

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

**Dinâmica da secreção de néctar em *Zeyheria montana* Mart.
(Bignoniaceae) relacionada à atividade dos beija-flores polinizadores**

Catarina Gonçalves Dias Netto

Orientadora: Prof^a. Dra. Silvia Rodrigues Machado
Co-orientadora: Prof^a Dra. Elza Maria Guimarães Santos

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a
obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas no Instituto de
Biociências da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Campus de Botucatu.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Dias Netto, Catarina Gonçalves.

Dinâmica da secreção de néctar em *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae) relacionada à atividade dos beija-flores polinizadores / Catarina Gonçalves Dias Netto. – Botucatu : [s.n.], 2009.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2009

Orientadora: Silvia Rodrigues Machado

Co-orientadora: Elza Maria Guimarães Santos

1. Biodiversidade 2. Cerrado

Palavras-chave: Cerrado; *Colibri serrirostris*; Néctar; Polinização; *Zeyheria montana*

Optou-se pela produção do presente Trabalho de Conclusão de Curso no modelo de Artigo Científico, o qual obedece às normas para submissão de trabalhos da seguinte revista de divulgação da área: Revista Brasileira de Botânica.

Dinâmica da secreção de néctar em *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae) relacionada à atividade dos beija-flores polinizadores

CATARINA GONÇALVES DIAS NETTO¹, SILVIA RODRIGUES MACHADO¹, ELZA MARIA GUIMARÃES SANTOS¹

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

Dynamics of nectar secretion in *Zeyheria montana* Mart (Bignoniaceae) related to the activity of hummingbird pollinators

ABSTRACT – The Cerrado is home to important biodiversity areas in the state of Sao Paulo. Therefore, research on the reproduction of species of this biome are essential to help conservation programs. Pollination is the main mechanism by which outcrossing plants perpetuate their populations, and the attractive, such as nectar, are of vital importance to many anthophilous animals and essential to the maintenance of interactions with pollinators. In this context, the objective of this study was to investigate the ecological dynamics of secretion and sugar composition of floral nectar in *Zeyheria montana*, an ornithophilous exclusive Cerrado species, visited preferentially by *Colibri serrirostris*, also exclusive to this biome. This dynamic was assessed in isolated flowers in pre-anthesis, using microsyringes to collect nectar and manual refractometer to measure the concentration. Experiments were carried out to evaluate production throughout anthesis, including the assessment of total daily production, the effect of successive removal, the rate of production during the day and night and changes in concentration and composition of sugars, which was performed in HPLC (High Performance Liquid Chromatography). The rate of nectar production was about three times greater at night with a concentration two times lower, resulting in a supply of large amounts of dilute nectar in the early morning hours, peak of visitation for hummingbirds. Moreover, the production of nectar was more pronounced before the anthesis, and is available to visitors already in newly opened flowers, which are preferentially visited by *C. serrirostris*. There was an increase in the nectar production of flowers in the group with successive manual removal upon the control group, suggesting that the withdrawal by visitors stimulates the production, ensuring the availability of the resource including flowers previously visited. Chemical analysis revealed the presence of glucose, fructose and sucrose, the latter being the predominant sugar in the nectar (80 to 90%). Thus, there was an adjustment of the

characteristics and dynamics of nectar secretion in *Z. montana* to the pattern of visits and the energy requirement of *C. serrirostris*.

Key-words – Cerrado, *Colibri serrirostris*, nectar, pollination, *Zeyheria montana*.

Dinâmica da secreção de néctar em *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae) relacionada à atividade dos beija-flores polinizadores

RESUMO – O Cerrado abriga áreas de importante biodiversidade no estado de São Paulo. Por isso, pesquisas sobre a reprodução de espécies desse bioma são fundamentais para subsidiar programas de conservação. A polinização é o principal mecanismo através do qual as espécies alógamas perpetuam suas populações, sendo os atrativos, tais como néctar, de importância vital para diversos animais antófilos e essenciais à manutenção das interações com os polinizadores. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar aspectos ecológicos da dinâmica de secreção e da composição de açúcares do néctar floral em *Zeyheria montana*, uma espécie ornitófila exclusiva do Cerrado, visitada preferencialmente por *Colibri serrirostris*, também exclusiva desse bioma. Essa dinâmica foi avaliada em flores isoladas em pré-antese, utilizando-se microseringas para coleta do néctar e refratômetro manual para medir a concentração. Foram realizados experimentos de avaliação da produção durante toda a antese, incluindo a avaliação da produção total diária, o efeito da remoção sucessiva, a taxa de produção durante o dia e a noite e a variação na concentração e composição de açúcares, a qual foi realizada em CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência). A taxa de produção de néctar foi cerca de três vezes maior no período noturno com concentração duas vezes menor, resultando em uma oferta de grande quantidade de néctar diluído no início da manhã, horário de pico de visitação dos beija-flores. Além disto, a produção de néctar foi mais expressiva anteriormente à antese, estando disponível

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

para os visitantes já em flores recém abertas, as quais são preferencialmente visitadas por *C. serrirostris*. Observou-se um incremento na produção de néctar no grupo de flores com remoção manual sucessiva em relação ao grupo controle, sugerindo que a retirada pelos visitantes estimule a produção, assegurando a disponibilidade deste recurso inclusive em flores previamente visitadas. As análises químicas revelaram a presença de glicose, frutose e sacarose, sendo este último o açúcar predominante no néctar (80 a 90%). Deste modo, verificou-se uma adequação das características do néctar e dinâmica da secreção em *Z. montana* ao padrão de visitas e às necessidades energéticas de *C. serrirostris*.

Palavras-chave: Cerrado, *Colibri serrirostris*, néctar, polinização, *Zeyheria montana*.

INTRODUÇÃO

A família Bignoniaceae, que compreende aproximadamente 800 espécies, pertencentes a 112 gêneros, tem distribuição predominantemente neotropical (Spangler & Olmstead, 1999), com importante papel ecológico nas florestas dessas regiões (Gentry 1990). O centro de diversidade da família encontra-se no Brasil, onde ocorrem 338 espécies pertencentes a 56 gêneros (Gentry, 1980). Tal diversidade distribui-se por diversos biomas brasileiros incluindo Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Cerrado, ocupando grande parte do território nacional (Lohman, 2006). No Cerrado, Bignoniaceae se destaca como um valioso componente, representado por 17 gêneros e 47 espécies (Felfili et al., 2004).

A alta biodiversidade no Cerrado tem sido atribuída a padrões evolutivos complexos nos quais variações paleoclimáticas e permutas de elementos florísticos com as formações vegetais circundantes desempenharam um papel fundamental (Forni-Martins & Martins, 2000) e podem ter levado ao surgimento de interações biológicas complexas. Estudos detalhados visando à obtenção de dados que colaborem com a compreensão da dinâmica destas interações podem auxiliar na conservação das espécies envolvidas. Neste contexto, é importante ressaltar que as estruturas secretoras florais desempenham papel fundamental na polinização zoófila, estando envolvidas na produção de grande parte dos atrativos primários e secundários (Proctor & Yeo, 1979; Faegri & Pijl, 1979).

Em Bignoniaceae, há um claro predomínio de polinização zoófila (Gentry, 1974; Vieira et al., 1992; Bittencourt Jr & Semir, 2004; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 1988, 2006, Yanagizawa & Maimoni-Rodella, 2007; Guimarães et al., 2008). Suas flores atraem um amplo espectro de visitantes, incluindo abelhas, vespas, borboletas, mariposas, beija-flores e morcegos, sendo que diversas espécies desta família apresentam-se como generalistas com relação à polinização (Gentry, 1974; Gentry, 1990; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Yanagizawa & Maimoni-Rodella, 2007).

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

Em espécies ornitófilas, o principal recurso disponível para os polinizadores é o néctar floral (Faegri & Pijl, 1979; Proctor & Yeo, 1979) e algumas de suas características estão diretamente relacionadas às necessidades dos beija-flores, especialmente no que diz respeito à demanda energética destes animais durante o voo (Faegri & Pijl, 1979).

As estruturas secretoras presentes em espécies de Bignoniaceae vêm sendo descritas desde o século XIX, sendo os nectários o principal objeto de estudo, provavelmente devido ao valor taxonômico e ecológico que possuem (Bureau, 1864; Rao, 1926; Seibert, 1948). Em Bignoniaceae, o nectário floral é comumente representado por um disco conspícuo ao redor da base do ovário (Gentry, 1992a; Bentley & Elias, 1983; Thomas & Dave, 1992; Galetto, 1995; Rivera, 2000). Entretanto, em alguns gêneros, tais como *Clytostoma*, *Cydista*, *Phryganocydia*, *Lundia* e *Zeyheria*, o disco é reduzido ou ausente e a fonte do néctar floral tem sido atribuída a tricomas glandulares capitados e/ou peltados localizados ao redor do ovário e/ou na parede interna da corola (Bureau & Schumann, 1897; Gentry, 1980; Rivera, 1996, 2000; Lopes et al. 2002, Bittencourt & Semir, 2004).

No caso de *Zeyheria montana*, ocorre a formação de gotículas de néctar na superfície interna da região basal da corola (Yanagizawa et al, 1982) e sua origem foi atribuída a tricomas glandulares observados na parede da câmara nectarífera (Bittencourt & Semir, 2004), embora um disco nectarífero com cerca de 1 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro esteja presente na base do tubo (Gentry, 1992a; Lohmann et al., 2008).

Em análise histológica da câmara nectarífera de *Z. montana*, observou-se a presença de tricomas glandulares abundantes na base dos filetes, bem como em toda a superfície interna da parede da câmara e na epiderme externa do ovário, além de inúmeras papilas contendo proteínas (Bittencourt & Semir, 2004; Machado et al., 2005, 2006). Dois tipos de tricomas glandulares foram descritos nesta região: os do gineceu, que possuem 32 µm de altura por 40 µm de largura, e os da parede da câmara nectarífera e da base dos filetes, que possuem cerca de 100-180 µm de altura por 60 µm de largura e apresentam

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

uma delgada cutícula revestindo externamente a cabeça secretora sob a qual a secreção se acumula antes de ser liberada na cavidade da câmara nectarífera (Bittencourt & Semir, 2004). Análises do disco nectarífero revelaram que o tecido fundamental constitui-se em um parênquima pouco diferenciado (Bittencourt & Semir, 2004).

Z. montana é uma espécie alógama, que apresenta auto-incompatibilidade de ação tardia sendo, portanto, dependente dos vetores de polinização (Bittencourt & Semir, 2004). As espécies de beija-flor que visitam suas flores são: *Eupetomena macroura*, *Amazilia fimbriata*, *Melanotrochilus fuscus* e *Colibri serrirostris*, o visitante mais freqüente em todas as áreas estudadas (Yanagizawa *et al.*, 1982; Bittencourt & Semir, 2004; Guimarães, 2008). Em machos adultos de *C. serrirostris*, foi observado comportamento territorial (Guimarães, 2008). Assim, considerando-se que a quantidade de néctar disponível por área pode ser um pré-requisito para a defesa territorial em algumas espécies de beija-flor (Faegri & Pijl, 1979), uma avaliação integrada pode levar a uma melhor compreensão das bases da interação envolvendo *Z. montana* e *Colibri serrirostris*, seu principal visitante.

Além disso, variações na apresentação do néctar floral relacionadas à quantidade, ao padrão de produção e ao horário de pico de secreção podem influenciar a movimentação dos polinizadores entre as flores, resultando em consequências sobre o sucesso reprodutivo e sobre fluxo gênico, via pólen, na espécie. Deste modo, análises da composição do néctar e da dinâmica da secreção podem auxiliar na compreensão do papel de *Z. montana* na manutenção das populações de *C. serrirostris* e deste na reprodução sexual e na promoção de fluxo de pólen intrapopulacional em *Z. montana*, fornecendo subsídios para a compreensão das bases de co-evolução entre essas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e espécie

O estudo foi desenvolvido em áreas de cerrado (*s.l.*), cujas populações de *Zeyheria montana* já vem sendo monitoradas e tem sido objeto de diversos estudos (Machado et al, 2006; Guimarães et al, 2006; Guimarães et al, 2007; Guimarães, 2008; Netto et al, 2009), localizadas na região Centro-oeste do Estado de São Paulo, no município de Botucatu. O clima da região é do tipo Cfa de Koeppen, mesotérmico, típico de região constantemente úmida, tendo quatro ou mais meses com temperaturas médias superiores a 22°C (Setzer, 1966).

Zeyheria montana, um arbusto de flores amarelas, conhecido como “bolsa-de-pastor” (Souza & Lorenzi, 2005) é uma das espécies mais características e amplamente distribuídas na América do Sul, ocorrendo nos cerrados e formações adjacentes (Gentry, 1992). São arbustos ou subarbustos de 1 a 3 metros de altura; com ramos recobertos por tricomas estrelados; folhas 5-folioladas; inflorescência do tipo panícula terminal, com ramificação dicotômica; flores castanhas externamente e amarelas internamente, corola tubular cilíndrica, de 2,5-5 cm de comprimento e 0,7-1,5 cm de diâmetro; inserção dos estames densamente pilosa, anteras pêndulas com cerca de 3 mm de comprimento; ovário elipsóide acima de um estipe basal de 2-3 mm, densamente pubérulo, unido a um disco anular de 1 mm de comprimento e 3 mm de diâmetro; fruto do tipo cápsula, com estipe basal bem desenvolvido de 1-1,5 cm de comprimento, castanho, densamente tomentoso e superfície muricada; sementes delgadas, circundadas por ala membranácea hialina, com 3,5 cm de diâmetro (Gentry, 1992; Lohman, 2008).

Na população analisada, foram coletadas amostras reprodutivas da espécie e exsicatas foram incluídas como documento taxonômico no Herbário “Irina Delanova Gemtchujnicov” (BOTU), do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, Unesp, Campus de Botucatu.

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

Dinâmica da secreção e análises químicas do néctar

Através de observações preliminares sobre a fenologia reprodutiva e eventos da antese verificou-se que a antese dura aproximadamente quatro dias e que 90% das flores se abrem entre 0600 e 0700h, sendo que os 10% restantes abrem-se ao longo do dia, sem padrão definido. Por isso, todos os conjuntos de flores foram marcados no dia anterior à antese com um excedente de 20%, para substituição por eventuais perdas ou diferenças no horário de abertura.

Os experimentos sobre a dinâmica de secreção de néctar foram conduzidos nos meses de março e abril, no pico de florescimento. Para avaliar a produção total de néctar durante a vida da flor, a duração da atividade secretora e a ocorrência de variações na concentração e composição do néctar durante o período secretor, os seguintes experimentos foram delineados:

Foram utilizados 155 botões pré-antese para avaliar o efeito da remoção sucessiva sobre a produção do néctar. Os botões foram identificados e ensacados no dia anterior à antese.

Destes, 35 foram monitorados diariamente, durante os quatro dias da antese, e 60 foram monitorados em quatro conjuntos de 30 flores, que tiveram o néctar esgotado ao final do primeiro, do segundo, do terceiro e do quarto dia, funcionando como controle sobre a quantidade total produzida ao longo de 12, 36, 48 e 72 horas de antese floral, sem nenhuma remoção.

No conjunto de 35 flores, a primeira remoção foi efetuada logo após a abertura das flores, entre 0600 e 0700h. As flores foram, uma a uma, desensacadas e, imediatamente após a remoção do néctar, re-ensacadas. As medidas de volume foram realizadas no momento da remoção, com o auxílio de uma seringa micro volumétrica (Hamilton, USA). O néctar retirado e de volume conhecido foi armazenado em tubos plásticos esterilizados e numerados conforme a flor e o horário correspondentes. Esses tubos foram armazenados em caixa de isopor resfriada com gelo e, após a repetição desse procedimento com as 35 flores, as amostras de néctar tiveram sua concentração (%) medida individualmente, com o auxílio de refratômetro digital (Callmex, Brasil). Essas medidas, de volume e concentração do néctar,

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

foram realizadas a cada duas horas no período de 7:00 às 17:00h, sempre nas mesmas flores, durante toda a antese floral, sendo realizadas seis medições por dia, durante quatro dias, totalizando 24 avaliações por flor.

Além disso, ao final de cada dia foram desensacadas 30 flores do grupo controle para a coleta do néctar produzido durante todo o dia, desde a abertura da flor, totalizando, no primeiro dia, aproximadamente 12 horas de atividade secretora e, do segundo ao quarto dia, 24 horas de atividade secretora. A cada retirada, as amostras coletadas foram submetidas às mesmas análises de volume e concentração. As flores do grupo controle tiveram o néctar removido apenas uma vez; portanto, foram utilizadas, nas medições dos próximos dias, correspondentes a 36, 48 e 60 horas de produção, flores diferentes daquelas utilizadas no dia anterior, mas já previamente marcadas e ensacadas.

O volume e a concentração foram avaliados com o objetivo de estimar o investimento energético da planta em mg açúcar. Análises do pH e da presença de glicose, proteínas e nitrito foram feitas com o auxílio de tiras indicadoras “Combur Test” (Roche, Alemanha), em campo, imediatamente após a coleta do néctar floral, com o objetivo de avaliar possíveis mudanças nas características químicas do néctar em função das atividades de microrganismos presentes no mesmo, especialmente do fungo do gênero *Ustilago*, já descrito no néctar desta espécie por Guimarães et al (1989). Adicionalmente, análises em HPLC (High Performance Liquid Chromatography)/ CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), para determinar a composição de açúcares do néctar, foram realizadas na Universidade de Siena, Itália, pelo Dr. Massimo Nepi, pesquisador com ampla experiência na área e com o qual mantemos colaboração científica desde abril de 2009.

RESULTADOS

Quanto à dinâmica de secreção de néctar ao longo dos quatro dias de antese, duas variáveis foram analisadas, o volume (μL) e a concentração de açúcares (%). Ambas apresentaram seus maiores valores na primeira amostragem, correspondendo ao primeiro dia de antese, logo após a abertura da flor, cuja produção de néctar é relativa ao estágio de botão pré-antese (BPA) (Figuras 01 e 02). Nessa amostragem, a produção de néctar em volume correspondeu a aproximadamente 56% do total produzido durante toda a antese, enquanto a concentração de açúcares correspondeu a mais de 74% do total (Fig. 04).

Além disso, a taxa de produção de néctar no período da noite ($1,72\mu\text{L}/\text{hora}$) foi maior do que durante o dia ($0,49\mu\text{L}/\text{hora}$), entretanto a concentração de açúcares foi menor no período da noite ($0,96\text{ mg/ml}$) do que durante do dia ($1,16\text{ mg/ml}$) (Fig. 03), resultando em um acúmulo e uma oferta de grande quantidade de néctar diluído no início da manhã.

Observa-se ainda que, em relação ao volume, os picos de produção noturna obedecem a um gradiente crescente ao longo dos três últimos dias de antese (Fig. 01). Enquanto o pico de concentração se mostrou maior no último dia de antese, excluindo a primeira amostragem, relativa ao néctar acumulado durante o período pré-antese (Fig. 02).

Os dados obtidos a partir da retirada de néctar acumulado, com apenas uma remoção em cada flor marcada (controle), foram analisados juntamente àqueles obtidos a partir da soma dos volumes de néctar das flores com remoção sucessiva, esgotando-se o néctar a cada duas horas durante os quatro dias de antese. Com isso, verificou-se um incremento na produção de néctar estimulado pela sua retirada, analogamente ao comportamento de forrageamento dos beija-flores polinizadores de *Z. montana*, que consomem o néctar no ato da visita (Fig.05). Da mesma forma, as análises comparativas entre o grupo controle e o grupo de flores com remoções sucessivas de néctar foram feitas em relação à

concentração, em que também se verificou um incremento na quantidade de miligramas de açúcar por mL de néctar, nas flores com retiradas sucessivas (Fig. 06).

As análises químicas da composição de açúcares no néctar em CLAE foram feitas para flores em três diferentes estágios de desenvolvimento: BPA, flores de 1º dia e flores de 2º dia. Verificou-se um aumento nas concentrações de glicose e frutose no néctar, do BPA à flor de 2º dia, acompanhado de uma diminuição na concentração de sacarose, sendo que a concentração de açúcares total praticamente não se alterou entre os estágios florais de 1º e 2º dia (Fig.07).

Em todos os horários verificou-se pH 5,0, ausência de proteínas, presença de glicose e a partir do segundo dia foi detectada a presença de nitrito em baixas concentrações em algumas amostras.

DISCUSSÃO

A maior taxa de produção de néctar no período noturno proporciona maior disponibilidade de néctar para os visitantes no início da manhã, já que não foram observados visitantes noturnos às flores de *Z. montana* (Guimarães, com. pessoal). Além disso, quando a flor se abre, ela já apresenta grande quantidade de néctar com altas concentrações de açúcar, uma vez que a produção de néctar é mais expressiva anteriormente à antese. Tais resultados, associados ao comportamento de visita dos beija-flores polinizadores, sugerem uma relação entre o horário de produção e disponibilização de néctar por *Zeyheria montana* e o de visita de *Colibri serrirostris*, visto que o principal pido de visita ocorre nas primeiras horas dia e que a visita é feita preferencialmente às flores mais jovens (Bittencourt & Semir, 2004).

Outro fato que pode ser relacionado à atividade de visita dos beija-flores é o de que a concentração de açúcares do néctar produzido no período noturno, disponível aos polinizadores no início da manhã, é mais baixa em relação ao néctar produzido ao longo do dia. Sabe-se que o período noturno para os beija-flores corresponde ao período de jejum e que algumas espécies têm, nesse

¹Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP – Distrito de Rubião Júnior, s/nº, CEP: 18608-000. E-mail: elzaguimaraes@hotmail.com

período, a taxa de filtração glomerular reduzida, devido à intensa desidratação a que ficam submetidos. Portanto, para esses animais, o consumo de água é essencial especialmente no início da manhã (Nicolson, 2006). Deste modo, os beija-flores podem obter recursos com qualidades distintas nas flores de *Z. montana* nas primeiras horas do dia. Há néctar com maior concentração de açúcares em flores recém abertas, por volta das 0700h, e néctar mais diluído disponível em flores mais velhas, já no início do horário de forrageamento de *C. serrirostris*, por volta das 0500h.

Em relação ao aumento gradual na produção de néctar ao longo dos últimos três dias de antese, estudos mais aprofundados estão sendo conduzidos com o objetivo de compreender esse padrão.

O incremento na produção de néctar observado no grupo de flores cujas retiradas de néctar foram sucessivas em relação ao grupo controle ocorreu tanto para o volume quanto para a concentração de açúcares (Figs. 05 e 06). Isso pode indicar um aumento do investimento energético de *Z. montana* na reprodução conforme o aumento do número de visitas pelo polinizador, uma vez que a produção de recursos como o néctar é de grande custo energético para a planta (Nepi, 2008). Esse investimento na produção de recursos pode ser tão grande que, em algumas espécies de planta, caso a flor não seja visitada e o néctar não seja consumido pelo polinizador, os açúcares podem ser reabsorvidos (Nepi, 2001). Estudos mais aprofundados sobre a possibilidade de reabsorção de néctar em *Z. montana* são necessários.

A composição de açúcares do néctar de *Z. montana* é dada por glicose, frutose e sacarose. As variações encontradas para cada tipo de açúcar ao longo da vida da flor podem estar relacionadas à atividade de microorganismos presentes no néctar, uma vez que houve diminuição na concentração de sacarose e concomitante aumento na concentração de glicose e frutose, sugerindo a atividade de bactérias e/ou fungos que degradam sacarose, já identificadas no néctar de *Z. montana* em outros estudos (Guimarães et al, 1989, Guimarães et al, dados não publicados, 2009).

Ainda assim, a sacarose foi o açúcar predominante na composição dessa classe de substância no néctar de *Z. montana*, cuja concentração se manteve alta no néctar de todos os estágios analisados (correspondendo entre 80 a 90% do total de açúcares). Essa avaliação tem grande importância na compreensão dos possíveis ajustes existentes na interação entre *Z. montana* e *C. serrirostris* quando considerada a demanda energética dos beija-flores, que geralmente se alimentam de néctar rico em sacarose (Nicolson, 2006; Nicolson et al, 2007).

Geralmente, espécies tropicais de beija-flores apresentam o comportamento de “pairar” próximo às flores durante o forrageamento, indicando alta atividade metabólica desses animais e, portanto, elevado gasto energético (Nicolson, 2006). Assim, as características do recurso oferecido por *Z. montana* aos polinizadores está de acordo com as necessidades de *C. serrirostris*, que busca por recursos que forneçam energia e água necessárias às suas atividades diárias.

Portanto, as características da oferta de néctar de *Z. montana*, incluindo presença de néctar em 100% das flores, a dinâmica de produção, o volume, a concentração e a composição de açúcares no néctar, estão relacionadas ao comportamento de forrageio e às necessidades energéticas de *C. serrirostris*, principal visitante da espécie. Além disso, o comportamento territorialista observado nesse beija-flor (Guimarães, 2008) indica que, para essa espécie, é vantajoso investir na proteção do recurso oferecido por *Z. montana*. Essa relação de interdependência entre as espécies estudadas sugere um histórico de adequação da produção de néctar por *Z. montana* às visitas frequentes de *C. serriristris*, considerando que a seleção mediada pelo polinizador pode levar à evolução de estratégias de oferta de recursos e atrativos florais para esses polinizadores, aumentando o sucesso reprodutivo da planta (Shafir et al., 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHWORTH, L. & GALETTO, L. 2002. Differential nectar production between male and female flowers in a wild cucurbit: *Cucurbita maxima* ssp. *andreana* (Cucurbitaceae). *Can. J. Bot.* 80:1203-1208.
- BENTLEY, B.L. & ELIAS, T.S. 1983. The biology of nectaries. New York: Columbia University Press.
- BITTENCOURT, N.S.J & SEMIR, J. 2004. Pollination biology and breeding system of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae). *Plant Systematics and Evolution* 247:241-254.
- BUREAU, E. & SCHUMANN, C. 1897. Bignoniaceae. In: Von Martius CFP, Eichler AG, Urbans I, eds. *Flora Brasiliensis* 8, part 2. Weinheim: Verlag von J. Cramer, 352-355.
- BUREAU, E. 1864. *Monographie des Bignoniacées* 214p.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press Oxford.
- FELFILI, J.M., SILVA, J.R.M.C., SEVILHA, A.C., FAGG, C.W., WALTER, B.M.T., NOGUEIRA, P.E. & REZENDE, A.V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecol.* 175:37-46.
- FORNI-MARTINS, E.R. & MARTINS, F.R. 2000. Chromosome studies on Brazilian cerrado plants. *Genetics and Molecular Biology*, 23(4):947-955
- GALETTO, L. 1995. Nectary structure and nectar characteristics in some Bignoniaceae. *Plant Systematics and Evolution* 196:99-121.
- GENTRY, A.H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61:728-759.
- GENTRY, A.H. 1980. Bignoniaceae – Part I. Tribes Crescentieae e Tourretieae. *Flora Neotropica Monographs* 25(1): 1-130.
- GENTRY, A.H. 1990. Evolutionary patterns in neotropical Bignoniaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 55:118-129.
- GENTRY, A.H. 1992a. Bignoniaceae. Part II. Tribe Tecomeae. *Flora Neotropica Monographs*. 25 (2):1-105.
- GENTRY, A.H.. 1992b. A synopsis of Bignoniaceae ethnobotany and economic botany. *Annals*

of the Missouri Botanical Garden, v.79, n.1, p.53-64.

- GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2006. Life in the Cerrado – Pollination and seed dispersal. Reta Verlag, Germany.
- GUIMARÃES, E., BAGAGLI, E., YANAGIZAWA, Y. & MACHADO, S.R. 1989. Ocorrência de *Ustilago* sp. em *Zeyheria digitalis*. In Anais da XVII Jornada da Associação dos Docentes de Botucatu, Botucatu. p.14.
- GUIMARÃES, E., YANAGIZAWA, Y. & MAIMONI-RODELLA, R.C.S. 2006. Fenologia de *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae) em área de cerrado, Botucatu, SP. In Anais do XVI Congresso da Sociedade Botânica, Piracicaba. CD-Rom.
- GUIMARÃES, E., MORI, E.S., TAMBARUSSI, E.V. & MAIMONI-RODELLA, R.C.S. 2007. Análise da reprodução vegetativa em *Zeyheria montana* (Bignoniaceae) através de marcadores RAPD. In Anais do 58º Congresso Nacional de Botânica, São Paulo. CD-Rom.
- GUIMARÃES, E.M. 2008. Biologia reprodutiva de *Jacaranda oxyphylla* Cham. e *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae). Tese de doutorado, IBB, UNESP, Botucatu, SP, 101p.
- LOHMANN, L.G., ALCÂNTARA, S.F. & SILVA, F.G. 2008. Bignoniaceae in Flora brasiliensis revisitada. <http://flora.cria.org.br>. (acessado em 22.02.2008).
- MACHADO, S.R., ROCHA, J.F. & GUIMARÃES, E. 2005. Indumento floral de *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae). In Anais do 56º Congresso Nacional de Botânica, Curitiba. CD-Rom.
- MACHADO, S.R., GREGORIO, E.A. & GUIMARÃES E. 2006. Ovary peltate trichomes of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae): developmental ultrastructure and secretion in relation to function. Annals of Botany 97:357-369.
- NETTO, C., MACHADO, S.R. & GUIMARÃES, E. 2009. Dinâmica de secreção de néctar em *Zeyheria montana* Mart. (Bignoniaceae). In Anais do 60º Congresso Nacional de Botânica, Feira de Santana. CD-Rom.
- NEPI, M., CIAMPOLINI, F. & PACINI, E. 1996. Development and Ultrastructure of *Cucurbita pepo* Nectaries of Male Flowers. Annals of Botany 78: 95-104.

- NEPI, M., GUARNIERI, M. & PACINI, E. 2001. Nectar secretion, reabsorption and sugar composition in male and female flowers of *Cucurbita pepo*. *International Journal of Plant Sciences*. 162(2):353-358.
- NEPI, M. & STPICZNSKA, M. 2008. The complexity of néctar: secretion and resorption dynamically regulate néctar features. *Naturwissenschaften*. 95:177-184.
- NICOLSON, S.W. 2006. Water management in nectar-feeding birds. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 291:828-829.
- NICOLSON, S.W., NEPI, M. & PACINI, E. 2007. *Nectaries and Nectar*. Springer.
- RAO, L. 1926. A short note on the extrafloral nectaries in *Spathodea stipulata*. *J. Indian Bot. Soc.* 5:113-116.
- RIVERA, G.L. 1996. Nectários y tricomas florales em quatro espécies de *Tecomae* (Bignoniaceae). *Darwiniana* 34:19-26.
- RIVERA, G.L. 2000. Nuptial nectary structure of Bignoniaceae of Argentina. *Darwiniana* 38:227-239.
- SETZER, J. 1966. Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo. São Paulo: Comissão interestadual da Bacia Paraná-Uruguai/ Centrais Elétricas do Estado de São Paulo. 61p.
- SEIBERT, R. 1948. The use of plants in a taxonomic consideration of the family Bignoniaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 35:123-136.
- SHAFIR, S., BECHAR, A. & WEBER, E.U. 2003. Cognition-mediated coevolution – context-dependent evaluations and sensitivity of pollinators to variability in nectar rewards. *Plant Systematics and Evolutions*. 238:195-209.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. & GOTTSBERGER, G. 1988. A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48:651-663.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum.
- SPANGLER, R.E. & OLMSTEAD, R.G. 1999. Phylogenetic analysis of Bignoniaceae based on the cpDNA gene sequences *rbcL* and *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86:33-46.
- THOMAS, V. & DAVE, Y. 1992. Structure and biology of nectaries in *Tabebuia serratifolia* Nichols (Bignoniaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 109:395-400.

- VIEIRA, M.F., MEIRA, R.M.S.A., QUEIROZ, L.P. & MEIRA-NETO, J.A.A. 1992. Polinização e reprodução de *Jacaranda caroba* (vell.) DC. (Bignoniaceae) em área de Cerrado do Sudeste Brasileiro. Anais 8º Congresso SBSP, 13-19.
- YANAGIZAWA, Y.A.N.P., MAIMONI-RODELLA, R.C.S., AMARAL, A.J.R. & RODELLA, R.A. 1982. Biologia floral de *Zeyheria digitalis* (Vell.) Hoehne (Bignoniaceae) na região de Botucatu, SP, Brasil. In 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Campinas, SP. p.827.
- YANAGIZAWA, Y.A.N.P. & MAIMONI-RODELLA, R.C.S. 2007. Floral visitors and reproductive strategies in five melittophilous species of Bignoniaceae in Southeastern Brazil. Brazilian Archives of Biology 50(6):1043-1050.

FIGURAS

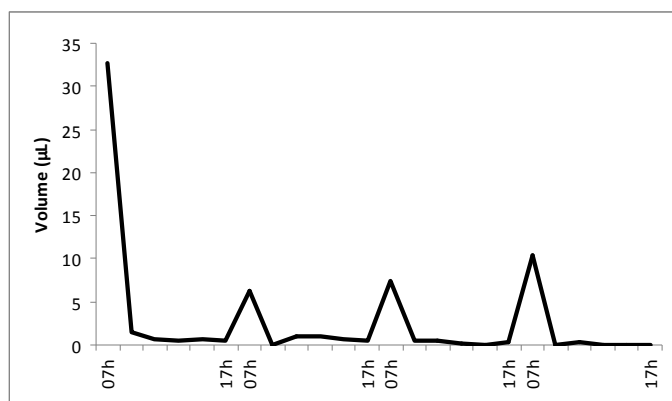


Figura 01. Volume de néctar em *Z. montana* durante os quatro dias da antese

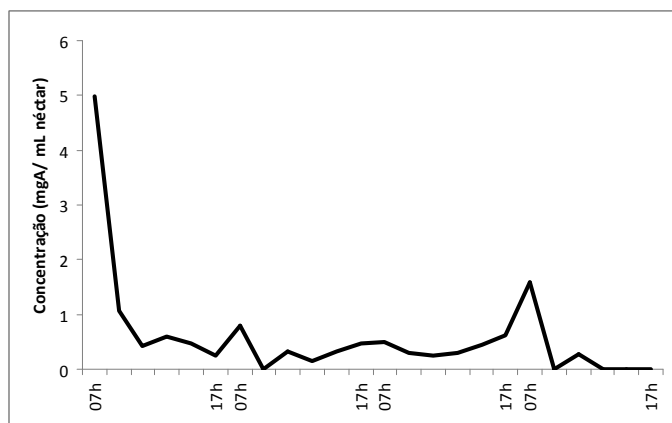


Figura 02. Concentração de açúcares no néctar de *Z. montana* ao longo dos quatro dias de antese

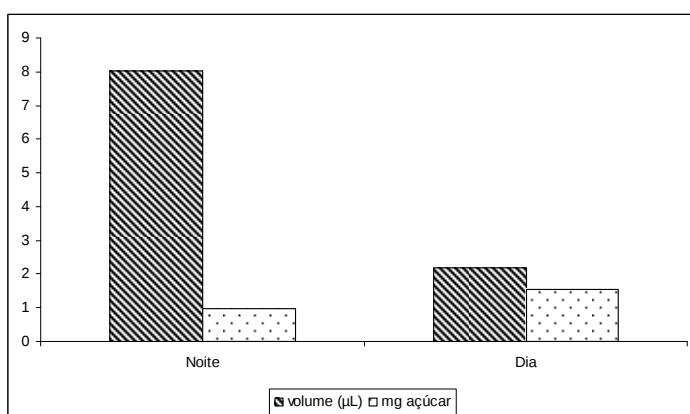


Figura 03. Produção de néctar em *Z. montana* durante os períodos noturno e diurno

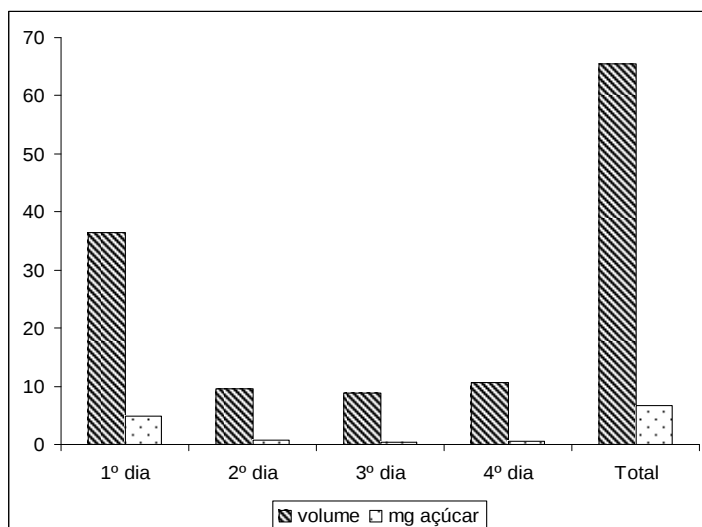


Figura 04. Volume e concentração do néctar (mg açúcar) em flores de *Z. montana* com remoção a cada duas horas

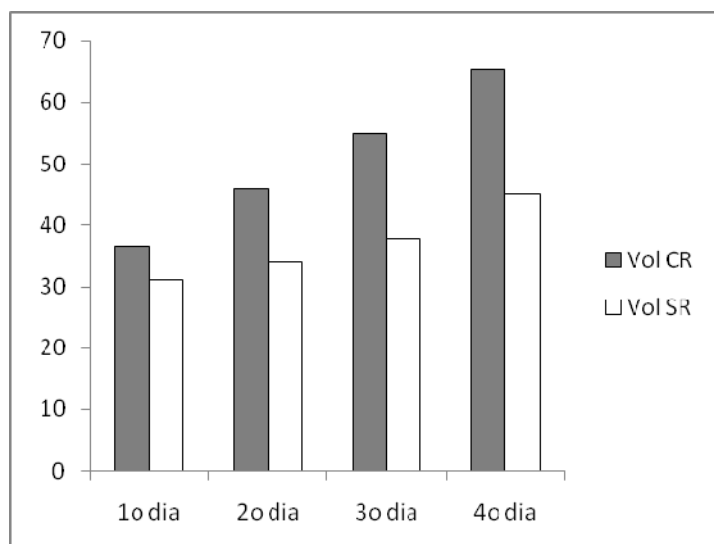


Figura 05. Comparação da produção diária de néctar em *Z. montana*, com retirada manual (Vol CR) e sem retirada manual (Vol SR) durante os quatro dias de antese

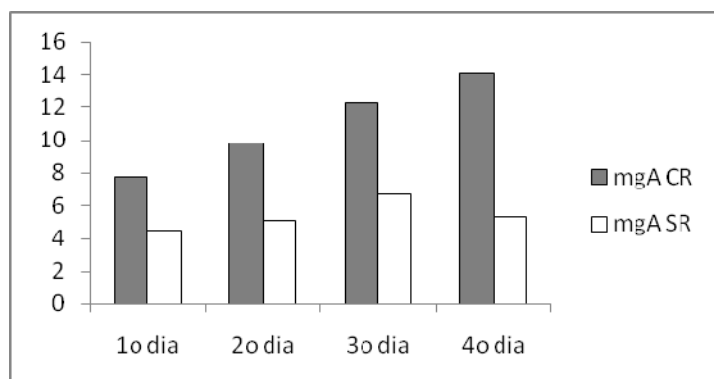


Figura 06. Comparação da produção de açúcares acumulada (mg açúcar/ mL néctar) em *Z. montana* com retirada manual (mgA CR) e sem retirada manual (mgA SR) durante os quatro dias de antese

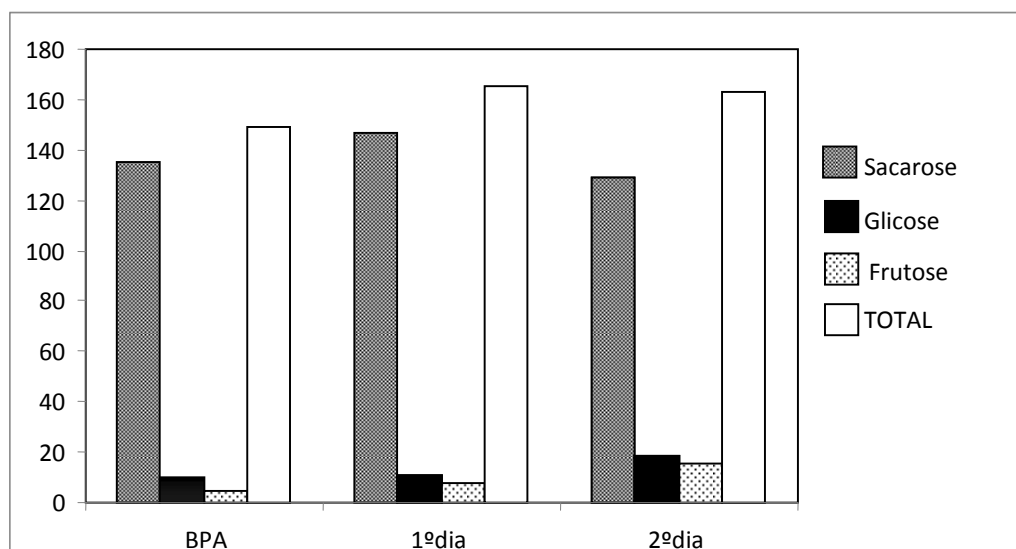


Figura 07. Quantidade de cada um dos açúcares (mg açúcar/ ml néctar) presentes no néctar de *Z. montana* em três diferentes estágios de desenvolvimento da flor, botão pré-antese (BPA), 1º dia de antese e 2º dia de antese