

# El valor de los polinizadores

Leonardo Galetto, Lucas A. Garibaldi  
y Marcelo A. Aizen

Publicado en

INVESTIGACIÓN  
Y CIENCIA

Agosto 2018

## CONDICIONES Y PERMISOS

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista.

**Por consiguiente, no podrá colgarse este documento  
en ninguna página web.**



CONSERVACIÓN

# EL VALOR DE LOS POLINIZADORES

Los animales que polinizan las plantas ejercen un papel fundamental en la producción de alimentos. Ante las amenazas que sufren, un informe reciente ha propuesto una serie de medidas para conservarlos

*Leonardo Galetto, Lucas A. Garibaldi  
y Marcelo A. Aizen*

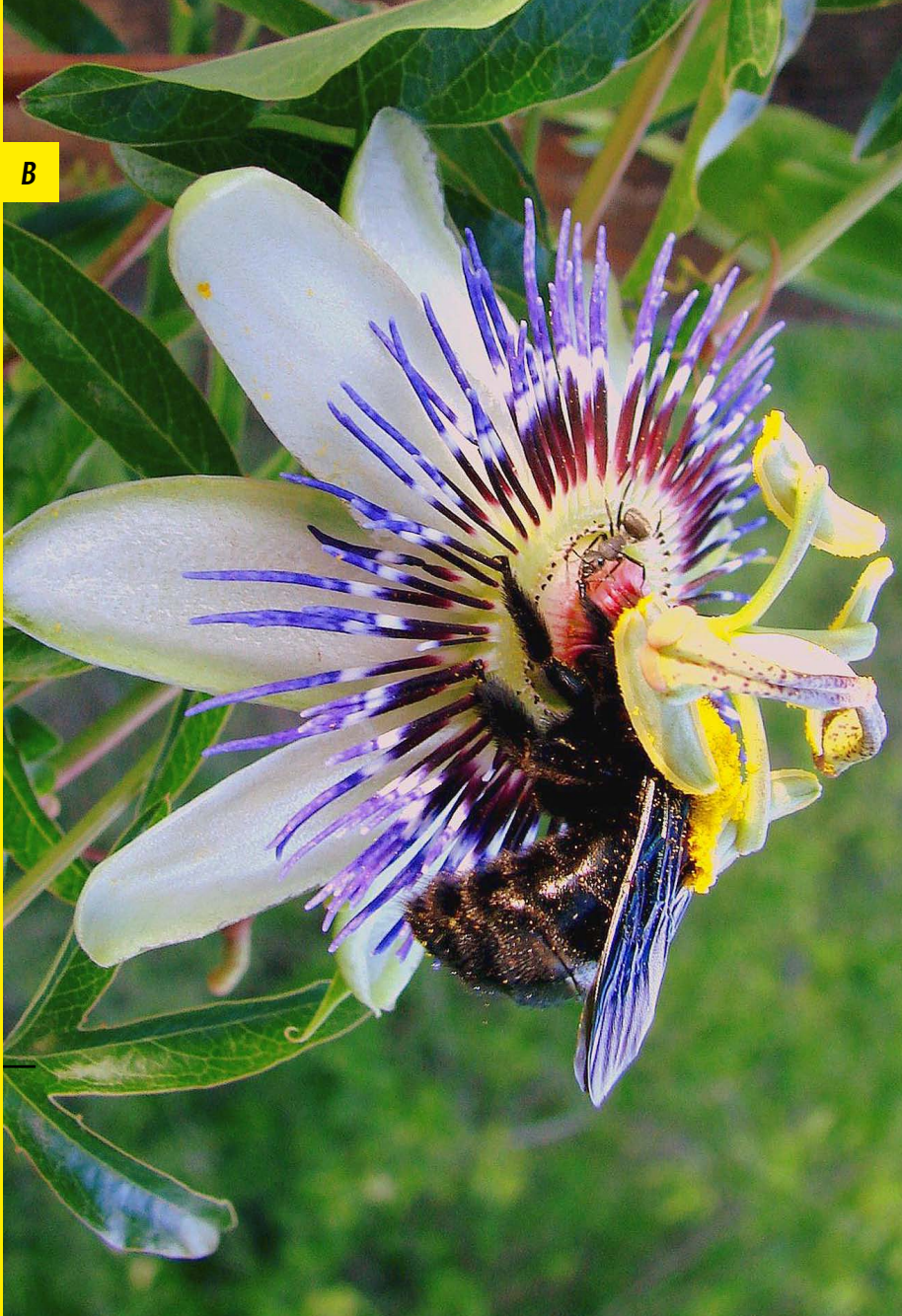
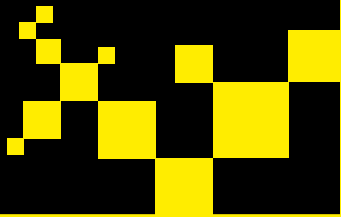


C

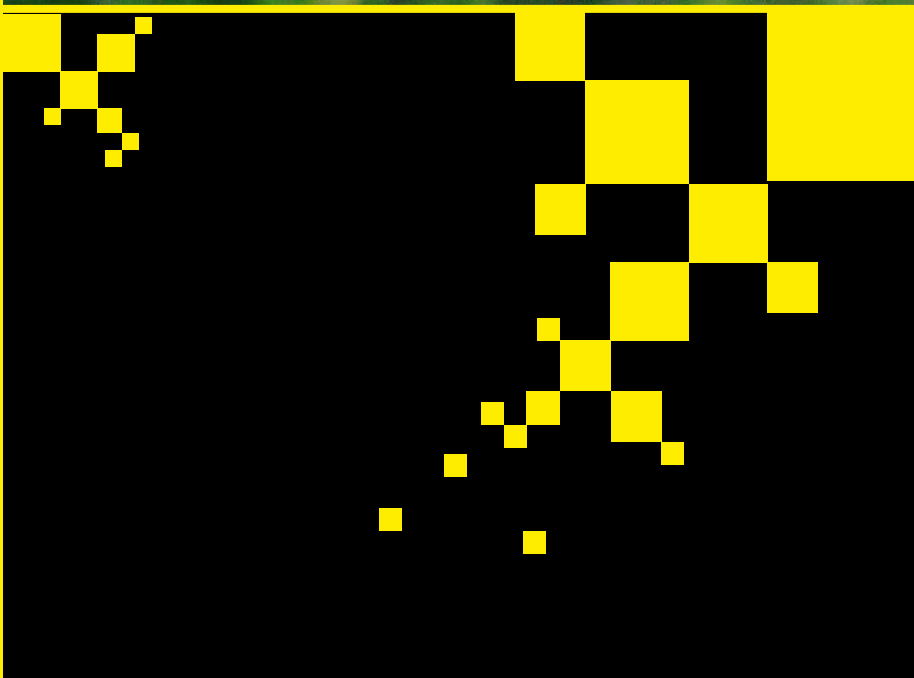


A

LA ENORME DIVERSIDAD de animales polinizadores y de plantas con néctar y polen da lugar a un sinfín de interacciones. Aquí se ilustran las que se producen entre el colibrí verde (*Chlorostilbon*) y la flor del chaguar (*Puya*) (A); entre el abejorro (*Bombus*) y la flor de la pasionaria (*Passiflora*) (nótese como las anteras, la parte masculina de la flor, descargan el polen sobre el dorso del insecto) (B); y entre la abeja cortadora de hojas (*Megachile*) y la flor de cactus (*Opuntia*) (nótese el polen depositado en la parte ventral del abdomen mientras la cabeza de la abeja toca el estigma, la parte femenina de la flor) (C).



B



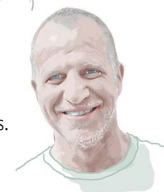
**Leonardo Galetto** enseña biodiversidad en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, e investiga en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Se interesa por las interacciones entre polinizadores, plantas nativas y cultivadas y el efecto de los cambios en el uso de la tierra.



**Lucas A. Garibaldi** es profesor en la Universidad Nacional de Río Negro e investigador del CONICET. Sus estudios tratan sobre agroecología, apicultura, biodiversidad, interacciones entre plantas e insectos y la contribución de estos al bienestar humano.



**Marcelo Aizen** es profesor del departamento de ecología de la Universidad Nacional del Comahue e investigador del CONICET. Estudia la ecología reproductiva de las plantas y la influencia de la agricultura en el declive de los polinizadores.



## ¿Cómo valoramos los humanos lo que nos rodea?

Seguramente empleamos criterios muy distintos a la hora de jerarquizar lo que consideramos valioso e importante. En lo que quizá coincidiríamos es en que, para poder valorar algo o a alguien, lo primero que necesitamos es conocerlo lo mejor posible. El filósofo y biólogo Jean Piaget propuso que «no conocemos lo que vemos, sino que vemos lo que conocemos». A lo que podríamos añadir, como consecuencia lógica, que solo podemos valorar lo que conocemos.

Solemos otorgar un escaso valor a los polinizadores, aquellos animales que visitan las flores y transfieren el polen de una flor a otra. Pensamos poco en su enorme contribución a la producción agrícola mundial. Algunos son conocidos porque son carismáticos o tienen un valor estético, más que por su papel en la polinización. Es el caso de los colibríes o las mariposas de colores brillantes. Otros son notorios por lo que producen, como la abeja de la miel. Sin embargo, la mayoría de nosotros desconocemos las miles de especies que actúan como polinizadores o su relevancia en la polinización y, como consecuencia, en el bienestar humano. Nos resulta difícil valorar su tremenda importancia y, menos aún, tener en cuenta las amenazas que les provocamos con nuestras prácticas en su hábitat.

En 2016, la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, elaboró un informe en el que participamos científicos especialistas en polinización de todos los continentes y en el que resumimos el conocimiento disponible sobre los polinizadores, la polinización y la producción de comida. Analizamos una gran cantidad de datos procedentes de cerca de 3000 publicaciones científicas, por lo que representa el estado actual de nuestro conocimiento sobre este tema.

En las siguientes páginas resumimos las principales cuestiones que se abordaron y debatieron, en particular: ¿cómo influyen los polinizadores en el bienestar humano? ¿Cuáles son las amenazas a las que hacen frente? ¿Qué podemos hacer para conservarlos? Se concluyó que los polinizadores, a pesar de ser económica y socialmente relevantes, están cada vez más amenazados por las actividades humanas, las cuales provocan un descenso en su abundancia y diversidad. Sin embargo, se describió una amplia gama de opciones de gestión y respuesta para detener su declive.

### LA POLINIZACIÓN

La polinización mediada por los animales (además de la mediada por el viento o el agua) tiene lugar en la mayoría de las regiones del planeta, incluso en aquellas de climas extremos, como el Ártico o las zonas de alta montaña. Involucra a más de 200.000 especies de plantas con flores, las cuales interactúan con miles de especies de distintos grupos animales, principalmente insectos (como abejas, avispa, mariposas, polillas, dípteros o escarabajos), pero también aves, murciélagos y otros mamíferos. (También existen plantas sin flores, como los pinos o los helechos, si bien estas no interactúan con los animales polini-

### EN SÍNTESIS

**Los polinizadores son esenciales** no solo para la reproducción de la mayoría de las plantas, sino también para la producción de alimento y otros bienes para los seres humanos. Sin embargo, la mayoría de las personas desconoce su papel en la polinización y el posterior desarrollo de frutos y semillas.

**Los datos** de muchas partes del mundo indican que los polinizadores están desapareciendo debido a la destrucción de sus ambientes naturales, el uso no controlado de productos agroquímicos y la transmisión de patógenos transportados por abejas introducidas con fines comerciales.

**Algunas alternativas** en la gestión agrícola pueden fomentar un conjunto diverso de polinizadores que favorecen la reproducción de las plantas y repercuten en la producción de numerosos alimentos que consumimos diariamente, así como en una serie de servicios ecosistémicos.



**UNA ABEJA CARGADA DE POLEN**, que acumula en las escopas de sus patas traseras, se aproxima a la planta *Solanum*. En la flor se observan las anteras amarillas (verticilo masculino), con poros en el extremo, y el estigma verdoso (verticilo femenino) (A). La abeja hace vibrar a las primeras para extraer el polen por el poro, a la vez que toca el estigma de la flor donde depositará el polen que transporta en su cuerpo (B).



zadores y, en comparación con la gran diversidad de plantas con flores, resultan muy escasas.) Pero aunque veamos animales posarse sobre las flores, necesitaremos mucha atención, conocimientos y un poco de ayuda tecnológica para constatar a nivel celular la relación entre la polinización con la reproducción de las plantas [véase «Control molecular de la polinización», por Ariel Goldraj; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, abril de 2014].

Cuando visitan las flores, los animales buscan alimento, en forma de néctar, aceites y polen, para sí mismos o para su progenie. Con ello facilitan que la parte femenina de las flores (el ovario, con el estilo y el estigma en su extremo) reciba los pequeños granos de polen que se producen en las anteras, en el extremo de los estambres (la parte masculina). El polen contiene los gametos masculinos, que son transportados por el tubo polínico hasta el ovario, donde uno de ellos se unirá con el gameto femenino, etapa conocida como fecundación. Luego se iniciará el desarrollo de los frutos y las semillas en la denominada etapa de la fructificación.

El 80 por ciento de las especies de plantas con flores depende, en alguna medida, de animales polinizadores para su reproducción, por lo que si ellos desaparecieran se produciría un colapso en la biodiversidad y unas consecuencias muy problemáticas para el ambiente y el sustento de la humanidad.

En contrapartida, las flores ofrecen alimentos fundamentales y materiales de nidificación a miles de especies animales. Si no existiera una variedad de flores suficiente, dejarían de nutrirse adecuadamente y no podrían sobrevivir. Las flores ofrecen una variedad de nutrientes en el néctar y en el polen que los animales recolectan. El néctar, además de ser una fuente de agua y azúcares de gran valor energético, también contiene aminoácidos, iones minerales y proteínas, entre otros componentes nutricionales esenciales. Se ha comprobado que los colibríes sobreviven muy poco tiempo si no consiguen fuentes de néctar para alimentarse.

En la polinización se conjugan numerosos caracteres de los dos organismos implicados. En las flores, diversos aspectos estructurales, fisiológicos y funcionales intervienen en la atracción de los polinizadores y dan lugar a la gran variedad de interacciones que observamos en la naturaleza. Caracteres como el tamaño, la variedad de colores o perfumes de las flores, la cantidad de néctar que producen, así como el momento del día y la velocidad en que lo hacen, el tiempo que vive la flor o el número de flores que se abren cada día en cada planta, entre muchos otros aspectos, dan una idea del amplísimo espectro de posibilidades del que disponen las plantas para crear distintas estrategias de interacción con los animales polinizadores.

Por su parte, los animales han desarrollado diversas capacidades sensoriales, conductas y estructuras corporales que optimizan su alimentación y que, indirectamente, favorecen la transferencia del polen entre las plantas. De este modo, las abejas perciben una parte del espectro que los humanos no vemos, como la radiación ultravioleta, por lo que muchas flores reflejan ese color para informar de la existencia de una fuente de alimentos para los insectos [véase «Las flores, como las ve una abeja», por Aline Raynal-Roques y Albert Roguenant; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, julio de 2018]. Asimismo, los insectos presentan



5 milímetros

EL TAMAÑO CORPORAL y la longitud del aparato bucal varían notablemente entre estas pocas especies de abejas neotropicales, que están adaptadas para polinizar diversas plantas, dependiendo del tamaño y la morfología de la flor y de las características de sus órganos reproductores. De arriba abajo y de izquierda a derecha: *Nannotrigona*, *Ceratina*, *Coelioxys*, *Megalopta*, *Megachile*, *Apis*, *Euglossa* y *Bombus*.

una gran variedad en la longitud del aparato bucal, del que se sirven para extraer el alimento de las flores: en diferentes grupos, mide de unos pocos milímetros a más de 20 centímetros. Ello se traduce en una interdependencia de distinto grado entre las plantas y los animales. Se trata de interacciones que se han desarrollado y mantenido a lo largo de la evolución impulsadas por factores del entorno, como la presencia de depredadores de los polinizadores y de herbívoros, las condiciones climáticas cambiantes, las enfermedades o las relaciones ecológicas con otras especies de plantas y animales de la comunidad.

### ¿QUÉ NOS OFRECEN?

Los polinizadores desempeñan un papel muy importante en nuestro bienestar, puesto que contribuyen a una buena alimentación y salud y nos ofrecen un entorno ambiental agradable. En el documento del IPBES resumimos el conocimiento disponible sobre su función en la producción de comida, además de otros importantes servicios tanto para los humanos como para los ecosistemas.

Hemos estimado así que el 75 por ciento de nuestros cultivos alimentarios y casi el 90 por ciento de las plantas con flores silvestres dependen de algún modo de la polinización animal. En general, los cultivos polinizados por animales contribuyen

a un tercio de la producción agrícola mundial. Pero debido a que el grado de dependencia entre el rendimiento vegetal y los polinizadores varía mucho entre los cultivos, estos son responsables, de manera directa (es decir, en la producción de semillas y frutas que consumimos), de una fracción relativamente menor: entre el 5 y el 8 por ciento de la producción agrícola global. Sin embargo, los polinizadores también contribuyen a la producción de numerosas semillas que no son de consumo directo, como alimentos para animales o fibras.

Semillas como el café, el cacao, los porotos (judías), las habas o las almendras; frutas como las manzanas, las peras, los duraznos (melocotones), los melones, las sandías, las frutillas (fresones) o las cerezas; y verduras como los tomates, las berenjenas, los zapallos (calabazas) o los pimientos no podrían producirse sin los polinizadores en las cantidades en que las necesitamos para tener una dieta equilibrada.

Esos cultivos, algunos de gran valor económico, como el cacao, las almendras y el café, proporcionan empleo e ingresos a millones de personas, lo cual resulta de especial importancia para las comunidades rurales más pobres del mundo, que dependen de la agricultura para su subsistencia. En un estudio publicado en 2016 en *Science* demostramos que las explotaciones agrícolas de distintos tamaños en África, Asia y Latinoamérica se benefician de una elevada densidad y diversidad de polinizadores.

Cabe destacar que algunos cultivos producen frutos y semillas gracias a la intervención de polinizadores que manejamos los humanos, como la abeja de la miel, los abejorros o ciertas especies de abejas solitarias. Sin embargo, muchos otros cultivos no pueden ser polinizados adecuadamente por estos insectos y necesitan la participación de otros animales específicos. Por citar solo algunos ejemplos, la producción de frutos en cultivos de maracuyá en Brasil o de las especies hermanas de *Passiflora* (conocidas popularmente como pasionarias), la castaña de Pará (coquito de Brasil), ajíes (pimientos) y otras especies mucho más comunes, como la alfafa, deben ser polinizadas por abejas grandes, ya que las de la miel no tocan las piezas fértiles de la flor cuando buscan el néctar y, por lo tanto, no transfieren el polen de las anteras a la parte femenina de la flor. Otros cultivos, como los zapallos, los melones o las sandías, producen flores masculinas o femeninas y polen de gran tamaño que no es transportado por el viento, por lo que los polinizadores desempeñan un papel fundamental al mediar en la producción de estos frutos que consumimos.

Asimismo, los cultivos dependientes de los polinizadores constituyen la principal fuente de numerosos micronutrientes esenciales para la salud humana, entre ellos las vitaminas A y C, el calcio, el flúor y el ácido fólico. Y, además, nos aportan medicamentos, fibras, materiales de construcción y biocombustibles, entre otros bienes. Los cultivos destinados a la obtención de biocombustibles, como la colza, el girasol y la soja, han aumentado enormemente su superficie en Europa en los últimos decenios.

Con estos pocos ejemplos queda más que claro que la conservación de los polinizadores y el bienestar de los humanos están íntimamente relacionados.

### LAS AMENAZAS

Los humanos ocasionamos problemas en el entorno cuando lo modificamos y explotamos para obtener recursos. Cambiamos el uso de la tierra y deforestamos amplias regiones de nuestro planeta para introducir plantas cultivadas, alteramos el curso

EN ESTE CULTIVO DE GIRASOL situado en Córdoba, Argentina, no se han aplicado productos agroquímicos, como herbicidas, lo que permite la proliferación de la vegetación natural entre los girasoles. Además, se han mantenido franjas de plantas leñosas que delimitan los campos (*derecha*). Estas prácticas contribuyen a crear un paisaje amigable para los polinizadores y favorecen que aumenten su abundancia y diversidad. Dos abejas de la miel polinizan el capítulo floral (formado por diminutas flores) del girasol (*abajo*).



de los ríos, detonamos montañas enteras para obtener algunos minerales valiosos. Estos desarrollos implican acciones sobre el ambiente y muchas veces tienen consecuencias negativas que solo podemos percibir a medio o largo plazo.

En el documento del IPBES hicimos constar que para amplias regiones continentales de Europa y Norteamérica se registra una lenta y paulatina desaparición de las especies polinizadoras, así como una disminución de la abundancia de las poblaciones de varias de ellas. Tal tendencia parece estar extendiéndose a todo el planeta, aunque los datos de los que se dispone en los otros continentes son más escasos y locales. Se trata de una desaparición silenciosa que, como decíamos antes, no percibimos.

La agricultura intensiva convencional tal vez sea una de las principales amenazas para la conservación de los polinizadores, ya que implica la transformación creciente de áreas naturales en campos de monocultivos de grandes extensiones, con el uso creciente de productos agroquímicos, como los herbicidas y los insecticidas, en particular los neonicotinoides. Numerosos datos indican que tales prácticas provocan la pérdida de polinizadores y alteran el proceso de la polinización.

Como consecuencia, especies que tienen una gran importancia comercial a escala mundial, como el café, el cacao o la

colza, se ven afectadas por la merma de polinizadores. En varias regiones de China, algunos cultivos, como las manzanas, las peras, las cerezas o los duraznos, que podrían ser polinizados por una amplia variedad de animales, incluso la abeja de la miel, actualmente deben ser polinizados por personas de manera manual porque los polinizadores van desapareciendo de los ambientes naturales.

Otro riesgo importante para la diversidad de polinizadores autóctonos es la cría y manejo, en los ambientes agrícolas, de algunos insectos, como la abeja de la miel o los abejorros, para aprovechar sus productos o servicios. El número de colonias de abejas de la miel en casi todo el mundo ha crecido en las últimas décadas, y también se ha intensificado el comercio de colonias de algunas especies de abejorros (*Bombus*) para la polinización del tomate, la berenjena o los ajíes, entre otros cultivos. La abeja de la miel y los abejorros pueden transmitir parásitos a las especies de polinizadores nativos, entre ellos *Nosema* y el ácaro varroa, que se los ha relacionado con el conocido síndrome de despoblamiento de las colmenas. Existen regiones, como el sur de Chile y Argentina, donde las disminuciones poblacionales de las especies nativas han sido drásticas y muy rápidas debido a la introducción de abejorros exóticos, como hemos descrito en un estudio recién publicado en *Journal of Applied Ecology*.

#### ¿QUÉ PODEMOS HACER?

Algunas culturas han percibido y valorado los polinizadores desde hace milenios y por eso han sido capaces de gestionarlos. En

general, está bien documentado que las poblaciones indígenas o culturas locales realizan un manejo ambiental de manera holística, que obviamente incluye a los polinizadores. De este modo, distintos entornos, como granjas, jardines de las viviendas y ambientes naturales, se conceptualizan de manera integrada, lo cual se manifiesta a través de distintos rituales sobre la fertilidad de la tierra y criterios comunitarios que integran a los humanos con la biodiversidad y la gestión del ambiente.

Las prácticas basadas en el conocimiento indígena y local pueden ser una fuente de soluciones para los retos actuales, en conjunción con la ciencia, para fomentar la abundancia y la diversidad de polinizadores. En el informe del IBPES propusimos una serie de medidas que deberían tomar los Gobiernos y la población para conservarlos, disfrutarlos y valorarlos.

Una de las principales estrategias consiste en la protección de los ambientes naturales donde viven los polinizadores y la modificación de algunas prácticas agrícolas. Se ha demostrado que una mayor variedad de plantas y flores cerca de los cultivos se relaciona con la presencia de polinizadores más diversos, lo que a su vez aumenta la polinización de muchas especies cultivadas, incluso si existen en la proximidad colmenas de abejas melíferas. Dejar corredores con vegetación espontánea entre los campos de cultivo ayuda a mantener la diversidad de polinizadores en la región, ya que les permiten desplazarse para poder encontrar sitios de alimentación y nidificación durante todo el año. A la vez, las flores tienen un valor estético para nosotros que hacen agradables los ambientes públicos en los que desarrollamos muchas actividades.

Es necesario adquirir conocimiento sobre la diversidad de interacciones que crean los polinizadores en los ambientes naturales y en los agroecosistemas para poder implementar nuevas estrategias para la producción de alimentos saludables, como promover una gran diversidad de especies cultivadas en pequeños lotes, con muy baja o nula aplicación de productos agroquímicos. Cuando sea necesario aplicarlos, es preciso conocer cómo se acumulan en el ambiente y cómo impactan en diferentes grupos de organismos, en particular en los polinizadores, sus nidos y las generaciones siguientes, por citar solo algunos vacíos de conocimiento.

Es igual de importante difundir esta problemática y ofrecer información científica a los múltiples responsables. De esta forma, se podrán desarrollar los instrumentos sociopolíticos y legales que ayuden a los Gobiernos a aplicar incentivos a aquellos productores que opten por una agricultura sostenible, diversificada, menos tóxica y con mejor calidad nutricional para la población. Medidas tales como una mejor regulación y una reducción del uso de productos agroquímicos, el manejo integrado de las plagas, y los subsidios para los agricultores que diversifican su producción en pequeños lotes y amplían las áreas con vegetación natural para que sirvan de corredores biológicos, contribuirán a la conservación de los polinizadores y a alcanzar una producción de comida de mayor calidad.

En relación con lo anterior, hay quizá dos puntos fundamentales que deben ser debatidos por la sociedad. En primer lugar, si queremos conservar los polinizadores, será necesario planificar un mejor ordenamiento del territorio que contemple el desarrollo de las urbanizaciones y campos de cultivo integrados por corredores biológicos. En segundo lugar, es necesario reflexionar sobre la ética ambiental y la visión economicista y liberal de los ambientes naturales que predomina en nuestra cultura, en la que los criterios para desarrollar el uso de la tierra y las prácticas asociadas a la producción de alimentos

están vinculados a la renta que producen y al cortoplacismo, sin importar tanto la diversidad y la calidad de los alimentos producidos, la contaminación o la conservación de la biodiversidad.

Asimismo, debemos pensar qué podemos hacer como consumidores. Podríamos cambiar nuestros hábitos y favorecer la adquisición de alimentos más saludables, o aprovechar pequeñas parcelas de nuestros jardines o balcones para cultivar vegetales y frutas. Si aumentamos el consumo de alimentos procedentes de la agricultura ecológica o disminuimos el de proteínas animales, indirectamente estaremos contribuyendo a la conservación de los polinizadores, ya que la producción de este tipo de alimentos promoverá las áreas de cultivo más diversificadas y menos contaminadas.

Los científicos constituimos un grupo más entre los distintos actores sociales. Nuestra función es aportar una visión con base científica como punto de partida para debatir sobre la mejor manera de manejar nuestro ambiente y los polinizadores. Nuestra perspectiva considera múltiples factores y escalas espacio-temporales y no está basada principalmente en la rentabilidad económica o en un interés cortoplacista. Se trata de un punto de vista más, entre otros, que los responsables tienen que evaluar. Una vez que la sociedad alcance la necesaria reflexión sobre los caminos disponibles que le conviene seguir, podremos decidir en conjunto las mejores opciones para nosotros mismos y para las futuras generaciones.

En la medida en que las sociedades reconozcamos que los polinizadores forman parte de nuestro sistema de producción de alimentos y de nuestro bienestar, será posible desarrollar una planificación adecuada del territorio, hacer un seguimiento a largo plazo de los polinizadores y la polinización, y financiar nuevas investigaciones en las que participe la población (que puede aportar sus observaciones de campo). Con ello conseguiremos mejorar el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas, a la vez que protegeremos el ambiente y los polinizadores y conoceremos mejor sus funciones. ■

#### PARA SABER MÁS

**The assessment report of the Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) on pollinators, pollination and food production.** Dirigido por S. Potts, V. Imperatriz Fonseca & H. Ngo. Secretariado de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas, Bonn, Alemania, 2016.

**Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms.** L. A. Garibaldi et al. en *Science*, vol. 351, págs. 338-391, 2016.

**Ten policies for pollinators.** L. V. Dicks et al. en *Science*, vol. 354, págs. 975-976, 2016.

**Safeguarding pollinators and their values to human well-being.** S. G. Potts et al. en *Nature*, vol. 540, págs. 220-229, 2016.

**Coordinated species importation policies are needed to reduce serious invasions globally: The case of alien bumblebees in South America.** M. A. Aizen et al. en *Journal of Applied Ecology*, 10.1111/1365-2664.13121, 2018.

#### EN NUESTRO ARCHIVO

**Redes mutualistas de especies.** Pedro Jordano y Jordi Bascompte en *IyC*, septiembre de 2008.

**Salvar la abeja melífera.** Diana Cox-Foster y D. VanEngelsdorp en *IyC*, junio de 2009.

**La silenciosa pandemia de las abejas.** Aránzazu Meana et al. en *IyC*, octubre de 2009.