

Borboletas e mariposas (Lepidoptera) e seu papel como polinizadores

Marcela Moré^a, Onildo João Marini Filho^b, Felipe W. Amorim^c

^a Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Córdoba, Argentina, mmore@imbiv.unc.edu.ar

^b Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF, Brasil, onildo.marini-filho@icmbio.gov.br

^c Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, campus Botucatu, Botucatu - SP, Brasil, felipe.amorim@unesp.br

COMO RECONHECER UM LEPIDÓPTERO?

Borboletas vs. mariposas

As borboletas e mariposas são insetos da ordem Lepidoptera (do grego «lepis», escama, y «pteron», asa), que possuem dois pares de asas membranosas cobertas de escamas coloridas. Historicamente, os lepidópteros têm sido separados em dois grupos: borboletas (hábito diurno) e mariposas (hábito crepuscular ou noturno). Esta separação, entretanto, funciona apenas de forma geral e com fins práticos, já que existem algumas mariposas que voam durante o dia, assim como existem borboletas que voam ao anoitecer.

Como todos os insetos, os lepidópteros apresentam o corpo segmentado em três partes: cabeça, tórax e abdome (Figura 1). Na cabeça estão situados muitos órgãos sensoriais, bem como o aparato bucal. Ali estão presentes dois grandes olhos compostos, com



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

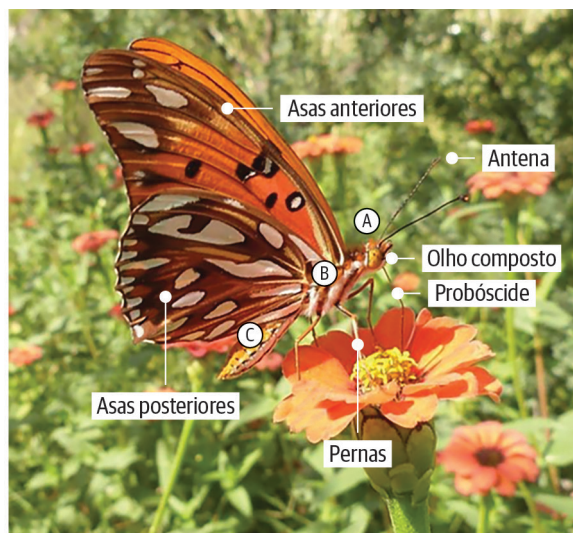


FIGURA 1. Anatomia externa de *Agraulis vanillae maculosa* (Nymphalidae). (A) Cabeça, (B) Tórax, (C) Abdome.

Crédito da foto: M. Eugenia Drewniak.

os quais borboletas e mariposas podem distinguir cores na faixa do espectro visível (aquela faixa do espectro eletromagnético capaz de sensibilizar o olho humano) e do ultravioleta. Também há um par de antenas sensoriais que podem apresentar formas e tamanhos bastante diferentes. De forma geral, as antenas têm um formato de clava nas borboletas, e nas mariposas têm forma de fio (filiforme) ou são plumosas. O aparelho bucal é modificado em uma espirotromba (ou **probóscide**), que em estado de repouso permanece enrolada em espiral. Durante a alimentação, a espirotromba é desenrolada para sugar líquidos, como o néctar das flores. O comprimento da espirotromba é bastante variável, podendo ir de alguns milímetros a casos extremos nos quais pode alcançar mais de 20 cm, como observado em algumas espécies da família Sphingidae. Nesta família existem registros de indivíduos das espécies *Amphimoea walkerii* e *Xanthopan praedicta*, cuja probóscide alcança quase 30 cm de comprimento!

No **tórax** dos lepidópteros estão presentes dois pares de asas e seus músculos de voo. As asas são cobertas por escamas cuja coloração também é utilizada como sinal de advertência aos predadores; como camuflagem, ou para reconhecimento entre os indivíduos de uma mesma espécie. No tórax também estão presentes as seis pernas. No entanto, nas borboletas Nymphalidae, o primeiro par de pernas pode ser reduzido (Figura 1).

No **abdome** estão localizados os espiráculos (orifícios por onde entra o ar no sistema respiratório do animal), os órgãos reprodutores e as estruturas genitais. Em certos grupos de mariposas, no tórax ou abdome podem se encontrar órgãos ou estruturas que servem para detectar o som ultrassônico emitido por um dos principais predadores noturnos das mariposas, os morcegos.

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO

A nível mundial, as estimativas mais recentes indicam que existam entre 157 a 180 mil espécies de lepidópteros agrupadas em 42 superfamílias e 131 **famílias**. Aproximadamente 7.800 espécies de borboletas estão distribuídas na **região Neotropical**. O número de espécies de borboletas é estimado em 189 para o Chile, 1.200 para a Argentina e 3.500 para o Brasil. Ainda não se sabe exatamente quantas espécies de mariposas existem, mas estima-se que o número total de espécies de mariposas supera o número de total de borboletas em uma proporção de 10 para 1.

Por serem mais chamativos, alguns grupos de borboletas, assim como as mariposas da família Sphingidae, contam com guias ilustrados, que permitem sua identificação mais facilmente. Entretanto, os Microlepidoptera, mariposas menores do que 1 cm, embora superem em 80 a 90% o número total de borboletas, não têm recebido a mesma atenção devido à dificuldade de serem estudadas. Como resultado, a informação disponível sobre estes lepidópteros se encontra fragmentada e desatualizada.

Entre as famílias de borboletas que visitam flores podemos destacar Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Riodinidae (Figura 2). Já entre as mariposas **polinizadoras** se destacam os esfingídeos (família Sphingidae), mas também existem numerosas famílias de mariposas de menor porte e menos chamativas como Castniidae, Erebididae- Arctiinae, Geometridae, Prodoxidae e Noctuidae, que embora sejam menores em tamanho, são indispensáveis para a **polinização** de numerosas espécies de plantas **nativas**, e cultivadas, como a mandioca (Figura 3). No Cerrado brasileiro (segundo maior bioma da América do Sul), por exemplo, as mariposas são responsáveis pela polinização de cerca de 20% das espécies **lenhosas** mais comuns e amplamente distribuídas pelo bioma. Embora estimativas similares ainda não tenham sido feitas para as borboletas, este número ressalta a importância dos lepidópteros para a estrutura e funcionamento dos ecossistemas na América do Sul.

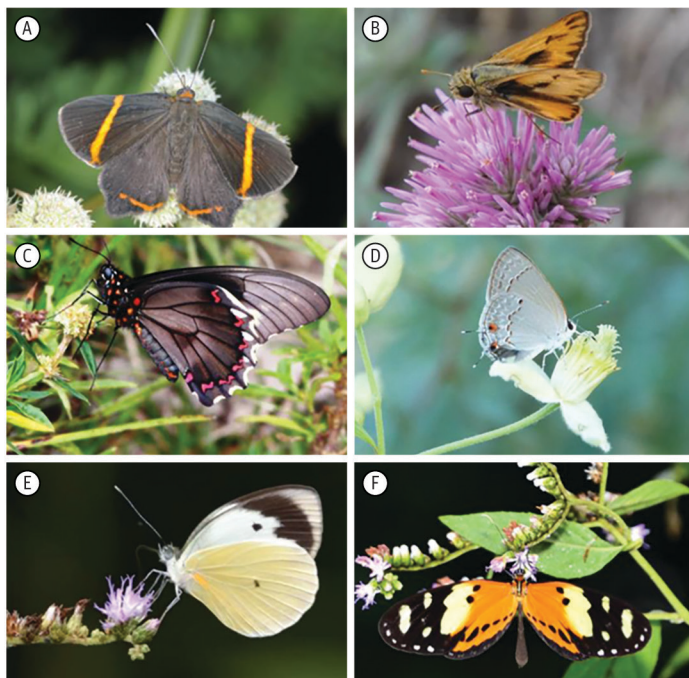


FIGURA 2. Borboletas visitando flores: (A) *Riodina lysippoides* (Riodinidae) visitando *Eryngium horridum* (Apiaceae), (B) *Hylephila phyleus* (Hesperiidae) visitando *Gomphrena pulchella* (Amaranthaceae), (C) *Battus polydamas* (Papilionidae) pousada sobre *Borreria* sp. (Rubiaceae), (D) *Strymon rufusca* (Lycaenidae) visitando *Clematis montevidensis* (Ranunculaceae), (E) *Glennia pylotis*, espécie em perigo de extinção (Pieridae), visitando *Cyrtocymura scorpioides* (Asteraceae), (F) *Melinaea ludovica paraiya* (Nymphalidae) visitando *Cyrtocymura scorpioides* (Asteraceae).

Crédito das fotos: (A) de Andrea Cocucci, (B) de Marcela Moré, (C) de Onildo João Marini Filho, (D) de Eugenia Drewniak, (E) e (F) de Hilton Cristóvão.

COMO SÃO AS FLORES POLINIZADAS POR BORBOLETAS E MARIPOSAS?

As flores das plantas polinizadas por lepidópteros possuem características morfológicas bastante variáveis, mas têm em comum o néctar como o principal recurso floral. Normalmente são tubulares (em forma de tubo), mas também podem ter uma morfologia do tipo pincel. As flores polinizadas por borboletas geralmente possuem cores chamativas e abrem de dia, enquanto aquelas polinizadas por mariposas têm coloração branca ou pálida, abrem à noite, e produzem um perfume intenso similar aos jasmims e gardenias. As cores chamativas (amarelo, vermelho, violeta e fúcsia) são utilizadas como o principal atrativo das flores para

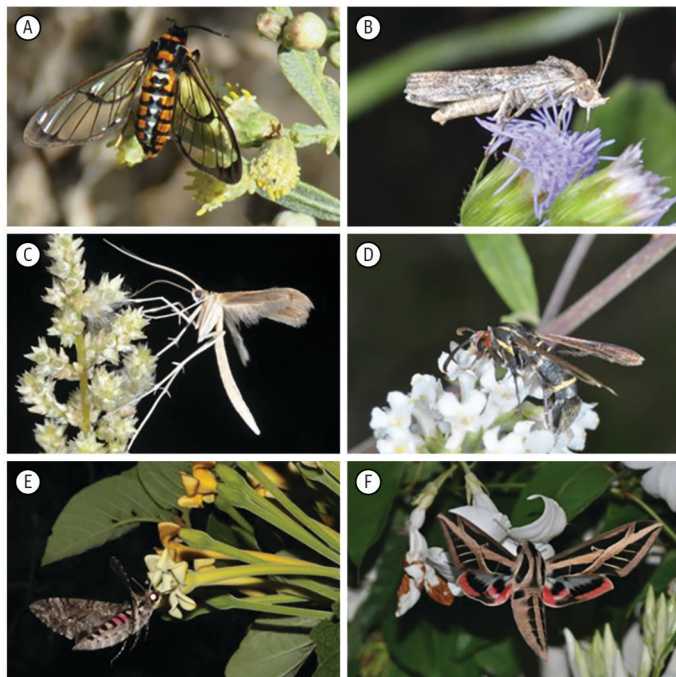


FIGURA 3. Mariposas visitando flores: (A) uma mariposa de asas transparentes, *Arctiinae* sp. (Erebidae) visitando a flor de *Bacharis* sp. (Asteraceae), (B) um microlepidóptero (Noctuoidea) visitando *Chromolaena arnottiana* (Asteraceae), (C) uma mariposa de penacho (Pterophoridae) visitando *Iresine diffusa* (Amaranthaceae), (D) uma mariposa que mimetiza vespas (Sesiidae) visitando *Aloysia gratissima* (Verbenaceae), (E) o esfingídeo *Agrius cingulata* (Sphingidae) visitando *Tocoyena formosa* (Rubiaceae), (F) o esfingídeo *Eumorphia fasciatus* (Sphingidae) visitando *Mandevilla laxa* (Apocynaceae). Crédito das fotos: (A) de Constanza Maubecin, (B), (C) e (D) de Andrea Cocucci, (E) de Felipe Amorim e (F) de Marcela Moré.

as borboletas, enquanto o principal atrativo floral para as mariposas é o perfume. Além da diferença geral entre as características das flores de borboletas e mariposas, aquelas polinizadas por mariposas também podem ser divididas em dois grandes grupos: flores polinizadas por mariposas que pousam, e flores polinizadas por mariposas que pairam voando (adejam). Os esfingídeos (lepidópteros da família Sphingidae), devido ao seu porte corpóreo, comprimento da probóscide e habilidade de voo, adejam próximos às flores, tal como fazem os beija-flores para acessar o néctar. Já as demais famílias de mariposas de menor porte, não adejam e possuem probóscide curta. Assim, estas devem pousar sobre as flores para acessar o néctar.

As flores polinizadas por esfingídeos, normalmente, são grandes, produzem néctar em grande volume, geralmente não possuem plataforma de pouso, e são dotadas de tubos florais que podem variar de pouco menos de 1 cm até mais de 30 cm de comprimento. Por outro lado, as flores polinizadas pelas mariposas que pousam são pequenas, possuem inflorescências (conjuntos de flores) compactas sobre as quais a mariposa pode até caminhar, e produzem néctar em volumes bastante diminutos.

ALGUM EXEMPLOS FASCINANTES DE INTERAÇÕES ENTRE PLANTAS E LEPIDÓPTEROS

Flores e probóscides extremamente longas

Historicamente, as plantas polinizadas por esfingídeos têm recebido maior destaque do que aquelas polinizadas por borboletas e outros grupos de mariposas, uma vez que desde o século XIX estas plantas têm chamado a atenção de naturalistas ao redor do mundo. Em 1862, Charles Darwin observou as flores da orquídea malgaxe *Angraecum sesquipedale*, que possuía um tubo floral com cerca de 30 cm de comprimento, e cujo néctar estava armazenado apenas na ponta do tubo. Darwin predisse que apenas uma mariposa enorme, com uma probóscide muito longa seria capaz de sugar todo o néctar da flor. Alguns anos depois, o naturalista alemão naturalizado brasileiro, Fritz Müller, encontrou no estado de Santa Catarina, sul do Brasil, uma mariposa com uma probóscide medindo entre 25 e 28 cm. Ele enviou a probóscide ao irmão Hermann Müller na Alemanha, que publicou o achado em 1873 na revista Nature com o título de “Probóscide capaz de sugar o néctar de *Angraecum sesquipedale*”. Em 1877, Darwin mencionou que apesar de sua hipótese ter sido ridicularizada por alguns entomologistas (os estudiosos de insetos), Fritz Müller havia encontrado um esfingídeo no Brasil, cuja probóscide tinha o comprimento quase tão longo quanto o tubo floral de *A. sesquipedale*. Darwin faleceu no ano de 1882, e apenas em 1903, 21 anos após as suas observações iniciais, os entomologistas Charles Rothschild e Karl Jordan descreveram uma subespécie de esfingídeo endêmica de Madagascar, cuja probóscide possuía dimensão equivalente ao tubo floral de *A. sesquipedale*. Esta mariposa foi batizada com o histórico nome *Xanthopan m. praedicta* (Figura 4A).

Consumo de pólen por borboletas *Heliconius*

As famosas borboletas neotropicais do gênero *Heliconius* também possuem uma forte relação com as flores que visitam. Estas flores provêm tanto o néctar quanto pólen como itens importantes da dieta destas borboletas. As *Heliconius* são capazes de digerir o **pólen** coletado nas flores, pois possuem enzimas proteolíticas que



FIGURA 4. Exemplos de interações entre plantas e borboletas: (A) adulto de *Neococytiys cluentius* com sua probóscide de 17 cm desenrolada (Sphingidae), (B) adulto de *Heliconius ethilla* carregando um aglomerado de pólen em sua probóscide (Nymphalidae), (C) adulto da borboleta formigueira-argentina *Aricoris notialis* (Riodinidae).

Crédito das fotos: (A) de Andrea Cocucci, (B) de Roberto de Oliveira da Silva e (C) de Constanza Maubecin.

quebram as proteínas do pólen em aminoácidos que fornecerão um importante item na dieta das borboletas. A capacidade de utilizar néctar e digerir o pólen possibilita a estas borboletas sobreviverem bem mais do que a média das demais borboletas, algumas tendo sido observadas com mais de oito meses de idade, colaborando também com o aumento da **fecundidade**.

Associação de larvas da família Riodinidae com formigas

Algumas espécies da família Riodinidae se destacam pelas **adaptações** de suas larvas que vivem em associação com formigas. Entretanto, são provavelmente a família de borboletas menos estudada. O ciclo de vida das espécies mirmecófilas (que vivem associadas a formigas) é caracterizado pelo fato de as fêmeas depositarem seus ovos próximos a **hemípteros** que produzem uma secreção açucarada e são cuidadas por formigas do gênero *Camponotus*. Nos primeiros estágios, as larvas dos riodinídeos se alimentam tanto da solução açucarada produzida pelos hemípteros quanto das regurgitações das formigas. Em seguida, do terceiro **instar** até formarem **pupa** (empuparem), estas são alimentadas e cuidadas exclusivamente pelas formigas dentro do ninho (Figura 4C).

QUAL O PAPEL DOS LEPIDÓPTEROS NOS ECOSISTEMAS?

Os lepidópteros possuem uma grande diversidade de **nichos ecológicos**, desempenhando papéis bem distintos nos ecossistemas. As larvas ocupam o ambiente terrestre e aquático, e embora a grande maioria das espécies seja herbívora, as larvas de algumas espécies também podem apresentar hábito alimentar coprófago

(que se alimenta de matéria fecal) ou mesmo carnívoro. Embora existam espécies de lepidópteros que não se alimentam na fase adulta, a maioria das espécies se alimentam nessa fase e apresentam grande diversidade de nichos alimentares. Além das espécies nectarívoras (que se alimentam de néctar), existem espécies frugívoras (que se alimentam de frutos), espécies polívoras (que se alimentam de pólen), sudófagas (que se alimentam de suor), e também espécies lacrimófagas (que se alimentam de lágrimas de vertebrados), havendo até mesmo algumas raras espécies hematófagas (que se alimentam de sangue).

Mas, sem dúvidas, as espécies herbívoras, cujas larvas desfolham plantas ou brocam galhos e frutos, são as mais estudadas devido ao impacto econômico que podem produzir nas atividades agrícolas. Estas espécies atacam culturas importantes na América do Sul, como o milho, a cana-de-açúcar e até mesmo a soja. É interessante que os adultos destas espécies são **polinizadores** importantes de numerosas espécies **nativas**, como é o caso de *Rachiplusia nu* que poliniza várias espécies de orquídeas. Os lepidópteros também podem atuar como polinizadores de algumas espécies de importância econômica, como o mamão, a pitaya, e no nordeste do Brasil, os esfingídeos atuam como importantes polinizadores da mangaba, *Hancornia speciosa* (Apocynaceae), cujos frutos são amplamente utilizados na fabricação de sucos, doces e sorvetes, movimentando a economia da região.

Finalmente, as mariposas e borboletas também servem como uma importante fonte de recurso alimentar, tanto na fase larval quanto na fase adulta, para aves e morcegos e, portanto, possuem um papel importante nas **cadeias alimentares**. Devido à grande **diversidade** de espécies e de papéis ecológicos, os lepidópteros constituem um componente fundamental para o funcionamento dos ecossistemas de todo o planeta.

SUGESTÕES DE LEITURA

Benyamini, D., Ugarte, A., & Bálint, Z. (2019). An updated list of the butterflies of Chile (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) including distribution, flight period, conservation status and comments on biology. Part III/1, subfamily Polyommattinae (Lycaenidae) with descriptions of three news. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 68(2), 131-181.

de Camargo, A. J. A., de Camargo, W. R. F., Corrêa, D., Vilela, M. D. F., & Amorim, F. W. (2018). *Mariposas polinizadoras do cerrado: identificação, distribuição, importância e conservação. Família Sphingidae (Insecta - Lepidoptera)*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100313/mariposas-polinizadoras-do-cerrado-identificacao-distribuicao-importancia-e-conservacao>

Freitas, A. V. L., & Marini-Filho, O. J. (2011). *Plano de Ação Nacional para Conservação de Lepidópteros*. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Recuperado de <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/pan-lepidopteros/1-ciclo/pan-lepidopteros- livro.pdf>

iNaturalist. (2021). *Mariposas y polillas de Argentina - Lepidoptera of Argentina (Proyecto Plataforma iNaturalist)*. Recuperado de <https://www.inaturalist.org/projects/mariposas-y-polillas-de-argentina-lepidoptera-of-argentina?tab=about>

Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. (2014). *Biologia da Polinização* (Ver Capítulo 10. Polinização por lepidópteros). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/275831630_Biologia_da_Polinizacao