingir até 10 metros de altura. É dotada de copa irregular e rala, tronco cilíndrico e geralmente tortuoso, com casca muito grossa, corticosa e partida em pequenas placas

retangulares. Possui folhas alternas, compostas imparipinadas, com eixo comum com raque e pecíolo. Foliólos alternos e opostos, discolores, pecíolos tomentosos. Inflorescências em panícula terminais amplas (Lima, 1982). Exsicatas dos exemplares estudados estão depositadas no Herbário do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da UFMA.

Área de estudo - O estudo foi realizado no município de Chapadinha, que está localizada na região Nordeste do Brasil, na porção Leste do estado do Maranhão, distando 252km da capital São Luís (03°44'17"S e 43°20'29"O) à cerca de 100 metros de altitude em relação ao nível do mar. O clima da cidade de Chapadinha é tropical e classificado como AS segundo Köppen-Geiger. A temperatura média anual é de 27°C e a média anual de pluviosidade é de 1671mm (<http://pt.climate-data.org/location/44081/>). A região é caracterizada pelo Cerrado *lato sensu* e é formado por um mosaico de formações vegetais. Nas chapadas, sob solos mais antigos, planos, profundos e bem drenados, ocorrem desde as formações campestres como o campo limpo, campo sujo e Cerrado *stricto sensu* a formações florestais como o Cerradão, as florestas secas e as matas de galeria (IBGE, 1984). O estudo foi realizado em uma área de Cerrado localizado no campus IV, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão.

Observação fenológica- As observações fenológicas foram realizadas nos anos de 2010, 2011 e 2012. Seis indivíduos foram acompanhados quinzenalmente e marcados quanto às seguintes fenofases: emissão de botões

florais, flores abertas e frutificação. A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada apenas como ausente ou presente.

Biologia floral - A biologia floral de *V. macrocarpa* foi estudada em populações naturais no campo, em flores e botões coletados e, posteriormente, analisados no laboratório com auxílio de microscópio estereoscópico. Para os estudos da biologia floral, foram realizadas observações sistemáticas semanais entre 2:00h até 18:00h. A antese foi observada em um período de cinco dias em cinco indivíduos focais, onde foram averiguados o horário da abertura floral, o mecanismo de abertura dos botões, a longevidade da flor e o processo de deiscência das anteras. Foram realizadas medidas morfométricas das estruturas florais utilizando um paquímetro portátil em 25 flores escolhidas e coletadas ao acaso em cinco indivíduos de uma mesma população. Foram coletadas 50 flores em condições naturais para a contagem do número de óvulos por flor e 25 flores para contagem do número de filetes e estiletos.

Para a coleta e análise do néctar 12 amostras de 25 flores em cinco indivíduos de uma mesma população foram coletadas de hora em hora em condições naturais, iniciando às 7:00h até as 18:00h em 20 dias consecutivos. Foram utilizados microcapilares (Micron Glass®) de 75mm de comprimento e 1,10mm de diâmetros interno para mensurar o volume total do néctar presente em cada flor, em horários pré-determinados. Para medir o tamanho da coluna de néctar no microcapilar foi utilizado um paquímetro digital portátil. Para calcular o

volume em mm^3 a partir da altura da coluna do microcapilar, foi utilizada a fórmula do volume em um cilindro:

$$V = \pi r^2 x h$$

V = volume

$\pi = 3,14$ (constante)

r^2 = raio do microcapilar

h = tamanho da coluna do fluido dentro do microcapilar (mm)

Posteriormente, as medidas em milímetro dos capilares foram convertidas em microlitros (μL) por regra de três simples. A concentração do volume total de cada uma das 25 flores das amostras foram analisadas com o auxílio de um refratômetro portátil com escala de 0 a 32% Brix. As inflorescências utilizadas para os testes de néctar foram isoladas ainda em botões com sacos de organza para impedir as visitas dos insetos. Os sacos foram amarrados à inflorescência com linha de lã, etiquetados, numerados e nomeados de acordo com a quantidade de flores e tipo de teste.

Para avaliar a viabilidade polínica e o crescimento do tubo polínico *in vitro*, os grãos de pólen foram distribuídos em placas de Petri contendo solução de sacarose (Kearns & Inouye, 1993; Silva *et al.*, 2006). Os grãos de pólen foram observados de hora em hora com o auxílio de microscópio óptico.

Visitantes florais e polinização - As observações dos visitantes florais foram realizadas durante o pico de floração em cinco indivíduos pré-selecionados. As observações foram realizadas nos períodos da manhã e da tarde durante 30 dias consecutivos, totalizando cerca de 300 horas de observação. Os visitantes florais foram classificados como polinizadores

efetivos, quando as visitas são freqüentes e abundantes se seu corpo toca nas estruturas reprodutivas da flor; ocasionais, quando seu corpo toca nas estruturas reprodutivas da flor, no entanto as visitas não são freqüentes e nem abundantes ou pilhadores de recursos florais, quando seu corpo não toca nas estruturas reprodutivas da flor.

Todos os insetos visitantes florais foram coletados com o auxílio de uma rede entomológica e então colocados em uma câmara mortífera com acetato de etila. Posteriormente foram encaminhados aos respectivos especialistas para identificação taxonômica. O comportamento dos visitantes florais foi registrado através de observações visuais diretas, por filmagens e registros fotográficos.

Sistema reprodutivo - Para avaliar o sistema reprodutivo de *V. macrocarpa*, foram realizados testes de polinização tanto em flores hermafroditas quanto em flores estaminadas. Foram realizados cinco testes em cinco indivíduos de uma mesma população: Autopolinização manual, realizando a transferência de grãos de pólen de uma flor para o seu próprio estigma (N=32); Autopolinização passiva, botões foram ensacados, porém não manipulados, para se verificar a ocorrência ou não da formação do fruto (N=75); Xenogamia consistiu na transferência de grãos de pólen de uma flor para o estigma de uma flor de outra planta (N=32); Apomixia que consistiu na retirada ainda em botão, do estigma e do androceu e acompanhada quanto à produção de frutos (N=32) e o teste Controle que consistiu na marcação de flores, sem algum tratamento prévio

(N=75). Os testes de autopolinização manual, apomixia e de xenogamia foram realizados em flores ensacadas ainda em botão um dia antes do início da sua antese para assim não haver visitas indesejadas. Para todos os testes, a produção de frutos foi acompanhada e realizada a relação fruto/flor.

Eficiência da polinização - A taxa de visitas foi quantificada através de observações diretas em inflorescências ensacadas (Kearns & Inouye, 1993). As flores foram marcadas de acordo com o número de visitas de polinizadores efetivos que elas recebiam, uma, duas ou três visitas. As flores foram ensacadas com sacos de organza para evitar o contato direto com os visitantes florais e só eram abertas no momento de observação e aplicação do teste. Assim que essas flores recebiam a quantidade de visitas estipuladas pelo teste, eram ensacadas novamente para futura observação da formação de frutos.

Sucesso reprodutivo pré-emergente - O sucesso reprodutivo foi avaliado através da taxa de fecundidade, seguindo o procedimento de Cruden (1972), que consiste no produto das razões semente/óvulo e fruto/flor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fenologia - *V. macrocarpa* apresenta padrão de floração bianual, florescendo de junho a agosto e frutificação de julho a setembro, fato observado também por Figueiredo (2008). Segundo Bulhão e Figueiredo (2002), a deficiência hídrica em solos submetidos à seca mais rigorosa deve ser o fator responsável por essa ausência de floração em *V. macrocarpa* e em

outras espécies que não se reproduzem anualmente. No entanto, um indivíduo floresceu sozinho no ano de 2011 enquanto os demais não floresceram, assumindo um padrão de floração bianual para alguns indivíduos e para outros apresentam floração anual, caracterizando uma floração não padronizada para a espécie. De acordo com Fontes *et al.* (2003), espécies de plantas consideradas bianuais podem se comportar como anuais ou perenes e, essas modificações no seu padrão podem estar sendo influenciadas por condições ambientais.

Biologia floral - As flores de *V. macrocarpa* são agrupadas em inflorescências paniculadas que produzem em média 128,92 botões florais ($\pm 91,57$, $N=13$), com 13,24 flores abertas por dia ($\pm 11,24$ $N= 25$). O número de flores abertas em uma planta é denominado de “display size” por Kudo e Harder (2005) e é uma característica importante para avaliar a eficiência dos polinizadores. A grande quantidade de flores por inflorescência é uma característica comum entre as espécies de Fabaceae (Kiil & Drumond, 2001) e pode funcionar como atrativo importante para os visitantes florais (Kudo & Harder, 2005). A grande quantidade de flores por episódio de floração é caracterizada como floração em massa por Gentry (1974).

As flores de *V. macrocarpa* apresentam mecanismos compartilhados por outras espécies da subfamília Faboideae, em que as estruturas reprodutivas da flor permanecem inclusas na quilha, e são expostas somente depois do contato dos visitantes (Kiill & Drumond, 2001; Guimarães, 2009). Sua estrutura floral compreende uma corola dialipétala zigomorfa,

com cinco pétalas, sendo três diferenciadas, uma superior, o estandarte perpendicular ao eixo da flor; duas laterais, as alas; e duas inferiores e coniventes formando a quilha que recobre as estruturas reprodutoras, gineceu e androceu. As pétalas são de cor violeta e no centro da pétala estandarte há uma mancha esbranquiçada direcionada para a região inferior da quilha, indicando ser um guia de néctar (Figura 1). O cálice é gamossépalo, roxo, campanulado de 9,25mm de comprimento ($\pm 0,66$, $N=25$) e 4,74mm de diâmetro ($\pm 0,48$, $N=25$) com cinco dentes ciliados. A região interna do cálice forma uma câmara secretora e armazenadora de néctar chamada de hipanto com média de 4,02mm de profundidade ($\pm 0,63$, $N=25$).

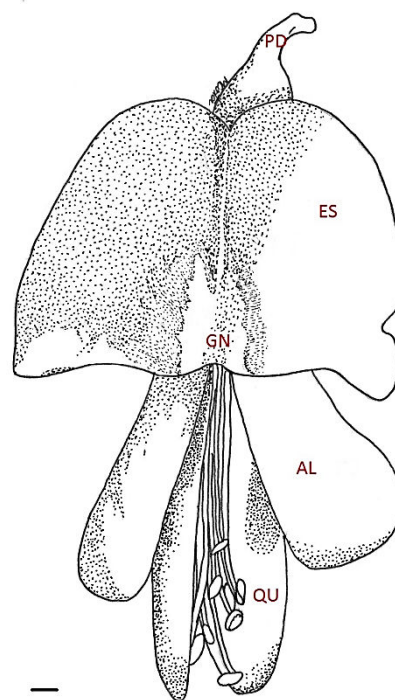


Figura 1. Flor de *Vatairea macrocarpa*: (QU) Quilhas, (AL) alas, (GN) Guia de néctar, (ES) Estandarte, (PD) Pedicelo. Barra equivalente a: 4,3mm.

O gineceu apresenta ovário súpero, unilocular e uniovular e lateralmente expandido (Lima, 1982), o estilete é ereto e apresenta em sua extremidade apical uma leve curvatura. O estigma é indiviso e diminuto (Figura 2). Quanto à estrutura do gineceu, há dois tipos de flores em um mesmo indivíduo, flores com gineceu normal e flores com gineceu atrofiado, indicando que esta espécie é andromonóica (Costa & Silva, *no prelo*).

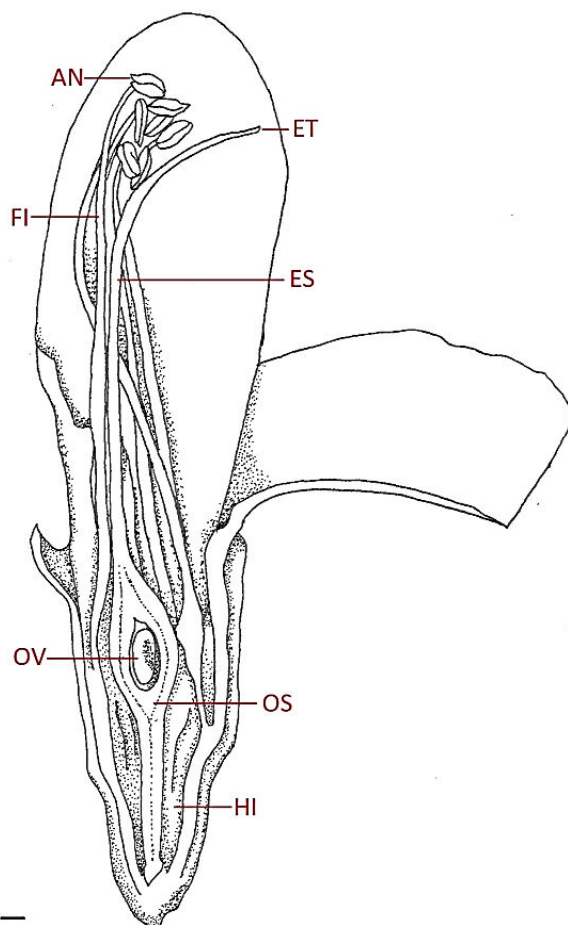


Figura 2. Esquema de um corte longitudinal da flor de *Vatairea macrocarpa*, mostrando o gineceu e o androceu: anteras (AN); estigma (ET); estilete (ES); filetes (FI); óvulo (OV); ovário súpero (HI); hipanto (CN). Barra equivalente a: 4,4mm.

O androceu é diplostêmone e formado por dez estames monadelfo com anteras de deiscência rimosa. Segundo Lima (1982), o androceu composto por dez estames é uma característica pertencente a todas as espécies do gênero *Vatairea*. Em relação ao tamanho do androceu de flores hermafroditas e estaminadas, o mesmo não apresentou diferenças significativas (Costa & Silva, *no prelo*). O processo de deiscência das anteras acontece gradativamente ao decorrer do dia, com início às 07:00h e término às 13:00h. No período da tarde todas as anteras estão completamente abertas onde se percebe pouca quantidade de grãos de pólen.

Na base da coluna do androceu há uma fenda de 2,80mm de comprimento ($\pm 0,50$, N=25) e 0,90mm de diâmetro ($\pm 0,18$, N=25) que dá acesso ao hipanto e está direcionada para a região inferior da flor, justamente na direção da mancha branca da pétala estandarte (Figura 3). É por esta fenda que os polinizadores introduzem sua probóscide para coleta de néctar no interior do hipanto durante a visita floral.

V. macrocarpa possui antese diurna, com as flores abrindo ao amanhecer com a distensão gradativa do estandarte por voltas das 3:00h às 5:00h, permanecendo receptivas durante o primeiro dia. No segundo dia as flores perdem sua coloração ficando esbranquiçadas e suas pétalas marcescentes.

O principal recurso floral oferecido aos visitantes florais é o néctar produzido no hipanto. O hipanto tem a função de um reservatório de néctar que é secretado por meio de suas paredes e na base do estípite do ovário (Lima, 1982).

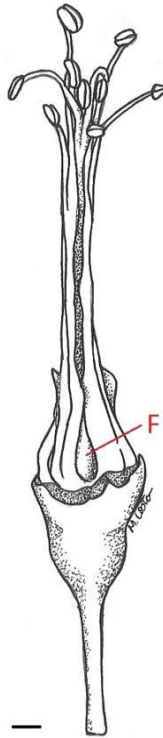


Figura 3. Abertura localizada na base das estruturas reprodutoras que dar acesso ao hipanto, (F) Fenda. Barra equivalente a: 4,1 mm.

A produção de néctar inicia-se às 7:00h com 0,02 μ L e concentração de 1,2% Brix e a partir das 11:00h o volume encontra-se em 2,25 μ L e a concentração ultrapassa 32% Brix (Figura 4). Embora o néctar seja produzido em pouca quantidade, ele apresenta alta concentração de açúcares, o que pode ser a causa da elevada taxa de visitas durante todo o período de floração. De acordo com Guedes *et al.* (2009), a alta frequência de visitas de abelhas *Xylocopa frontalis* em flores de *Canavalia brasiliensi*, pode estar relacionada ao baixo nível de volume de néctar produzido por flores, com isso as abelhas visitam muitas flores várias vezes, para suprir suas necessidades alimentares. Baixos volumes e altas concentrações de néctar também foram reproduzidos em flores de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae (Leite & Machado, 2009).

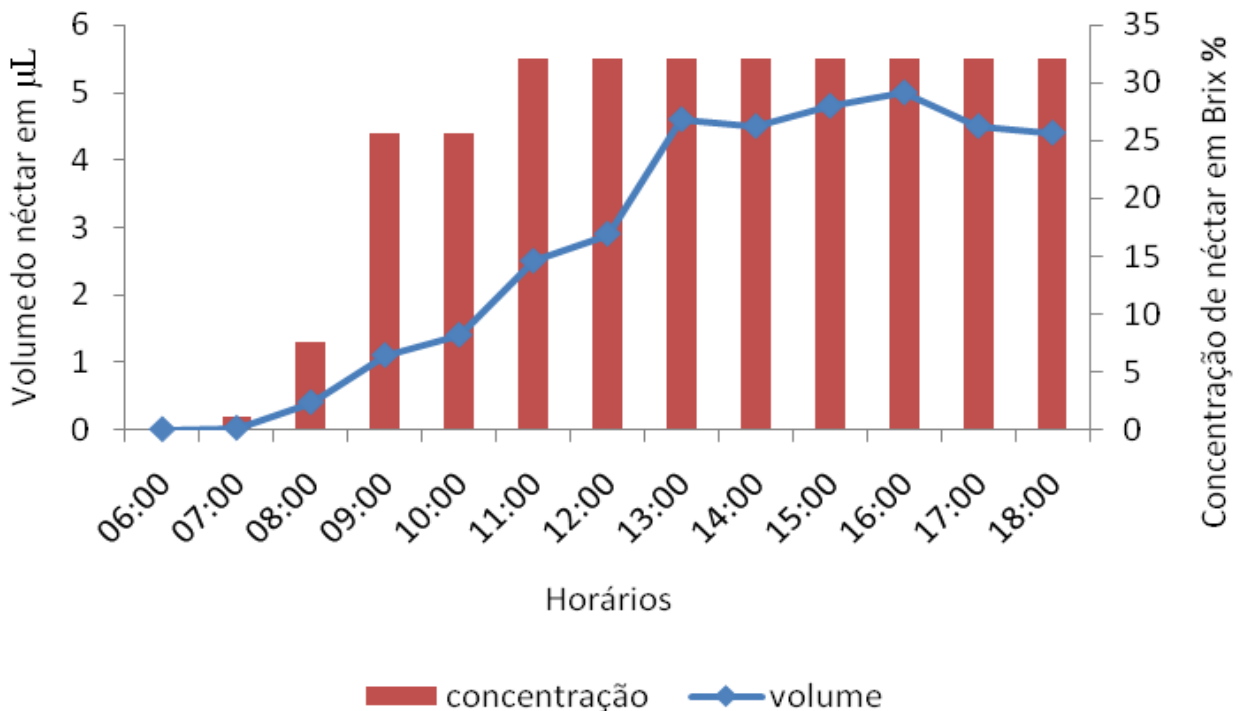


Figura 4. Volume e concentração de néctar em flores de *Vatairea macrocarpa*, previamente ensacadas, em uma área de cerrado em Chapadinha- MA, Brasil.

No teste de germinação de tubos polínicos houve uma taxa de germinação de 20% em ambos tipos florais, hermafroditas (N=54) e estaminadas (N=45). Isso indica que os grãos de pólen em flores estaminadas são funcionalmente viáveis, indicando que *V. macrocarpa* é uma espécie andromonóica. A andromonoiccia é uma variação entre monoiccia e dioiccia, que é caracterizado por ser um sistema sexual onde um mesmo indivíduo produz flores hermafroditas e estaminadas. Esta característica é comum em espécies de Fabaceae (Hernández-Conrique *et al.*, 2007; Casimiro-Soriguer *et al.*, 2012), no entanto não há registros na literatura da ocorrência deste fenômeno em *V. macrocarpa*.

Visitantes florais e polinização - Durante o período de observação, as flores de *V. macrocarpa*

foram visitadas por 17 espécies de abelhas, seis espécies de Lepdópteros, duas espécies de vespidae, por duas espécies de beija-flores (Trochilidae) e por uma espécie de passeriforme (Tabela 1). As visitas iniciam logo ao amanhecer entre 5:00h e 6:00h e perduram por todo o dia.

As abelhas representam o maior número de espécies e são as mais abundantes dentre os visitantes florais e, possuem uma grande importância como polinizadoras e pilhadoras de recursos florais de *V. macrocarpa*. Segundo Carvalho e Marchini (1999), Fabaceae constitui a segunda família dentre as Angiospermas com maior número de espécies apícolas (8,33%). As espécies dessa família apresentam importantes fontes de néctar e pólen para abelhas e também para outros animais que utilizam desses recursos (Oliveira *et al.*, 2009).

Tabela 1. Visitantes florais de *Vatairea macrocarpa* relacionados ao seu comportamento de visita e ao recurso floral utilizado.

Espécies	Comportamento	Recurso
ABELHAS		
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier	Polinizador	Néctar
<i>Centris (Centris) varia</i>	Polinizador	Néctar
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith.	Polinizador	Néctar
<i>Centris (Trachina) sp.</i>	Polinizador	Néctar
<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i>	Polinizador	Néctar
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cf. 9elífera</i> 9 Smith.	Polinizador	Néctar
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier.	Polinizador	Néctar
<i>Apis 9elífera</i> Linnaeus	Pilhador	Néctar
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola.	Pilhador	Néctar / Pólen
<i>Trigona branneri</i> Cockerell.	Pilhador	Néctar
<i>Melipona</i>	Pilhador	Néctar
<i>Trigona sp.</i>	Pilhador	Néctar
<i>Frieseomelitta sp.</i>	Pilhador	Néctar

<i>Trigona</i> cf. <i>guianensis</i>	Pilhador	Néctar
<i>Oxytrigona</i> sp.	Pilhador	Néctar
<i>Melipona</i> (<i>Melikerria</i>) cf. <i>quinquefasciata</i>	Pilhador	Néctar
<i>Pseudaugochlora</i> sp.	Pilhador	Néctar
AVES		
Passeriforme- <i>Pitangus sulphuratus</i>	Pilhador	Néctar
Trochilidae- <i>Chlorostilbon mellisugus</i>	Pilhador	Néctar
Trochilidae- <i>Amazilia fimbriata</i>	Pilhador	Néctar
OUTROS		
Lepdópteros- Hesperidae - <i>Urbanus dorantes dorantes</i>	Pilhador	Néctar
Lepdoptero- Hesperidae - <i>Chioides catillus catillus</i>	Pilhador	Néctar
Lepdoptero- Hesperidae – sp 1	Pilhador	Néctar
Lepdoptero - Hesperidae – sp 2	Pilhador	Néctar
Lepdoptero - Hesperidae – sp 3	Pilhador	Néctar
Lepdoptero - Hesperidae – sp 4	Pilhador	Néctar
Vespidae- sp 1	Pilhador	Néctar
Vespidae- sp 2	Pilhador	Néctar

Entre as abelhas, o gênero *Centris* (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D) apresentou maior frequência de visitas e seu comportamento indicou ser importante no processo de polinização de *V. macrocarpa*. Abelhas do gênero *Centris* também são um dos principais polinizadores em outras espécies da família Fabaceae, como *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leite & Machado, 2009). Essas abelhas, medem entre 13 a 18mm de comprimento, todas são morfologicamente parecidas, exceto a espécie *Centris (Ptilotopus) sponsa* (Apidae) (Figura 5D), que se diferencia pelo tamanho (33mm) e cor, mas não se diferenciam quanto ao comportamento e visita intrafloral.

Estas abelhas sobrevoam a inflorescência a procura de flores novas, escolhem a flor e pousam

sobre a quilha, indo em direção ao guia de néctar, em consequência do seu tamanho e peso corporal a quilha é levemente retraída para baixo, expondo as estruturas reprodutivas, que tocam na parte ventral do corpo da abelha. Após ter coletado o néctar, elas levantam vôo e pousam em flores próximas ou então abandonam o local. Essas abelhas fazem movimentos rápidos e demoram entre um a dois segundos em cada flor.

As abelhas *Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens* (Figura 5E) e *Xylocopa (Neoxylocopa) cf. ordinaria* (Figura 5F) são de grande porte, pois possuem cerca de 25mm de comprimento. Apresentam o mesmo comportamento das abelhas do gênero *Centris*.

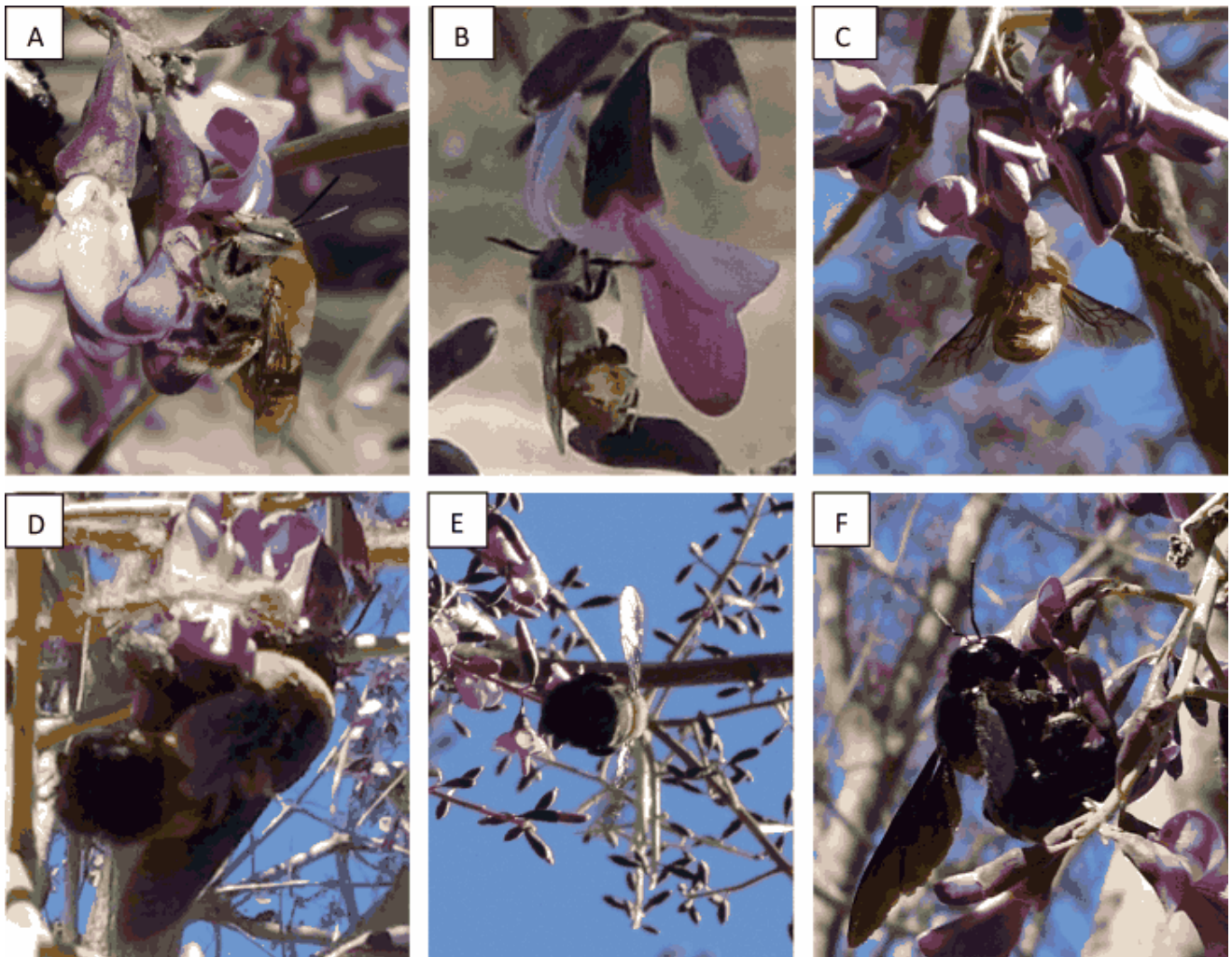


Figura 5. Abelhas Polinizadoras realizando a coleta de néctar: (A), (B), (C) e (D) *Centris*; (E) *Xylocopa (neoxylocopa) grisescens*; (F) *Xylocopa (Neoxylocopa) cf. Ordinaria*; (D) *Centris (Ptilotopus) sponsa*.

No entanto, as abelhas do gênero *Xylocopa* possuem movimentos lentos e demoram cerca de um a quatro segundos em cada flor. Elas visitam de uma até 10 flores por inflorescência. Os grãos de pólen ficam aderidos aos pêlos da região ventral desta abelha.

Em função do seu comportamento intrafloral e forrageiro, por sua abundância e frequência, a abelha *X. ordinaria*, foi classificada como polinizadora efetiva, enquanto a abelha *X. grisescens*, foi considerada como polinizadora ocasional de *V. macrocarpa* na área de estudo.

Lima (1982) também relata a presença frequente de abelhas do gênero *Xylocopa* em

flores de *V. macrocarpa*, sendo um dos visitantes polinizadores potencialmente mais ativos. Abelhas do gênero *Xylocopa* também apresentam comportamento de polinizador em algumas espécies da família Fabaceae, como *Canavalia brasiliensis* (Guedes *et al.*, 2009), *Gliricidia sepium* (Kiill & Drumond, 2001) e *Caesalpinia pyramidalis* (Leite & Machado, 2009).

Indivíduos de *M. quinquefasciata* (Figura 6A e 6B) visitam as flores para coletar néctar, pousando sobre o estandarte e seguindo em direção ao guia de néctar, onde introduzem a probóscide para a coleta. Sua permanência na flor demora cerca de dois a quatro segundos e após

terem coletado néctar levantam vôo e visitam outras flores próximas ou abandona o local. Fabaceae é a principal família visitada por espécie de *Melipona quinquefasciata* para utilização de recursos alimentares (Calaça, 2011).

Espécies do gênero *Melipona* não contatam seu corpo com as estruturas reprodutivas da flor, porém ao introduzir a língua através da fenda do hipanto, sua cabeça toca na base da pétala da quilha fazendo uma pequena deflexão da mesma, em consequência desse movimento as estruturas reprodutivas de *V. macrocarpa* tornam-se levemente expostas, porém neste estudo não foi observado nenhum contato direto da abelha com as estruturas reprodutivas da planta, por isso não se pode afirmar se essa espécie é polinizadora ou apenas pilhadora de recursos florais (Figura 6A e 6B).

As espécies *Trigona branneri*, *Trigona* sp. (Figura 6C), *Frieseomelitta* sp., *Trigona guianensis*, *Oxytrigona* sp., *Pseudaugochlora* sp., são abelhas de pequeno porte que se restringem a coleta de néctar. Estas espécies pousavam sobre o cálice e com o aparelho bucal produzem um furo da base do cálice, e uma vez coletado o néctar, caminham sobre a inflorescência ou levantam vôo à procura de outras flores. Geralmente no período da tarde a maioria das flores já encontravam-se com o cálice perfurado. Então nesse horário, estas abelhas ao pousarem no cálice coletam o néctar por meio da perfuração já feita em visitas anteriores.

A espécie *Exomalopsi analis* (Figura 6D) apresenta dois comportamentos distintos, um para coleta de néctar e outro para coleta de grãos de pólen. No primeiro caso a abelha utiliza o mesmo

comportamento das demais abelhas pilhadoras descritas acima. No segundo caso, a abelha coleta grãos de pólen ao pousarem na parte superior da pétala quilha, produzindo uma pequena perfuração até dar acesso às anteras. Posteriormente levantavam vôo ou caminham até uma flor nova e sadia. Nesse processo de coleta de grãos de pólen não podemos afirmar se essa abelha consegue ou não transportar acidentalmente grãos de pólen para o estigma de outra flor.

Apis mellifera (Figura 6E) apresenta dois comportamentos distintos, ambos para coleta de néctar. No primeiro caso a abelha pousa sobre a quilha ou sobre as alas e caminha em direção à região secretora de néctar, geralmente pousa na quilha e caminha sobre uma das alas, introduzindo a língua na parte lateral interna do cálice, na base das pétalas até alcançar o néctar, onde permanecem entre dez a quinze segundos.

A segunda forma de coleta de néctar dessas abelhas é bastante vantajosa, pois elas pousam diretamente no cálice introduzindo a língua através da perfuração já produzida pelas demais abelhas pilhadoras citadas anteriormente. Uma vez coletado o néctar, a abelha levanta vôo ou caminha pela inflorescência. Essas abelhas foram encontradas durante todo período de floração, desde as 6:00h até às 17:00h do dia, embora ela tenha sido bastante frequente na planta, seu corpo não contactava as estruturas reprodutivas, indicando ser uma pilhadora de recursos florais.

Fabaceae foi considerada a quarta família dentre as Angiospermas com o maior número de visitas realizadas por indivíduos de *A. mellifera*, ficando atrás apenas de Portulacaceae,

Mimosaceae e Rhamnaceae (Carvalho & Marchini, 1999).

Os beija-flores, *Chlorostilbon mellisugus* (Figura 6F e 6G) e *Amazilia fimbriata* visitam as flores para coleta de néctar, aproximavam-se da inflorescência em voo direto, pairando defronte a flor. Posteriormente, com o corpo inclinado para baixo e a cauda no mesmo plano, esticavam o pescoço e introduziam o bico em uma flor, permanecendo cerca de 1 a 3 segundos, sem ao menos entrar em contato com as estruturas reprodutoras da flor, indicando ser mais um pilhador de recursos florais. Em seguida, recuavam e se orientavam para outra flor da mesma inflorescência ou raramente para a mesma flor. Após visitarem algumas flores da inflorescência, podiam dirigir-se a outras inflorescências ou pousar em ramos próximos, onde poderiam introduzir o bico nas flores de inflorescências próximas ou geralmente permaneciam no galho alguns segundos antes de reiniciar as visitas ou abandonar o local. Segundo Guedes *et al.* (2009), beija-flores visitam flores que possuem padrões melitófilos para poder manter sua dieta alimentar com néctar. Este mesmo autor afirma que estes animais são considerados generalistas.

Os Lepdópteros (Figura 6H, 6I e 6J) visitam as flores a procura de néctar, se aproximam da inflorescência e pousam na quilha ou no estandarte, seguindo o guia de néctar, introduzindo a probóscide por meio da fenda que fica na base do androceu, sem contatar seu corpo nas estruturas reprodutivas da flor sendo considerada uma pilhadora de recursos florais, pós coletar o néctar levantam voo e partem para

outra inflorescência ou abandonam o local.

O passeriforme *Pitangus sulphuratus* (Figura 6L) restringe-se a pilhar o néctar, suas visitas foram menos frequentes. Ao chegarem à planta pousavam em galho, onde lhe dava acesso às flores, introduzindo seu bico em várias flores próximas e posteriormente caminhavam pelos galhos ou levantavam voo deixando o local. Não foi observado nenhum contato do corpo do animal com as estruturas reprodutivas da flor sendo considerado pilhador de néctar em flores de *V. macrocarpa*.

Duas espécies de vespidae (Figura 6M) foram observadas visitando as flores, no entanto não foi possível averiguar se utilizam néctar ou grãos de pólen. Seu comportamento floral também não expõe as estruturas reprodutivas da flor. Riguete e Silva (2011) também mencionaram beija-flores, borboletas e vespidae como pilhadores de néctar em *Centrosema vexillatum*, planta também pertencente à família Fabaceae.

A morfologia floral de *V. macrocarpa* restringe alguns visitantes florais de efetuarem a polinização, pois somente abelhas de grande e médio porte proporcionam a deflexão da quilha, expondo assim às estruturas reprodutoras. Nessa atividade após acionarem a quilha, a mesma volta a sua posição inicial. Em todas as abelhas polinizadoras analisadas havia a presença de grãos de pólen de *V. macrocarpa* na região escopal e inferior abdominal. Em relação às abelhas pilhadoras que realizam uma perfuração na parte externa do cálice, foi realizado um estudo em campo, para verificar se este dano (perfuração) causado à flor promove ou não

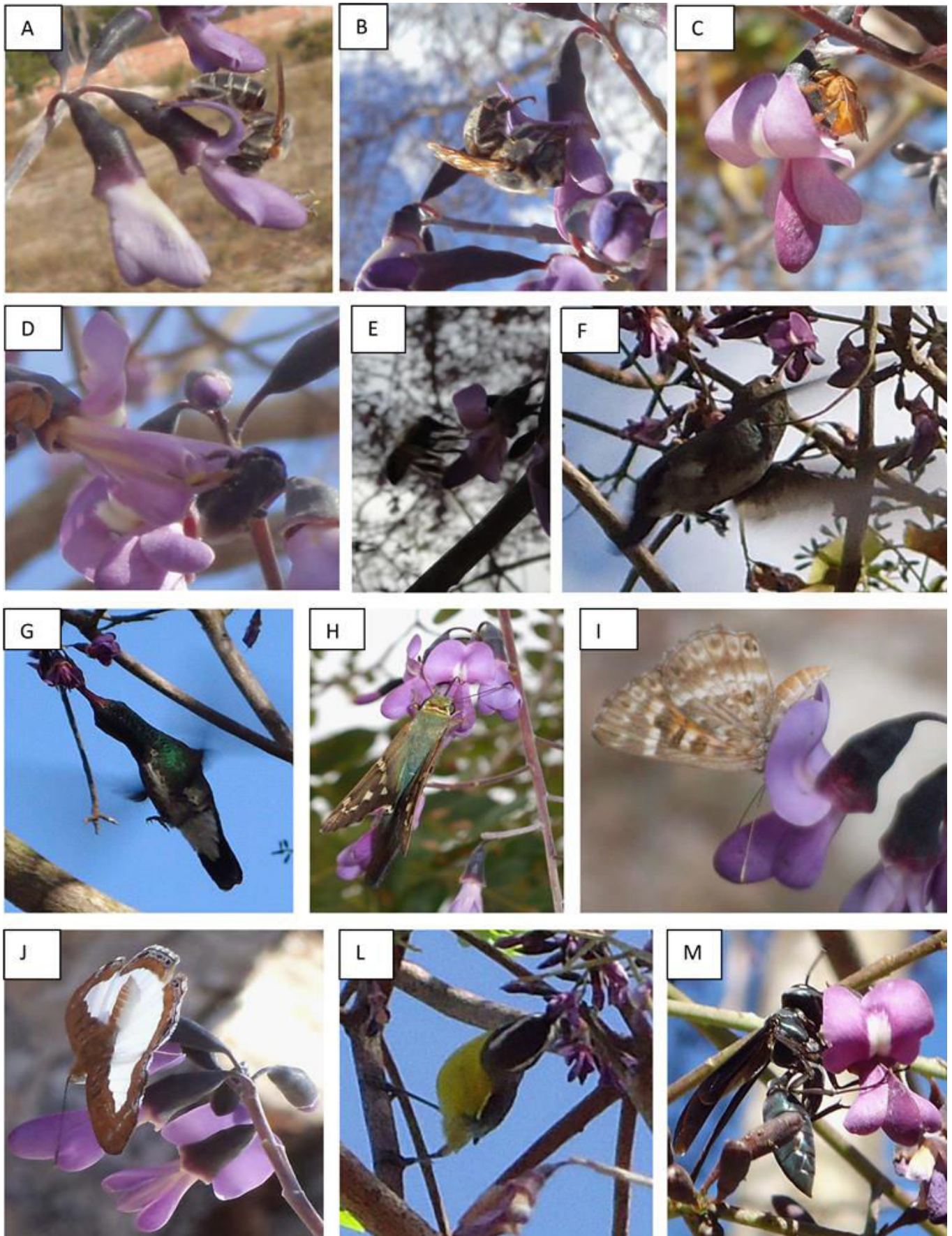


Figura 6. Pilhadores de recursos florais: (A), (B) *Melipona* (*Melikerria*) cf. *quinquefasciata*; (C) *Trigona* sp.; Lepdóptera; (D) *Exomalopsis* (*Exomalopsis*) *analis*; (E) *Apis mellifera*; (F) e (G) *Chlorostilbon mellisugus*; Borboletas (H), (I), (J); (L) *Pitangus sulphuratus* (Bem-Ti-vi) e (M) vespidae.

prejuízo na produção de frutos. De 25 frutos maduros analisados, 18 (72%) apresentaram perfuração na base do cálice persistente e sete (28%) não apresentaram perfurações.

Isso significa que esse dano causado na flor promovido pelas abelhas pilhadoras não interfere drasticamente na produção de frutos de *V. macrocarpa*.

Sistema reprodutivo - De todos os testes para avaliar o sistema reprodutivo em flores estaminadas em nenhum ocorreu produção de frutos. A causa da esterilidade dessas flores pode estar associada à sua diferença morfológica, pois o gineceu encontra-se atrofiado e não possui tamanho suficiente para receber o grão de pólen para posterior fecundação. No entanto, há a necessidade de estudos mais aprofundados para se conhecer de fato a verdadeira causa da esterilidade de flores com estiletos atrofiados de *V. macrocarpa*.

Nos testes realizados em flores hermafroditas demonstrou-se que *V. macrocarpa* é uma espécie auto incompatível, pois não produziu frutos em experimentos de autopolinização manual (N=32), apomixia (N=32) e autopolinização passiva (N=75). Outras espécies Faboideae também demonstraram ser auto incompatíveis, como *Gliricidia sepium* (Kiill & Drumond, 2001) e *Dipteryx alata* (Oliveira & Sigrist, 2008)

O teste de xenogamia em flores hermafroditas obteve um sucesso de 9,39%, pois de 32 flores testadas ocorreu a produção de três frutos, caracterizando um sucesso um pouco superior ao teste controle (polinização natural),

pois das 75 flores testadas apenas cinco produziram frutos, atingindo uma porcentagem de 6,66%. Este resultado demonstrou que *V. macrocarpa* é obrigatoriamente xenogâmica. A floração de um indivíduo fora do período e sem formação de frutos decorrente ao ano de 2011 também é mais uma evidência da autoincompatibilidade desta espécie.

A baixa produção de frutos em experimentos de xenogamia e de polinização natural pode estar associada ao aborto seletivo de óvulos e sementes, pois esta é uma característica comum em outras espécies de Faboideae (Oliveira & Sigrist, 2008) e pode estar associado à seleção sexual (Bawa & Buckley, 1989)

Levando em consideração a grande quantidade de flores por inflorescências caracterizadas por plantas típicas da família Fabaceae, a produção de frutos foi muito baixa. A redução do número de frutos tem sido encontrada em muitas leguminosas, porém as causas podem ser bastante variadas entre as espécies (Freitas & Oliveira, 2002).

Eficiência da polinização - De 48 flores marcadas com uma visita, 11 (22, 92%) produziram frutos, de 25 flores marcadas com duas visitas, 10 (40%) produziram frutos e de 5 flores marcadas para três visitas, 3 (60%) produziram frutos. O número de visitas realizadas pelas abelhas polinizadoras é importante para se avaliar a eficiência da produção de frutos, pois quanto maior for o número de visitas florais, maior é a possibilidade de formação de frutos. Fracasso e Sazima (2004) estudando *Cambessedesia hilariana* perceberam que abelhas

que possuem maior frequência de visitas contribuem expressivamente no sucesso reprodutivo desta espécie.

Sucesso reprodutivo pré-emergente - *V. macrocarpa* possui apenas um óvulo em cada flor, a relação óvulo/flor, mostrou-se igual tanto para flores hermafroditas quanto para flores estaminadas. O alto número de flores que essa planta produz contrastou com a baixa produção de frutos, gerando baixos valores nas razões fruto/flor, com reduzido sucesso reprodutivo. O valor de 0,067 encontrado para *V. macrocarpa* está bem abaixo do que foi estabelecido por Wiens *et al.* (1987) de 0,221.

A baixa produção de frutos em *V. macrocarpa* pode ser devido à deficiência na polinização, por fatores genéticos ou também pela baixa liberação de grãos de pólen em horários diferentes, favorecendo a deiscência gradativa das anteras ao decorrer do dia.

CONCLUSÃO

Vatairea macrocarpa possui um padrão de floração bianual para alguns indivíduos e para outros apresentam floração anual, caracterizando uma floração não padronizada para a espécie.

Foram encontrados dois tipos de flores em um mesmo indivíduo, flores com gineceu normal e flores com gineceu atrofiado. O principal recurso oferecido aos visitantes florais é o néctar produzido em pouca quantidade e em alta concentração.

Uma variedade de insetos generalistas visita as flores de *Vatairea macrocarpa*, sendo que as abelhas dos gêneros *Centris* e *Xylocopa*,

apresentaram comportamentos típicos de polinizadores, por contatarem os órgãos reprodutivos das flores. As demais abelhas e outros visitantes florais se comportaram como pilhadoras de recursos florais. O dano (perfuração) causado na flor promovido pelas abelhas pilhadoras não interfere drasticamente na produção de frutos.

As flores com gineceu atrofiado não produziram frutos em experimentos manuais e naturais, indicando ser uma espécie andromonóica. As flores hermafroditas são auto incompatíveis formando frutos apenas em polinização cruzada.

Quanto maior o número de visitas florais, maior é a possibilidade de formação de frutos.

Vatairea macrocarpa produziu poucos frutos em relação à grande quantidade de flores por inflorescências devido à deficiência na polinização, por fatores genéticos ou da possível liberação de grãos de pólen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAWA, K.S. & BUCKLEY, D.P. 1989. Seed: ovule ratios, selective seed abortion, and mating systems in Leguminosae. *In*: C.H. Stirton & J.L. Zarucchi (eds.). *Advances in legume biology. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, New York, p.243-262.
- BULHÃO, C.F. & FIGUEIREDO, P.S. 2002. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de Cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 361-369.

- CALAÇA, P. de. S.S.T. 2011. **Aspectos da biologia de *Melipona quinquefasciata* Lepelletier (Mandaçaia do chão), características físico-químicas do mel, recursos alimentares e leveduras associadas.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG. 107p.
- CARVALHO, C.A.L. de. & MARCHINI, L.C. 1999. Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no vale do rio Paraguaçu, Município de Castro Alves, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica** 22(2) (suplemento): 333-338.
- CASIMIRO-SORIGUER, R.; HERRERA, J. & TALAVE, S. 2013. Andromonoecy in an Old World Papilionoid legume, *Erophaca baetica*. **Plant Biology** 15: 353–359.
- CRUDEN, R. W. 1972. Pollinators in high elevation ecosystems: relative effectiveness of birds and bees. **Science** 176: 1439-1440.
- DUTRA, V.F.; VIEIRA, M.F.; GARCIA, F.C.P.; LIMA, H.C. de. 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos Campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi. **Rodriguésia** 60: 371-387.
- ENDRESS, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** Cambridge University Press, Cambridge.
- FERREIRA, M.A.J. da. F.; QUEIROZ, M.A. de; VENCOVSKY, R.; BRAZ, L.T.; VIEIRA, M.L. C. 2004. **Implicações da Expressão Sexual e do Sistema Reprodutivo de Melancia em programas de Pré- Melhoramento.** Brasília 24p.
- FIDALGO, E.; CARDOSO, C.; CREPANI E.; DUARTE V.; SHIMABUKURO Y.E.; PINTO, R.M.S.; DOUSSEAU, S.L. 2003. Mapeamento do uso e da cobertura atual da terra para indicação de áreas disponíveis para reservas legais: estudo em nove municípios da região amazônica. **Sociedade de Investigações Florestais (SIF)** 27(6): 871-877.
- FIGUEIREDO, P.S. de. 2008. Fenologia e estratégias reprodutivas das espécies arbóreas em uma área marginal de Cerrado, na transição para o semi-árido no nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Trópica -Ciências Agrárias e Biológicas** 8- 22.
- FONTES, J.R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; NEVES, J.L.; JÚLIO, L. de.; FILHO, J.S. 2003. **Manejo integrado de plantas daninhas.** Planaltina, DF. 48p.
- FRACASSO, C.M. & SAZIMA, M. 2004. Polinização de *Cambessedesia hilariana* (Kunth) DC. (Melastomataceae): Sucesso reprodutivo versus diversidade, comportamento e frequência de visitas de abelhas. **Revista Brasileira de Botânica** 27(4): 797-804.
- FREITAS, C.V. & OLIVEIRA, P.E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** 25(3): 311-321.

- GENTRY, A.H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 61(3): 728-759.
- GUEDES, R.S.; QUIRINO, Z.G.M.; GONÇALVES, E.P. 2009. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth (Fabaceae). **Biotemas** 22 (1): 27-37.
- GUIMARÃES, D.M. 2009. **Ecologia reprodutiva de *Clitoria laurifolia* Poir. (Fabaceae: Faboideae): da floração à dispersão de sementes.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo 54p.
- HERNÁNDEZ-CONRIQUE, D.; ORNELAS, J.F.; GARCIA-FRANCO, J.G.; VARGAS, C. F. 2007. Nectar production of *Calliandra longipedicellata* (Fabaceae; Mimosoidae), an endemic Mexican shrub with multiple potential pollinators. **Biotropica** 39: 459-467.
- ISHARA, K.L. & MAIMONI-RODELL, R.C.S. 2012. Richness and similarity of the Cerrado vascular flora in the central west region of São Paulo state, Brazil. **Check List** 8(1): 032-042.
- IBGE. 1984. **Atlas do Maranhão.** Rio de Janeiro: IBGE 104p.
- KEARNS C.A. & INOUE, D.W. 1993. **Techniques for pollination biologists.** Universidade de Michigan. 583p.
- KIILL, L.H.P. & DRUMOND M.A. 2001. Biologia Floral e Sistema Reprodutivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae-Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. **Ciência Rural** 597-601.
- KUDO, G. & HARDER, L.D. 2005. Floral and inflorescence effects on variation in pollen removal and seed production among six legume species. **Functional Ecology** 19: 245-254.
- LEITE, A.V. & MACHADO, I.C. 2009. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica** 32(1): 79-88.
- LEWIS, G.; SCHRIRE, B.; LOCK, M. 2005. **Legumes of the world.** Botanic Gardens, Kew, p.1-8.
- LIMA, H.C. de. 1982. Revisão taxonômica do gênero *Vatairea* Aublet (Leguminosae-Faboideae). **Arquivos do Jardim de Botânica do Rio de Janeiro** 173- 213.
- MEDEIROS, J. de. D. 2011. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies.** Brasília. 532p.
- MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com

- 12.356 espécies. In: S.M. Sano; S.P. Almeida & J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. v.2. p.423-1279.
- MIRANDA, C.; ERIVALDOJ.; RODRIGUES, S. 2009. **Quebra de Dormência de Sementes de Angelim do Cerrado (*Vatairea macroparpa*)**. Faculdade Católica do Tocantins, Curso Tecnologia em Gestão, Ambiental. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br>. Acesso em 20 ago 2013.
- OLIVEIRA, F.P.M.; ABSY, M.L.; MIRANDA, I.S. 2009. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. **Acta Amazonica** 39(3): 505-518.
- PAGOTTO, C. S. & SOUZA, P.R. de. 2006. **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e ao manejo do Cerrado: área prioritária 316-Jauru**. Campo Grande, MS. 308p.
- POLHILL, R.M. 1981. Papilionoideae. In: R.M. Polhill & P.H. Raven (eds.). **Advances in legume systematics**. Royal Botanical Gardens, Kew, Part 1, p.191-204.
- PROCTOR, M. & YEO, P. 1972. **The pollination of flowers**. London, Collins.
- RIGUETE, J.R. & SILVA, A.G. 2011. Restrições de acesso à polinização em *Centrosema vexillatum* Benth. (Fabaceae) no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, centro-oeste do Brasil. **Natureza on line** 106-108.
- RODRIGUES, R.S. & TOZZI, A.M.G. de A. 2007. Morfologia de plântulas no clado *Vatairea* (Leguminosae, Papilionoideae): **Rodriguésia** 58(2): 221-229.
- RODARTE, A.T.A.; SILVA, F.O.; VIANA, B.F.A. 2008. Flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Bot. Bras.** 22(2): 301-312.
- SILVA, A.B.; SALLES L.A.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; JUNQUEIRA, K.P. 2006. Sacarose e pH na germinação *in vitro* de grãos de pólen de citros. **Ciências e Agrotecnologia** 30: 170-174.
- SOUZA, I.M., COUTINHO, K.; FUNCH, L.S. 2012. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica** 26(2): 435-443.
- WIENS, D.; CALVIN, C.L.; WILSON, C.A.; DAVERN, C.I.; FRANK, D.; SEAVEY S.R. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. **Oecologia (Berlin)** 71: 501-509.
- WOLOWSKI, M. & FREITAS, L. 2010. Sistema reprodutivo e polinização de *Senna multijuga* (Fabaceae) em Mata Atlântica Montana. **Rodriguésia** 61(2): 167-17.