



Pilhagem dependente do comprimento da corola em flores de *Erythrina speciosa* (Fabaceae)

Maya Maia, Cristiano Delabio, Sara Mortara & Tatiana Machado

RESUMO: Características florais como cor, comprimento de corola e odor têm a função de atrair o polinizador mais efetivo de uma espécie de planta. Entretanto, as mesmas características que atraem polinizadores podem atrair pilhadores, animais que roubam néctar sem polinizar a flor. Neste estudo, investigamos se o grau de detectabilidade, relacionado ao tamanho da flor de *Erythrina speciosa*, espécie tipicamente ornitófila, é determinante para que a flor seja pilhada. Amostramos 88 flores de 21 inflorescências em uma população de *E. speciosa*. Avaliamos presença ou ausência de néctar e de danos por pilhagem em flores com diferentes comprimentos de corola, categorizados em dois grupos: grandes e pequenos. Encontramos pilhagem apenas em flores grandes, entretanto, a probabilidade de pilhagem não está associada à atividade do nectário. Como apenas poucas flores foram pilhadas, sugerimos que os danos da pilhagem não representam custos para a planta em relação ao investimento na produção do néctar para atrair polinizadores.

PALAVRAS-CHAVE: interação planta-polinizador, néctar, pilhadores, síndrome floral

INTRODUÇÃO

Em estudos de biologia floral, síndromes refletem um conjunto de características florais associadas com a atração de grupos de polinizadores que são capazes de utilizar as flores como fonte de recurso alimentar (Fenster *et al.*, 2004). Os grupos de polinizadores são compostos por um conjunto de organismos, relacionados ou não taxonomicamente, que se comportam de forma similar e exercem as mesmas pressões seletivas sobre a planta, como, por exemplo, grupos de moscas com aparelho bucal alongado ou pequenas abelhas coletoras de néctar (Fenster *et al.*, 2004). Assim, as flores variam em forma, cor e odor, de maneira a aumentar a detectabilidade e visitação pelos polinizadores. As flores também podem variar quanto ao tipo de recompensa oferecida, que pode ser néctar, pólen ou óleos (Crawley, 1986). Por exemplo, a ornitofilia, síndrome de polinização por aves, está geralmente associada a flores vermelhas com corolas tubulares e à presença de néctar em grande quantidade e com alta concentração de açúcares (Fenster *et al.*, 2004).

A princípio, pensava-se que a cor vermelha de algumas flores ornitófilas seria uma estratégia tanto para atrair beija-flores quanto para evitar visitas de abelhas, uma vez que a maioria das abelhas não enxerga o espectro do vermelho (Raven, 1972). Contudo, experimentos em laboratório mostraram que algumas abelhas não só conseguem enxergar vermelho como podem aprender a distinguir vermelho do verde (Chittka & Waser, 1997). Além de reconhecer a flor pela cor vermelha, as abelhas podem identificar a flor por meio do tamanho, dado que o maior tamanho está relacionado à maior quantidade de informação de cor percebida (Chittka & Thomson, 2004).

Adicionalmente, as abelhas podem identificar a qualidade da recompensa oferecida pela flor (Chittka & Thomson, 2004). Em relação ao néctar, a maior qualidade está associada à alta concentração de açúcares, de maneira que investir em qualidade representa um alto custo energético para a planta (Harder & Barrett, 2006). Dado que algumas abelhas vêem o vermelho e podem identificar a qualidade da recompensa, elas poderiam se comportar como pilhadoras de flores ornitófilas (Chittka & Thomson, 2004). Organismos pilhadores roubam o néctar das flores, comumente através de furos na base da corola, sem necessariamente polinizá-las (Irwin *et al.*, 2004).

Neste estudo, investigamos se a detectabilidade da flor de *Erythrina speciosa* (Fabaceae), uma espécie tipicamente ornitófila que apresenta pilhagem, é determinante para que a flor seja pilhada por abelhas. Para isso, partimos da premissa de que a detectabilidade está associada ao comprimento da corola da flor. Testamos a hipótese de que o tamanho da flor de *E. speciosa* determina a probabilidade da flor ser pilhada. Testamos também a premissa de que o comprimento da corola da flor está relacionado à presença da recompensa. Para isso, consideramos a atividade do nectário como o indicativo da presença da recompensa. Se a premissa for verdadeira, a probabilidade de encontrarmos nectário ativo será maior em flores grandes do que nas pequenas. Esperávamos que a probabilidade de encontrarmos evidências de pilhagem, i.e., orifícios na base do cálice, fosse maior em flores grandes do que em flores pequenas.

MATERIAL & MÉTODOS

Realizamos o estudo na área de restinga da praia do Guarauzinho, Estação Ecológica de Juréia-Itatins (24°17'-35'S; 47°00'-30'O), município de Peruíbe, São Paulo. Como sistema de estudo, selecionamos uma população de *E. speciosa*, uma pequena árvore com inflorescências vermelhas que florescem no inverno, quando a planta está sem folhas (Souza & Lorenzi, 2008). O amadurecimento da flor em *E. speciosa* ocorre da parte inferior da inflorescência para a parte superior. Dessa maneira, existe um gradiente de tamanhos florais associado a distintas fases de amadurecimento, podendo-se observar flores maiores e abertas na parte de baixo e botões florais na parte de cima, sendo que as flores apenas se abrem, expondo suas anteras, no final do período de amadurecimento.

Em uma área de 6 x 6 m², amostramos 88 flores em 21 inflorescências de *E. speciosa*. Como critério de amostragem das flores, subdividimos cada inflorescência em três camadas (inferior, média e superior) a fim de incluir uma variedade de tamanhos florais (Figura 1A). Para a aleatorização da amostra de flores dentro de cada camada, consideramos a inflorescência vista de cima como uma circunferência e a dividimos em quatro quadrantes (Figura 1B). Numeramos cada quadrante em sentido horário e sorteamos um quadrante por camada. Para cada quadrante, coletamos uma flor.

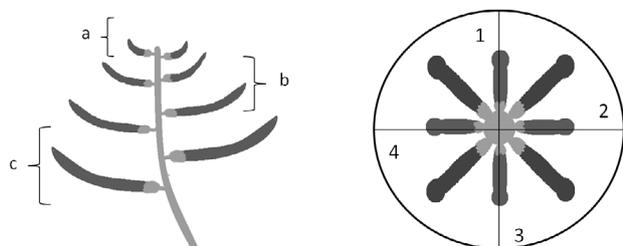


Figura 1. Critérios de amostragem dentro das inflorescências de *Erythrina speciosa*. (A) Camadas da inflorescência: a) camada superior, com predominância de botões florais, b) camada média e c) camada inferior, com flores maiores, mais antigas e a única onde foram observadas flores abertas. (B) Esquema da inflorescência vista de cima, com a divisão de quadrantes utilizados no sorteio de flores para a coleta.

Medimos o comprimento da corola de cada flor a partir do final do cálice até a extremidade da corola e classificamos as flores em duas categorias: não pilhadas (0) ou pilhadas (1), ou seja, quando havia um orifício na base do cálice. Em seguida, fizemos pequenas aberturas na base do cálice para verificar a presença (1) ou ausência (0) de néctar floral em cada inflorescência. Usamos uma lupa para verificar se o néctar floral estava úmido,

indicando a presença do néctar.

Teste da premissa

Para testar a premissa de que flores com comprimento de corola grande apresentam nectários ativos com maior frequência, nossa variável preditora foi o comprimento da corola. Definimos dois grupos de tamanho: pequeno e grande a partir da mediana da distribuição dos valores de comprimentos de corola (31 mm). A variável resposta do teste da premissa foi a presença ou ausência de néctar. Utilizamos como estatística de interesse a diferença entre a média da frequência de atividade do nectário nas flores de cada grupo de comprimentos. Para testar a premissa, permutamos 10.000 vezes os valores de 0 e 1 referentes à presença e ausência do nectário ativo, mantendo os valores de comprimento de corola fixos. Com base nas diferenças entre médias simuladas, estimamos a probabilidade de obter valores iguais ou maiores do que a diferença observada.

Teste da hipótese

Para testar a hipótese de que a pilhagem é mais frequente em flores com maior comprimento de corola, utilizamos os valores de comprimento de corola como variável preditora e a presença ou ausência de pilhagem como a variável resposta. Consideramos como estatística de interesse a diferença entre a média da frequência de pilhagem nas flores de cada grupo de comprimentos. Permutamos 10.000 vezes os valores de 0 e 1 referentes à presença e ausência de pilhagem, mantendo os valores de comprimento de corola fixos. Com base nas diferenças entre médias simuladas, estimamos a probabilidade de obter valores iguais ou maiores do que a diferença observada.

RESULTADOS

Durante a coleta dos dados, observamos visitas por abelhas do gênero *Trigona* (Apidae, Meliponinae), formigas, um beija-flor e uma outra ave não identificada. As abelhas demonstraram o comportamento de roubo de néctar e foram os pilhadores mais frequentes durante a coleta.

Dentre as 88 flores coletadas, encontramos 81 com nectário ativo (92%). Observamos grande variação no comprimento da corola das flores amostradas (média \pm DP = 30 \pm 19 mm). Tanto flores grandes (47 \pm 7 mm) quanto pequenas (12 \pm 8 mm) apresentaram nectário floral ativo (Figura 2). Esse resultado pôde ser gerado por um cenário nulo em 22% das permutações, indicando ausência de

diferença estatística na atividade do nectário entre flores pequenas e grandes.

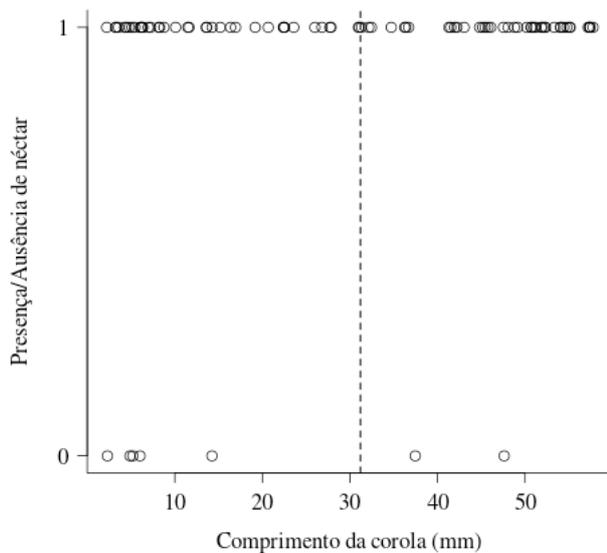


Figura 2. Presença e ausência de néctar de acordo com o comprimento da corola em flores de *Erythrina speciosa* na Estação Ecológica Juréia-Itatins. A linha pontilhada indica a mediana dos valores de comprimento da corola, que divide grupos de flores pequenas e grandes.

Observamos que 20 das 81 flores amostradas estavam pilhadas (23%). A pilhagem ocorreu somente no grupo de flores de comprimento de corola grande (Figura 3). Esse resultado não foi observado nos cenários nulos (< 0,1%).

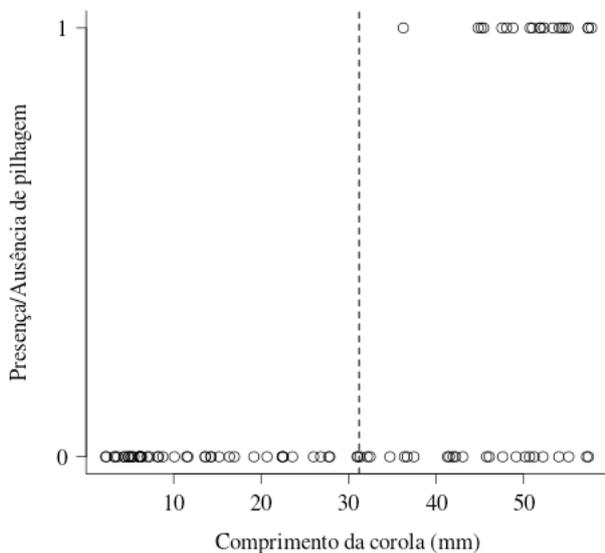


Figura 3. Presença e ausência de pilhagem de acordo com o comprimento da corola em flores de *Erythrina speciosa* na Estação Ecológica Juréia-Itatins. A linha pontilhada indica a mediana dos valores de comprimento da corola, que divide grupos de flores pequenas e grandes.

DISCUSSÃO

Observamos que flores grandes são mais pilhadas do que flores pequenas. Esse resultado sugere que os pilhadores

preferem a recompensa oferecida por flores com maior comprimento de corola. Entretanto, observamos que o comprimento de corola não está relacionado à atividade ou inatividade do nectário. Dado que encontramos a maioria das flores com o nectário ativo, sugerimos que o comprimento da flor poderia estar associado à quantidade e à qualidade do néctar, ao invés da presença ou ausência dele. No campo, observamos que as flores grandes possuíam uma quantidade visivelmente maior de néctar do que flores pequenas. Além disso, as flores pequenas podem ter o nectário ativo, mas produzir apenas néctar de baixa qualidade, i.e., com baixa concentração de açúcares, enquanto as flores maiores poderiam produzir néctar de alta qualidade (Chittka & Thomson, 2004). Como abelhas têm capacidade de identificar diferenças na qualidade da recompensa (Chittka & Thomson, 2004), o néctar em maior quantidade e qualidade produzido nas flores maiores justificaria a preferência das abelhas por flores de maior comprimento da corola.

Outras características associadas ao tamanho da flor também poderiam indicar aos pilhadores quais são as flores que oferecem maior quantidade ou qualidade de recurso, como, por exemplo, a variação na cor vermelha (Chittka & Thomson, 2004). Observamos em campo que flores com diferentes estados de maturação podem ter espessuras diferentes, de forma que a incidência da luz sobre a flor confere diferentes tons de vermelho à corola, de maneira que coloração da flor percebida pela abelha pode variar. As pistas visuais de tamanho e variação de cor, associadas à alta capacidade de memória espacial das abelhas, explicariam o comportamento de aproximação da flor observado em campo, em que a abelha pousa na extremidade da flor e caminha até a base da corola onde rouba o néctar. Sabe-se que durante o forrageio, as abelhas selecionam a flor a determinada distância e são atraídas pela quantidade de informação de vermelho. Somente após a aproximação, detectam o néctar ao diferenciar o vermelho da corola do verde do cálice (Chittka & Thomson, 2004).

Apesar da população de *E. speciosa* estudada estar em período de floração, encontramos uma baixa frequência de pilhagem nas flores. Além disso, observamos que as abelhas do gênero *Trigona* encontradas em nosso estudo frequentemente visitam orifícios já abertos por outros pilhadores. Roubik (1982) encontrou que abelhas solitárias de uma espécie de *Trigona* levam em torno de 30 min para fazer um orifício de 2-4 mm em cálices de *Pavonia dasy-petala* (Malvaceae) para roubo de néctar. Esse resultado sugere que o custo para abrir o orifício é alto para a abelha, de maneira que seria vantajoso aproveitar os orifícios já existentes. Isso pode explicar o padrão do pilhador de frequentemente roubar o néctar de flores já pilhadas. A pilhagem de flores já pilhadas e a baixa frequência de flores pilhadas encontrada em campo sugerem que o dano causado pelos pilhadores não interfira substancialmente no investimento da planta para atrair polinizadores legítimos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Julia pela orientação e discussões sobre o tema. Agradecemos também ao Glauco, Bruno, Cris e Danilo pelos comentários na redação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Barros, M.G. 2001. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brasil cerrado vegetation. *Revista Brasileira de Botânica*, 24:255-256.
- Carpenter, F.L. 1979. Competition between hummingbirds and insect for nectar. *American Zoologist*, 19:1105-1114.
- Chittka, L. & N.M. Waser. 1997. Why red flowers are not invisible to bees. *Israel Journal of Plant Sciences*, 45:169-183.
- Chittka, L. & J.D. Thomson. 2004. *Cognitive ecology of pollination: animal behavior and floral evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Crawley, M.J. 1986. *Plant ecology*. Blackwell Scientific Publications, London.
- Fenster, C.B; W.S. Armbruster; P. Wilson; M.R. Dudash & J.D. Thomson. 2004. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35:375-403.
- Harder, L.D. & S.C.H. Barrett. 2006. *Ecology and evolution of flowers*. Oxford University Press Inc., New York.
- Irwin, R.E.; L.S. Adler & A.K. Brody. 2004. The dual role of floral traits: pollinator attraction and plant defense. *Ecology*, 85:1503-1511.
- Raven, P.H. 1982. Why are bird-visited flowers predominantly red? *Evolution*, 26:674-XXX.
- Souza, V.C. & H. Lorenzi. 2008. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG II*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.

Orientação: Julia Astegiano