



# Los polinizadores, esos grandes desconocidos

[Rosa Blanco](#)

Graduada en Biología por la Universidad de León.

Autora de correspondencia: [rosa\\_de1995@hotmail.com](mailto:rosa_de1995@hotmail.com)

## Resumen

Los polinizadores son un grupo muy heterogéneo de animales con una gran importancia tanto a nivel ambiental como a nivel económico. Sin embargo, su declive se ha acentuado durante las últimas décadas debido a diversos factores. Existe la creencia popular de que la polinización se lleva a cabo principalmente por abejas y que un mayor número de estas implica beneficios para el medio ambiente. En el presente artículo se matizan estas cuestiones. Primero, se hace un recorrido por los distintos tipos de polinizadores que encontramos en la península ibérica. Después se habla brevemente de las causas del declive de este grupo de animales. Para finalizar, se describen los distintos usos que estos animales tienen para el ser humano y se analiza el impacto que este aprovechamiento puede tener sobre el medio ambiente. Diversos estudios sugieren que un uso masivo de las especies domesticadas puede afectar negativamente a la fauna polinizadora silvestre, circunstancia que a su vez perjudica a la flora local y a los cultivos agrícolas.

**Palabras clave:** polinizadores silvestres, biodiversidad, España, uso comercial e impacto medioambiental

## Introducción

Todo el mundo ha escuchado hablar alguna vez sobre la importancia de los polinizadores en el ecosistema, aunque no todos tendrán muy claro qué son ni por qué son importantes. Cuando nos referimos a los polinizadores, es decir, los animales que participan en la polinización de las plantas llevando el polen de una flor a otra, lo primero que se nos viene a la cabeza es la abeja europea o abeja de la miel (*Apis mellifera*). Pensamos en una sola especie y nos olvidamos de las otras 20.000 que forman el grupo de las Abejas<sup>1</sup>. No olvidemos otros insectos, reptiles, aves y mamíferos como lémures, pequeños roedores, murciélagos y marsupiales que contribuyen también a la polinización<sup>2</sup>. La mayoría de los polinizadores son silvestres, aunque el ser humano ha domesticado unas pocas especies para este fin.

Desde que surgen las plantas con flor, éstas se han servido de algún agente externo para transportar los granos de polen desde las anteras hasta el óvulo. En un principio, este fenómeno de polinización se producía de forma directa (los granos de polen caen sobre la misma flor) o mediado por un agente abiótico como el viento o el agua. Hace unos 130 millones de años, en el Cretácico Inferior, surgieron las plantas Angiospermas que son aquéllas que presentan las flores típicas que todos nos imaginamos cuando pensamos en una flor. Una particularidad de estas flores es que los óvulos están protegidos en el interior de un ovario y este hecho dificulta en parte la polinización. En ese punto también radiaron ciertos grupos de insectos que aprovecharon los granos de polen como fuente de alimento. Aquellas plantas que tenían unos granos de polen más numerosos, grandes y nutritivos recibían más visitas de insectos. Sin embargo, lo que en principio puede parecer una desventaja para la planta, resultó ser muy

positivo: los insectos que se alimentaban del polen quedaban recubiertos de más polen y, al visitar otras flores, lo depositaban allí. De este modo surge la polinización zoófila. Con el tiempo, y forzado por la presión evolutiva generada por estos primeros insectos polinizadores, comenzaron a aparecer granos de polen con superficies que favorecen la fijación al cuerpo del animal... y, finalmente, surgieron los nectarios (depósitos de néctar en las flores), los colores y los aromas que atrajeron de forma más eficaz a más animales<sup>3</sup>.

Como en toda relación evolutiva, no sólo cambiaron las plantas, sino que en los animales (especialmente insectos) también surgieron nuevas características que fueron positivas para la polinización. Una de ellas ya se ha comentado: la aparición de las dietas basadas en polen. También hay algunos insectos que se alimentan específicamente del néctar y que tienen estructuras bucales especializadas en ello; no hace falta más que pensar en la “larga lengua” o espiritrompa de una mariposa. En el mencionado grupo de las abejas, también existen estructuras como las cestas de polen en las patas o una gran pilosidad en el cuerpo que favorece el agarre del polen.

A lo largo de estos 130 millones de años, esta dependencia planta-animal es tan estrecha, que se estima que el 90% de las especies de Angiospermas son polinizadas por algún animal<sup>3</sup>. Cuando llega la primavera, todos vemos los árboles frutales abarrotados de abejorros yendo de una flor a otra, o flores repletas de escarabajos cubiertos de un polvo amarillento, o mariposas libando el néctar de multitud de plantas. Aunque quizás, también se nos viene a

la cabeza el trajín de abejas y los ruidos que emiten los aprovechamientos de miel. En este sentido, puede que muchos piensen que un mayor número de abejas de la miel será mejor para el medio ambiente. No obstante, en los ecosistemas existe un equilibrio entre los seres vivos y el medio que puede alterarse si se introducen especies domesticadas de forma masiva o si esas especies no eran nativas del hábitat en cuestión. En este artículo se revisarán los grupos más representativos de polinizadores en la península ibérica y se analizará el impacto del uso comercial de los polinizadores en el medio ambiente y las amenazas sobre las especies locales.

## Tipos de polinizadores en España

### Himenópteros

Este grupo de insectos formado por abejorros, abejas, avispas y hormigas quizás sea el más representativo de los polinizadores con cerca de 9500 especies en la península. De todas las especies, el grupo de los apiformes (abejas y abejorros) son los predominantes a nivel mundial pues todos ellos son florícolas obligados (Figura 1.A). En el resto de los grupos de himenópteros, sólo algunas especies (aunque no pocas) visitan las flores y también participan en la polinización.

Estos insectos, íntimamente relacionados con las plantas desde el punto de vista evolutivo, presentan una serie de características únicas derivadas de esta relación. Así, muchas especies presentan una densa pilosidad en alguna parte de su cuerpo que las hace propensas a la colecta del polen que utilizan para alimentar a sus crías y otras tareas. El caso más llamativo de este tipo de estructuras se encuentra en la abeja de la miel (y otras especies próximas), que presentan unas

“cestas de polen” en las patas posteriores, en las cuales apelmazan el polen de las flores que visitan y lo transportan al nido. También existen algunas especies que se han especializado en la producción de miel a partir de las secreciones azucaradas de las plantas y del polen. Gracias a esta miel son capaces de mantener grandes colonias que se han convertido en auténticas sociedades complejas.

Por otro lado, las avispas y las hormigas están menos especializadas en visitar las flores, aunque también lo pueden hacer en busca de alguna secreción de la planta, para poner huevos o para cazar otros pequeños insectos<sup>4</sup>. Un ejemplo de polinización específica es el de las avispas de los higos (familia Agaonidae) ya que cada especie de avispa poliniza a una especie de higuera (*Ficus* sp.) concreta (Figura 1.B).

La importancia de este grupo en los ecosistemas es indiscutible, pero quizás su proximidad al ser humano por ser usadas para diversos fines por nosotros ha ensombrecido al resto de especies polinizadoras, menos conocidas, pero igualmente importantes.

### **Coleópteros**

En la península ibérica, cerca de 750 especies de escarabajos visitan flores de forma activa para alimentarse de su polen, néctar o tejidos florales y algunas, más generalistas, visitan las flores en busca de pareja o protección (Figura 1.C). Algunas especies polinizadoras lo son porque visitan las flores para depredar sobre otros insectos. Las especies que más favorecen la polinización son aquellas que presentan una mayor pilosidad, y algunas han desarrollado estructuras especializadas en la alimentación nectarívora, como *Nemognatha chrysomelina*<sup>5</sup>.

Debido a esas características, durante su estancia en las flores, su cuerpo se ve embadurnado de polen y, al moverse a otras flores, polinizan. Entre las especies de coleópteros, algunas son muy importantes para la polinización en ecosistemas completos debido a su gran movilidad y a su carácter generalista. Otras, son importantes porque presentan una asociación íntima con alguna planta, como algunas especies del gorgojo *Derelomus*, que son polinizadores principales del palmito (*Chamaerops humilis*).

### **Lepidópteros**

Existen unas 5000 especies de mariposas y polillas en nuestro territorio y no se sabe con precisión cuántas contribuyen significativamente a la polinización<sup>5</sup>, aunque seguramente sean la mayoría. Casi todas ellas presentan una alimentación absolutamente especializada: liban néctar con su espiritrompa. Sólo unas pocas especies (de la familia Micropterigidae) se alimentan de polen. Al visitar las flores en busca de su preciado alimento, su cabeza y tórax, tapizados por una densa pilosidad, se ven recubiertos del polen. Sin embargo, como en todo, también existe la picaresca y algunas especies son capaces de libar el néctar sin posarse en las flores; actúan a modo de ladrones de néctar.

Uno puede imaginarse, quizás por haberlo visto, cómo las mariposas visitan las flores durante el día. Pero resulta difícil ver cómo las polillas, en general de hábitos nocturnos, pueden participar en la polinización. Resulta que estos animales visitan las flores que se abren (o permanecen abiertas) durante la noche. Son capaces de encontrarlas gracias a su fino olfato y a la

capacidad de ver los “colores” ultravioletas de estas flores.

Algunas plantas han coevolucionado con los Lepidópteros y su polinización es exclusivamente gracias a ellos, pues almacenan el néctar en estructuras sólo alcanzables por una espiritrompa. Esto ha conducido a que algunas especies de mariposas sean polinizadores principales de plantas endémicas, especialmente en zonas de montaña.

### Dípteros

La Península Ibérica cuenta con cerca de 7000 especies de moscas y mosquitos, un grupo que, aunque pueda sorprender, se sitúan los segundos como visitantes más frecuentes de flores en el planeta. De esas especies, un número significativo de ellas (pertenecientes a las familias Syrphidae, Bombyliidae y Tachinidae) participan en la polinización al acudir a alimentarse fundamentalmente de néctar y otras secreciones azucaradas (Figura 1.E).

Algunas plantas han desarrollado curiosas estrategias para atraer a determinado tipo de moscas. Así, ciertas especies del género *Arum* emiten olores desagradables por los que las moscas se sienten muy atraídas. Al visitar las flores en busca de alimento, no encontrarán nada. Nerviosas, recorrerán la flor una y otra vez, consiguiendo así la planta ser polinizada.

### Tisanópteros

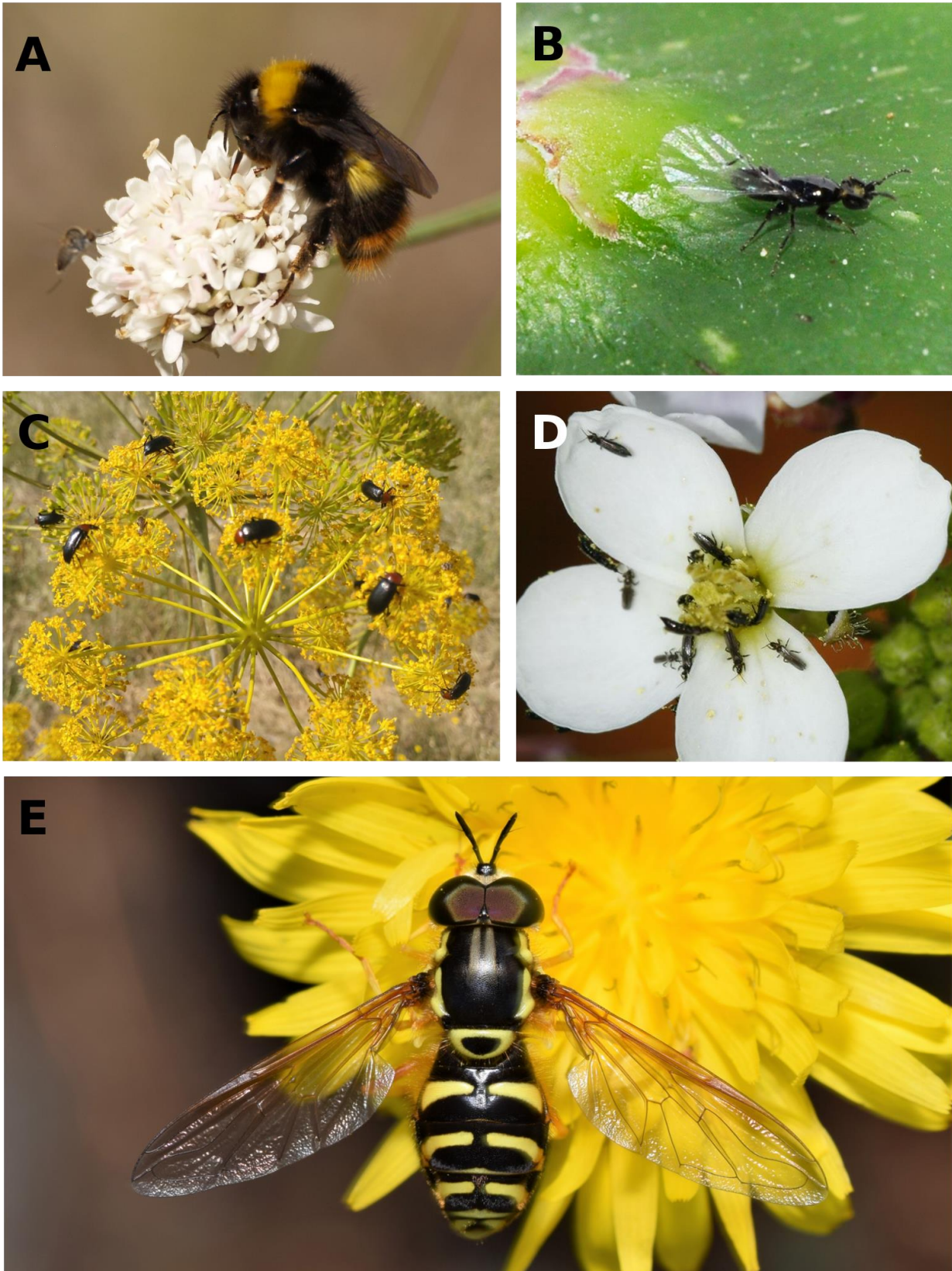
Este grupo de pequeños insectos puede pasar inadvertido para la mayoría, y es posible que muchos ni siquiera conozcan de su existencia. Los trips, como se los conoce comúnmente, presentan hábitos de alimentación variados, existiendo algunas especies florícolas que se alimentan de tejidos florales o polen<sup>6-7</sup>. Estos

insectos pueden estar presentes en gran número dentro de las flores (Figura 1.D), facilitando de este modo la polinización. Aunque su función como polinizadores ha sido muy subestimada por la mayoría de autores, lo cierto es que hay plantas, como la gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) cuya polinización se debe en un 20% a estos pequeños insectos<sup>8</sup>.

### Vertebrados

Si bien es cierto que es algo más común en territorios tropicales, en la península ibérica también existen algunas especies de vertebrados (aves y reptiles) que participan en la polinización de ciertas plantas.

Al pensar en aves que polinicen plantas, es necesario pensar en que tienen que visitar las flores para algo. Puede que muchos evoquen la imagen de un colibrí libando el néctar de flores del nuevo mundo, pero ¿en la península? Aquí hay otras especies de pequeñas aves que, aunque no habitualmente, en ocasiones visitan flores para alimentarse de su néctar. Es el caso de las currucas capirotada y cabecinegra, así como del mosquitero común, que frecuentan las flores del altramuz del diablo (*Anagyris foetida*). Aunque pueda resultar sorprendente, tan sólo hace unos 15 años del descubrimiento de la participación de estas aves en la polinización en Europa<sup>9</sup>. En las islas Canarias también existen algunas aves como el mosquitero canario, el herrerillo común, la curruca cabecinegra, el canario silvestre o el pinzón vulgar que al alimentarse de vez en cuando del néctar de la cresta de gallo (*Isoplexis canariensis*), participan en su polinización (Figura 2.A)<sup>10</sup>. En cuanto a los reptiles, sólo se conoce el caso de la lagartija balear (*Podarcis lilfordi*) que poliniza el hinojo



**Figura 1.** Ejemplos de algunos insectos polinizadores presentes en España. (A) Himenóptero: abejorro (*Bombus pratorum*, cedida por Ferran Turmo); (B) Himenóptero: avispa del higo (*Blastophaga* sp.; cedida por Francisco Rodríguez); (C) Coleópteros (cedida por Santiago Michavila); (D) Tisanópteros (cedida por Fani Martínez); (E) Díptero: sírfido (*Chrysotoxum festivum*, cedida por Marcel Nadal Calderón).

marino (*Cirithium maritimum*) al alimentarse de su néctar (Figura 2.B y C). Aunque la distribución de esta lagartija en el pasado también ocupaba Mallorca y Menorca, en la actualidad tan sólo ocupa los islotes que las rodean<sup>11</sup>.

### Importancia de la polinización y amenazas

**E**n los últimos 50 años la apicultura ha aumentado un 45%<sup>12</sup>. Sin embargo, a nivel global, la abundancia y la riqueza de polinizadores están disminuyendo. Por ejemplo, en Reino Unido ha disminuido considerablemente el número de abejas silvestres y abejorros hasta el punto de que una especie (*Bombus subterraneus*) se ha extinguido en ese territorio<sup>13</sup>. Por otra parte, en Bélgica y Holanda también se observa una pérdida de abejas silvestres que comenzó en el siglo XX y se ha acentuado a partir de 1990<sup>14</sup>.

Sin estos animales, muchas especies de plantas se extinguirían, en especial aquéllas que son polinizadas de manera específica por unas pocas especies. Esto provocaría una grave pérdida de biodiversidad y un gran impacto al ecosistema.

Además, se pondría en riesgo la seguridad alimentaria ya que el número de cultivos que dependen de la polinización animal aumenta cada año.

Su declive se debe a varios factores tales como pérdida y fragmentación de los hábitats, intensificación agrícola, uso de pesticidas, introducción de especies invasoras, cambio climático y enfermedades<sup>13</sup>. Por ejemplo, ciertos hábitats naturales ricos en diversidad florística se han transformado en monocultivos afectando negativamente a los polinizadores de la zona. Hay que tener en cuenta que estos factores actúan sinérgicamente como en el caso del uso de pesticidas y enfermedades. La exposición a pesticidas disminuye la respuesta inmune de los polinizadores haciéndolos más susceptibles a infecciones por parásitos y virus<sup>14</sup>.

### Usos comerciales de los polinizadores y problemática medioambiental

#### Apicultura, meliponicultura y vespicultura

Uno de los usos más destacados es el de la apicultura. *Apis mellifera* se utiliza



**Figura 2.** Vertebrados polinizadores presentes en nuestro territorio. (A) Mosquitero canario sobre cresta de gallo (cedida por José Juan Hernández); (B) Lagartija balear (cedida por Salvador Cordero) que poliniza el hinojo marino (C) (cedida por Benjamin O’Ryan Correa).

comercialmente para producir miel, cera, polen, propóleo, jalea real y/o veneno (apitoxina). Sin embargo, la abeja doméstica no es la única capaz de producir miel y/o cera.

Las abejas sin aguijón (tribu Meliponini), que también producen miel, habitan en regiones tropicales y subtropicales de Latinoamérica, África, el sudeste asiático y Australia. Este grupo presenta unas 600 especies de las cuales 400 viven en Latinoamérica. Su cría se denomina meliponicultura (Figura 3), una práctica tradicional que ya practicaban mayas, incas y otros indígenas hace miles de años. Las mieles producidas por estas especies, que son más acuosas y fermentan fácilmente, se utilizan con fines medicinales, como endulzantes o para fabricar hidromiel<sup>16</sup>.

Además, aunque resulte llamativo, existen algunas avispas eusociales (Vespidae: Polistinae) que también producen miel (Figura 4). Este grupo de avispas se encuentra ampliamente distribuido por el mundo, aunque las especies productoras de miel sólo se encuentran en regiones tropicales y subtropicales de Latinoamérica y Texas<sup>16</sup>. En ciertas regiones como México, estas avispas se crían para

producir miel de consumo humano. Esta práctica poco conocida se denomina vespicultura y se nutre de especies como *Brachygastra lecheguana*, *Polybia* sp. y *Polistes* sp. Curiosamente, la miel de *B. lecheguana* puede ser tóxica en algunas épocas del año debido a la presencia del néctar de la planta *Datura* sp. (género del estramonio)<sup>17</sup>.

### Polinización de cultivos

Muchos hemos visto cultivos que son polinizados mediante el uso de abejorros o abejas domésticas. En América del Norte, también se usan algunas especies de abejas solitarias (Megachilidae) como *Megachile rotundata* u *Osmia lignaria* (Figura 5). La primera es una abeja solitaria nativa de Europa introducida en América para polinizar cultivos de colza<sup>18</sup>, mientras que la última nativa de América que se utiliza para polinizar frutales en EEUU y Canadá.

### A. Abejorros

Los abejorros se utilizan de manera comercial para polinizar debido a su adaptabilidad y su eficiencia tanto en cultivos de invernadero como cultivos al aire libre. Hay 5 especies de abejorros



**Figura 3.** Colmena de una abeja melipona. A la izquierda se encuentra la cámara de cría mientras que a la derecha se observan las ánforas de miel (cedida por Ricardo Andrés Díaz).



Figura 4. (A) Celdillas de un avispero repletas de miel (cedida por Alberto Rojas Serrano). (B) Ejemplares de *B. lecheguana* sobre el avispero (cedida por Hernán Tolosa).

comerciales: *Bombus terrestris* proveniente de Europa, *B. impatiens*, nativo de EEUU, *B. ignitus*, *B. occidentalis* y *B. lucorum*. El más utilizado es *B. terrestris* ya que poliniza eficientemente una amplia variedad de cultivos<sup>19-20</sup>.

En comparación con el género *Apis*, los abejorros soportan temperaturas más bajas, pudiendo estar activos cuando la temperatura del aire es menor de 10°C. Además, al ser más grandes y pilosos, pueden recolectar más polen<sup>20</sup>.

Sin embargo, los abejorros domésticos pueden desplazar a especies nativas ya que son generalistas y compiten por los recursos florales<sup>20</sup>. Por ejemplo, en América del Sur la introducción de *B. terrestris* y *B. ruderatus* está desplazando a la especie nativa *B. dahlbomi*<sup>21</sup>. En Reino Unido la subespecie endémica *Bombus terrestris audax* podría verse desplazada por la subespecie foránea *Bombus terrestris dalmatinus*, que es la que se utiliza comercialmente<sup>22-23</sup>.

## B. Abeja melífera

La abeja melífera (*A. mellifera*), también conocida como abeja doméstica o abeja

europaea, se utiliza tanto para producir miel como para polinizar cultivos agrícolas. Es una especie nativa de Europa, África y Asia Occidental<sup>24</sup> cuya domesticación comenzó hace unos 9.000 años<sup>25</sup>. Desde entonces, debido a su uso, se ha introducido masivamente en muchos lugares, habiéndose convertido en la especie de abeja con mayor distribución en el mundo al encontrarse ya en todos los continentes.

Esta especie es un polinizador generalista que se integra muy bien en las existentes redes de polinización. Sin embargo, la competencia por los recursos puede disminuir la biodiversidad de los polinizadores silvestres, las interacciones entre los polinizadores silvestres y las plantas y reducir el éxito reproductor de las plantas<sup>26</sup>.

Este hecho no solo afecta a la flora silvestre; la disminución de la abundancia y riqueza de los polinizadores nativos puede reducir también el rendimiento de las cosechas. Esto se debe a que las abejas domésticas no son tan eficientes y no pueden sustituir a los polinizadores silvestres en estos ecosistemas. Su baja efectividad se debe a





**Figura 5.** (A) Nido artificial para abejas solitarias. (B) Detalle de una abeja entrando en el nido. Fotos cedidas por Polly Doy a través de Pixabay.

que aunque la abeja de la miel colecta muchos granos de polen, deposita pocos en el estigma de las flores que visita en comparación con los polinizadores nativos<sup>27</sup>. Además, la presencia de abejas melíferas hace que los polinizadores nativos transfieran menos polen a esta planta<sup>28</sup> y que la fructificación disminuya significativamente<sup>29</sup>. Además, la abeja doméstica visita muchas flores dentro de la misma planta lo que favorece la fecundación de la planta con su propio polen. Esta endogamia provoca una pérdida de la diversidad genética y una disminución de la calidad de los descendientes, se producen menos semillas viables, disminuye la tasa de germinación y el vigor de las plántulas hijas<sup>30</sup>.

### Conclusiones

Los polinizadores son un grupo muy diverso y heterogéneo que no solo está formado por abejas. Multitud de animales polinizan las plantas cuando visitan las flores para diversos fines. Así mismo, las plantas han desarrollado

estrategias para atraer a los diferentes tipos de polinizadores (color de las flores, olor, disposición, forma etc.). En algunos casos se dan relaciones mutualistas muy especializadas en las que una única especie de animal poliniza una única especie de planta. Por otra parte, los ecosistemas poseen redes de polinización complejas que se pueden ver alteradas por muchos factores. Uno de ellos es la introducción masiva de los polinizadores domésticos. En nuestras manos está preservar esta gran riqueza y no solo centrarnos en la conservación y propagación de unas pocas especies comerciales.

### Bibliografía

1. Danforth, B. N., Cardinal S., Praz C., Almeida E. A y Michez D. **The impact of molecular data on our understanding of bee phylogeny and evolution.** *Annual review of Entomology.* 58, 57-78 (2013).
2. Cocucci, A. A. y Sérsic, A. N. **Evidence of rodent pollination en *Cajophora coronata* (Loasaceae).** *Plant Systematics and Evolution.* 211, 113-128 (1998).
3. Vargas, P., y Zardoya, R. *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos* (2012).
4. Michener, C. D. *The bees of the world.* (JHU press, 2000), vol. 1.

5. Stefanescu, C. y col. **Diversidad de insectos polinizadores en la península ibérica.** *Revista Ecosistemas*. 27, 9-22 (2018).
6. Funderburk, J. en **Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera.** *Australian National Insect Collection, Canberra, Australia*. (2002), pp. 121-128.
7. Terry, I. en **Thrips and tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera.** *Australian National Insect Collection, Canberra, Australia* (2002), pp. 157-162.
8. Garcia-Fayos, P. y Goldarazena, A. **The role of thrips in pollination of *Arctostaphylos uva-ursi*.** *International journal of plant sciences*. 169, 776-781 (2008).
9. Ortega-Olivencia, A., Rodríguez-Riaño T., Valtueña F. J., López, J. y Devesa, J. A. **First confirmation of a native bird-pollinated plant in Europe.** *Oikos* 110, 578-590 (2005).
10. Rodríguez-Rodríguez, M. C. y Valido, A. **Opportunistic nectar-feeding birds are effective pollinators of bird-flowers from Canary Islands: experimental evidence from *Isoplexis canariensis* (Scrophulariaceae).** *American Journal of Botany* 95, 1408-1415 (2008).
11. Pérez-Mellado, V. y Casas, J. L. **Pollination by a lizard on a Mediterranean island.** *Copeia* 1997, 593-595 (1997).
12. Aizen, M. A., Harder, L. D. **The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination.** *Current biology* 19, 915-918 (2009).
13. Potts, S. G. y col. **Global pollinator declines: trends, impacts and drivers.** *Trends in ecology y evolution* 25, 345-353 (2010).
14. Goulson, D., Nicholls, B., Botias, C. y Rotheray, E. **Combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers drives bee declines.** *Science*. 347, (2015).
15. Cortopassi-Laurino, M. y col. **Global meliponiculture: challenges and opportunities.** *Apidologie*. 37, 275-292 (2006).
16. Hunt, J. H., Rossi, A. M., Holmberg, N. J., Smith, S. R. y Sherman, W. R. **Nutrients in social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) honey.** *Annals of the Entomological Society of America*. 91, 466-472 (1998).
17. García, R. J. **Cuatro Estudios sobre Avispas Sociales del Perú (Hymenoptera: Vespidae) (Publicación Póstuma).** *Revista Peruana de Entomología*. 21, 1-22 (1978).
18. Pitts-Singer, T. L. y Cane, J. H. **The alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*: the world's most intensively managed solitary bee.** *Annual review of entomology*. 56, 221-237 (2011).
19. Dafni, A., Kevan, P., Gross, C. L. y Goka, K. ***Bombus terrestris*, pollinator, invasive and pest: An assessment of problems associated with its widespread introductions for commercial purposes.** *Applied Entomology and Zoology* 45, 101-113 (2010).
20. Morales, C. L. **Introducción de abejorros (*Bombus*) no nativos: causas, consecuencias ecológicas y perspectivas.** *Ecología austral* 17, 51-65 (2007).
21. Aizen, M. A. y col. **Coordinated species importation policies are needed to reduce serious invasions globally: The case of alien bumblebees in South America.** *Journal of applied ecology* 56, 100-106 (2019).
22. Ings, T., Ward, N. y Chittka, L. **Can commercially imported bumble bees out-compete their native conspecifics?** *Journal of Applied Ecology* 43, 940-948 (2006).
23. Owen, E. L., Bale, J. S. y Hayward, S. A. **Establishment risk of the commercially imported bumblebee *Bombus terrestris dalmatinus*—can they survive UK winters?** *Apidologie* 47, 66-75 (2016).
24. Scott Schneider, S., De Grandi-Hoffman, G. y Smith, D. R. **The African honey bee: factors contributing to a successful biological invasion.** *Annual Reviews in Entomology* 49, 351-376 (2004).
25. Roffet-Salque, M. y col. **Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers.** *Nature* 527, 226 (2015).
26. Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M. C., Jordano P. **Honeybees disrupt the structure and functionality of plant-pollinator networks.** *Scientific Reports* 9, 4711 (2019).
27. Wilson, P. y Thomson, J. D. **Heterogeneity among floral visitors leads to discordance between removal and deposition of pollen.** *Ecology* 72, 1503-1507 (1991).
28. Watts, S., Sapir, Y., Segal, B. y Dafni A. **The endangered *Iris atropurpurea* (Iridaceae) in Israel: honey-bees, night-sheltering male bees and female solitary bees as pollinators.** *Annals of Botany* 111, 395-407 (2012).
29. Garibaldi, L. A. y col. **Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance.** *science* 339, 1608-1611 (2013).
30. Whelan, R. J., Ayre, D. J. y Beynon, F. M. **The birds and the bees: pollinator behaviour and variation in the mating system of the rare shrub *Grevillea macleayana*.** *Annals of Botany* 103, 1395-1401 (2009).