



Sinalização visual para abelhas polinizadoras da bromélia *Quesnelia arvensis* (Bromeliaceae)

Tatiana Machado de Souza

RESUMO: Abelhas são responsáveis pela polinização de 80% das angiospermas e utilizam os sinais visuais das flores para encontrar as estruturas reprodutivas. Considerando que as abelhas possuem grande sensibilidade a cores do espectro do azul, testei se as abelhas euglossinas utilizam a coloração roxa na extremidade da corola das flores da bromélia *Quesnelia arvensis* como guia para encontrar o néctar. Para tanto, selecionei duas inflorescências, cortei alternadamente as pontas das corolas de suas flores e contei o número de visitas de abelhas euglossinas. Encontrei que as abelhas visitaram mais as flores de corolas com pontas roxas, fato que pode estar relacionado à maior sensibilidade das abelhas a cores que refletem radiação ultravioleta, como o roxo. A presença de ornamentação arroxeadada pode ser uma adaptação que torna as flores da bromélia atraentes para diversos polinizadores, como beija-flores, que são atraídos pelo vermelho, e abelhas, que são atraídas preferencialmente por azul.

PALAVRAS-CHAVE: coloração, detecção das flores, euglossina, melitofilia, polinização

INTRODUÇÃO

A polinização é o processo de transferência de pólen entre estruturas reprodutivas vegetais e é frequentemente realizada por animais polinizadores. Estima-se que cerca de 250.000 espécies de angiospermas são polinizadas por animais, embora este valor provavelmente esteja subestimado (Herrera & Pellmyr, 2002). Como a polinização a longa distância é vantajosa para as plantas, não é surpreendente que os três grupos que possuem capacidade de voar – aves, insetos e morcegos – sejam os grupos mais importantes para a polinização. Dentre todos os polinizadores com capacidade de vôo, as abelhas se destacam, pois são responsáveis por até 80% da reprodução vegetal nativa e por cerca de 35% dos cultivares (Klein *et al.*, 2007).

Para as espécies vegetais, podem existir vantagens em manter uma gama de polinizadores principais especializados na obtenção de suas recompensas. Para isso, a flor exibe um conjunto de características de cor, odor e forma atrativos para seus principais polinizadores, que constituem uma síndrome de polinização (Fenster *et al.*, 2004). A síndrome de polinização na qual a planta se especializa em atrair abelhas é a melitofilia. Na melitofilia, a cor é um fator muito importante, pois auxilia a abelha a detectar a flor e sinaliza a presença e a qualidade dos recursos, como néctar e pólen (Chittka & Thomson, 2004). Flores melitófilas comumente possuem cores como o amarelo e o azul, investindo mais em

sinalizações visuais do que odoríferas (Chittka & Thomson, 2004).

As abelhas possuem uma capacidade relativamente baixa de identificar formas a longa distância, o que torna as informações por cor ainda mais relevantes na localização da flor (Wigglesworth, 1972; Goldsmith & Bernard, 1974). Adicionalmente, as abelhas possuem uma sensibilidade maior para as cores do espectro ultravioleta (Kevan, 1983), incluindo comprimentos de onda que vão do azul ao roxo. Essa faixa de comprimentos é chamada por Kevan (1983) de “azul de inseto”, pois as cores refletem a radiação ultravioleta de forma similar. Para diversas abelhas do gênero *Bombus* para *Apis mellifera* já foram realizados estudos que demonstram preferência por flores roxas e azuis (Chittka & Thomson, 2004; Giurfa *et al.*, 1995). Para abelhas euglossinas (Apidae: Euglossini), em foi encontrada preferência por flores azuis em relação a flores vermelhas (Boff, 2009).

A bromélia *Quesnelia arvensis* (Velloso) (Bromeliaceae) possui uma inflorescência grande como coloração rosa vibrante, que é uma cor pouco atrativa para abelhas (Kevan, 1983). No entanto, as flores possuem corolas tubulares de extremidade roxa e são frequentemente polinizadas por abelhas euglossinas. Portanto, minha hipótese é que as abelhas euglossinas utilizam a extremidade roxa da corola como uma sinalização para identificar a

entrada das flores e coletar o néctar.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de estudo

Realizei as amostragens na área de costão adjacente à praia do Guarauzinho, na Estação Ecológica da Juréia-Itatins, município de Peruíbe, São Paulo (24°17'-35'S; 47°00'-30'O). Neste local, *Q. arvensis* moitas numerosas e a observação de visitantes florais é relativamente frequente nos indivíduos em fase reprodutiva.

Coleta de dados

Fiz as observações entre 10:00 e 14:00 h durante dois dias no mês de julho de 2012. Contabilizei todas as visitas florais de abelhas euglossinas de duas inflorescências, cada uma em um indivíduo de *Q. arvensis*. Realizei as amostragens nas 22 flores que se encontravam abertas nas inflorescências disponíveis. Numerei as flores em sentido horário e cortei alternadamente a extremidade das corolas de forma que sempre houvesse uma corola de extremidade roxa ao lado de uma corola sem extremidade roxa. Para assegurar que não haveria influência do corte sobre a visitação das abelhas, as flores que mantiveram a coloração roxa também receberam um corte em outras partes da corola. Minha previsão era que encontraria maior frequência de visitas nas flores com a extremidade roxa do que nas que sem a extremidade roxa.

Análise de dados

A partir dos dados de visitação das flores atribuí valores binários para presença (1) e ausência (0) de visitas nas flores com e sem extremidade roxa na corola. Para o teste da hipótese, realizei então a somatória dos valores de cada categoria e utilizei como estatística de interesse a diferença entre as somas das duas categorias. Para criar um cenário nulo no qual a frequência de visitas independe da presença da coloração roxa na extremidade da corola, permutei 10.000 vezes os valores de visitação. Calculei a probabilidade do valor da estatística de interesse ser encontrado no cenário nulo a partir da divisão entre a frequência de ocorrência de valores maiores ou iguais ao observado da estatística de interesse pelo número de permutações realizadas, obtendo o valor de p. O critério de rejeição da hipótese foi 0,05. Realizei todas as permutações com o uso do pacote Resampling Stats v. 4.0 no programa Microsoft Excel[®].

RESULTADOS

Observei um total de 25 visitas de abelhas às flores de *Q. arvensis*, das quais apenas duas ocorreram em flores com corolas sem a extremidade roxa. Portanto, a frequência de visitas em flores com corolas com a extremidade roxa foi maior do que em flores sem a extremidade roxa ($p < 0,0001$). Além das abelhas euglossinas, também observei outros visitantes florais como beija-flores, abelhas *Apis* sp., borboletas, mariposas e diversas vespas e moscas.

DISCUSSÃO

Observei que abelhas euglossinas possuem preferência por flores da bromélia *Q. arvensis* com corolas de extremidade roxa, sugerindo que o principal sinal relacionado à detecção da flor é o sinal visual. No entanto, existem outros mecanismos associados à capacidade das abelhas encontrarem flores, como o odor. Abelhas possuem 130 receptores de odor em suas antenas (Chittka & Raine, 2006) e as euglossinas são conhecidas por serem sensíveis aos sinais odoríferos (Eltz *et al.*, 1999; Kimsey, 1980; Roubik & Hanson 2004). A despeito disso, as abelhas aparentemente ignoraram a presença de flores sem a corola de extremidade roxa que, muito provavelmente, emitiam os mesmos sinais odoríferos das demais. Portanto, neste sistema de estudo, os sinais visuais aparentam ser mais importantes que os odoríferos.

Os sinais visuais, como a coloração das corolas das flores são frequentemente utilizados para guiar os polinizadores até os recursos e, consequentemente, aos órgãos reprodutivos das flores (Kevan, 1983). Um exemplo de guias visuais são a cor e o formato das pétalas das orquídeas, que sinalizam a recompensa e fazem com que a abelha toque na estrutura reprodutiva enquanto tenta alcançar o néctar (Harder & Barrett, 2006). A presença de guias visuais está comumente associada a recursos ocultos, que são recompensas como néctar ou pólen que estão protegidos dos animais pilhadores através das estruturas florais (Müller, 1876). Portanto, a bromélia estudada pode apresentar guias visuais para recursos ocultos, já que suas flores tubulares e sépalas com estruturas pontiagudas de proteção escondem as estruturas reprodutivas de animais que poderiam roubar néctar e pólen, como outras abelhas.

Como a visão para o espectro ultravioleta dos

insetos evoluiu antes das angiospermas, algumas espécies vegetais se especializaram em atrair insetos polinizadores (Chittka & Thomson, 2004). Portanto, o padrão observado pode refletir uma adaptação morfológica da bromélia *Q. arvensis*, que torna possível duas síndromes de polinização. As duas síndromes são a melitofilia que, neste caso, se caracteriza pela corola de extremidade roxa, e a ornitofilia, cujas características florais incluem flores no espectro do vermelho. A existência de duas síndromes de polinização poderia aumentar a eficiência da polinização da bromélia.

REFERÊNCIAS

- Boff, S. 2009. Modelos atraentes despertam interesse em machos? Uma relação entre flores artificiais e abelhas. Em: Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Chittka, L. & N.E. Raine. 2006. Recognition of flowers by pollinators. *Current Opinion in Plant Biology*, 9:428-435.
- Chittka, L. & J.D. Thomson. 2004. *Cognitive ecology of pollination: animal behavior and floral evolution*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Eltz, T.; W.M. Whitten; D.W. Roubik & K.E. Linsenmair. 1999. Fragrance collection, storage, and accumulation by individual male orchid bees. *Journal of Chemical Ecology*, 25:157-176.
- 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 Systematics*, 35:375-403.
- Giurfa M.; J. Núñez; L. Chittka & R. Menzel. 1995. Colour preferences of flower-naive honeybees. *Journal of Comparative Physiology*, 177:247-259.
- Goldsmith, T.H. & G.D. Bernard. 1974. The visual system of insects, pp. 165-272. Em: *The physiology of Insecta* (M. Rockstein, ed.). Academic Press, New York.
- Harder, L.D. & S.C.H. Barrett. 2006. *Ecology and evolution of flowers*. Oxford University Press, New York.
- Herrera, M. & O. Pellmyr. 2002. *Plant-animal interactions*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Kevan, P.G. 1983. Floral colors through the insect eye: what they are and what they mean, pp. 3-30. Em: *Handbook of experimental pollination biology* (C.E. Jones & R.J. Little, eds.). Scientific and Academic Editions, New York.
- Kimsey, L.S. 1980. The behavior of male orchid bees (Apidae, Hymenoptera, Insecta) and the questions of leks. *Animal Behaviour*, 28:996-1004.
- Klein, A.M.; B.E. Vaissière; J.H. Cane; I. Steffan-Dewenter; S.A. Cunningham; C. Kremen & T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London*, 274:303-313.
- Müller, H. 1876. On the relations between flowers and insects. *Nature*, 15:178-180.
- Roubik, D.W. & P.E. Hanson. 2004. *Orchid bees of tropical America: biology and field guide*. INBIO, Costa Rica.
- Wigglesworth, V.B. 1972. *The principles of insect physiology*. Wiley, New York.