



Apis mellifera
Joaquim Cazorla, www.flickr.com

Lucas A Garibaldi, Carolina L Morales

Laboratorio Ecotono, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente,
Conicet-Universidad Nacional del Comahue, Bariloche

Lorena Ashworth

Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal,
Conicet-Universidad Nacional de Córdoba

Natacha P Chacoff

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, Conicet, Mendoza

Marcelo A Aizen

Laboratorio Ecotono, Bariloche

Los polinizadores en la agricultura

La cantidad y la calidad de una cosecha se encuentran limitadas por múltiples factores. La falta de agua o nutrientes y la incidencia de plagas o malezas pueden reducir el número y tamaño de las frutillas cosechadas en una parcela de Lules, en Tucumán, o la producción de una hectárea de trigo en el sur de Buenos Aires. Otro factor que condiciona el rendimiento de las cosechas es la polinización, que es la transferencia de polen de los órganos masculinos de la flor a los femeninos, lo que hace posible la formación de frutos y semillas. En muchos casos la polinización es el resultado de la actividad de animales polinizadores como abejas, abejorros y colibríes, cuya ausencia o escasez también puede limitar el rendimiento de ciertos cultivos.

¿Cuándo actúan los polinizadores?

La mayoría de las plantas de las que nos alimentamos producen flores, que los polinizadores visitan comúnmente en busca de alimento, pues para ellos el néctar es fuente de energía y su polen lo es de proteínas. El néctar es un líquido azucarado cuya única función en el vegetal parece ser recompensar a los polinizadores; el polen, en cambio, contiene los gametos masculinos que intervienen en la reproducción sexual de la planta, pero también constituye el alimento principal de los estadios larvales de muchas especies de abejas.

Cuando insectos polinizadores visitan flores, el polen de las anteras de estas se adhiere a los cuerpos de aquellos, y luego pasa al estigma de la misma flor o de otra

¿DE QUÉ SE TRATA?

Muchas veces en el campo escuchamos el incesante zumbido de abejas que visitan flores de cultivos. Quizá no sepamos que son importantes para nuestra supervivencia.

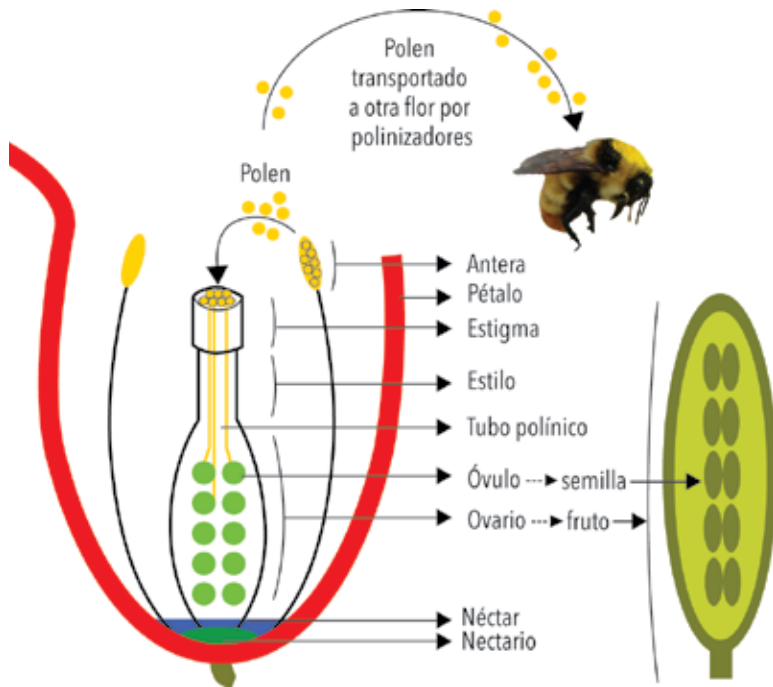


Figura 1. Esquema preparado por los autores de una flor y de su proceso de fertilización.



Figura 2. Una abeja transporta de una flor a otra el polen que se le adhirió cuando ingresó en la primera para succionar néctar. Foto Wenjihel, www.flickr.com

(figuras 1 y 2). Cuando la polinización es exitosa, el polen depositado en el estigma germina y forma tubos que transportan los gametos masculinos a través del estilo hasta alcanzar los óvulos en el ovario. Entonces, los óvulos —que contienen los gametos femeninos— resultan fertilizados.

Los óvulos fertilizados se transforman en semillas y el ovario se convierte en fruto. De esta manera, las plantas —que son organismos poco móviles— se benefician del movimiento de los polinizadores para dispersar sus gametos masculinos y lograr descendencia mediante reproducción sexual. Si los polinizadores son escasos o poco eficientes, la polinización puede fallar, sea porque la cantidad o la calidad del polen transportado resultan deficientes, o porque el momento cuando es depositado en el estigma no es adecuado para la germinación. Como consecuencia, el número de semillas y frutos puede reducirse y afectar la reproducción de las plantas silvestres, así como el rendimiento de muchos cultivos.

¿Qué cultivos dependen de polinizadores?

Se ha estimado que el 70% de los cultivos incrementa en mayor o menor medida su producción cuando sus flores son visitadas por polinizadores. Pero los cultivos de consumo masivo, como trigo, arroz, maíz y otros cereales, que representan en peso cerca del 70% de la producción agrícola mundial, no dependen de poliniza-

dores, ya que es principalmente el viento el que transporta su polen. Tampoco depende en forma directa de polinizadores el rendimiento de cultivos cuyos tubérculos, raíces, tallos u hojas consumimos, como la mayoría de las verduras y hortalizas, aunque la producción de semillas para sembrarlos puede verse afectada por esa dependencia.

Hay, por otro lado, cultivos cuya producción sería prácticamente nula en ausencia de polinizadores, como el cacao, la nuez de Pará y la vainilla. Dado su alto valor de mercado, la polinización de estos cultivos no se deja librada a la naturaleza, sino que se maneja activamente, sea preservando el hábitat de sus polinizadores naturales (para el cacao y la nuez de Pará), acercando colmenas de abeja melífera a las plantas durante la floración o polinizando manualmente las flores (como se hace con la vainilla). Las cucurbitáceas (zapallos, sandías, melones, etcétera) también constituyen un ejemplo de alta dependencia de polinizadores, particularmente de abejas grandes que actúan de manera efectiva en sus enormes flores (figura 3).

Sin embargo, la mayoría de los cultivos depende parcialmente de polinizadores. La desaparición de estos produciría una reducción limitada, aunque importante, de la producción, como se puede apreciar en el cuadro que detalla los cultivos realizados en la Argentina cuyo rendimiento disminuiría más de 40% en ausencia de polinizadores. La reducción no es mayor porque una proporción variable de frutos se produce por autopolinización, es decir, con polen de la misma flor y sin intervención de animales; también hay frutos que se

forman asexualmente, es decir, se desarrollan a pesar de que las flores no reciban polen, como sucede con algunas bananas y determinadas variedades de cítricos. Ejemplos de dependencia parcial por esas razones son la mayoría de las oleaginosas (girasol, canola, soja y otros) y los frutales, tanto de zonas templadas (manzanas, duraznos, peras, ciruelas, etcétera) como subtropicales y tropicales (entre ellos café, papaya, mango y palta). A pesar de esta dependencia incompleta, la reducción en el rendimiento de muchos de esos cultivos en ausencia de polinizadores puede superar el 50%.

La diversidad de los polinizadores

La palabra *polinizador* parece remitirnos inmediatamente a las abejas criadas en colmenas (*Apis mellifera*) cuya miel consumimos (figura 4). Si bien es indiscutible la importancia de esa especie, domesticada hace miles de años, nuestra agricultura también depende de polinizadores silvestres de cada región. Estos contribuyen de manera importante a la polinización de cultivos alejados de colmenas, así como de aquellos que no son polinizados eficientemente por la abeja melífera. Incluso se ha demostrado que los polinizadores silvestres favorecen la acción polinizadora de las abejas melíferas en el girasol, pues influyen sobre su comportamiento.

Los polinizadores pueden ser tanto invertebrados como vertebrados. Entre los primeros, el grupo más importante está formado por los insectos, sobre todo las abejas o miembros de la superfamilia *Apoidea*, con más de veinte mil especies, entre ellas la citada abeja melífera. Mariposas, polillas, moscas (figura 5) y escarabajos, que se alimentan de néctar (mariposas) o polen (escarabajos), también pueden ser polinizadores eficientes. Entre los vertebrados, el néctar es la principal fuente de energía para ciertas aves, como los colibríes americanos de la familia *Trochilidae*, las aves del sol africanas de la familia *Nectarinidae* y los comedores de miel de Oceanía de la familia *Meliphagidae*. Algunos mamíferos, como ciertos murciélagos de los trópicos, son importantes polinizadores de agave, ceiba o kapok, pitahaya o *dragon fruit* y de varias especies ornamentales.

No existe el polinizador ideal de todos los cultivos en todas las circunstancias. El éxito de la polinización depende de características complementarias del animal (su tamaño, ciclo de vida, comportamiento de forrajeo, requerimientos nutricionales y de hábitat) y del cultivo (tamaño y forma de la flor, recompensa que ofrece, época de floración, grado de autocompatibilidad). El éxito también depende del clima, del tipo de manejo (por ejemplo, campo o invernadero) y de la interacción entre las distintas especies de polinizadores presentes, entre otros factores. Por ejemplo, los abejorros (*Bombus* spp.),



Figura 3. Una abeja melífera (*Apis mellifera*) visita una flor de zapallo (*Cucurbita maxima*). Foto L Ashworth

Figura 4. Una abeja melífera visita flores de pomelo (*Citrus paradisi*). Foto N Chacoff

Figura 5. Las abejas no son los únicos polinizadores: una mosca (*Toxomerus* spp.) come polen de una flor de gallardia (*Gaillardia aristata*), planta natural de América del Norte de la familia del girasol. Foto L Garibaldi

capaces de realizar zumbidos de cierta frecuencia, son buenos polinizadores de tomates y arándanos, cuyas anteras necesitan de esa polinización vibrátil para liberar el polen. En otras plantas con flores de gran tamaño, como el maracuyá, solo abejas corpulentas, como las carpinteras (*Xylocopa spp.*) pueden contactar con su cuerpo las estructuras reproductivas de la flor. En cuanto a las restricciones climáticas, los abejorros permanecen activos a bajas temperaturas, por lo cual son aptos para polinización de cultivos en climas fríos, o de floración en la primavera temprana, mientras que algunas abejas sociales sin aguijón (*Melipona spp.*) son eficientes polinizadores de cultivos como café, palta y pimientos en regiones tropicales.

Importancia de los polinizadores para la agricultura

Si en líneas generales aproximadamente un 70% de las plantas cultivadas en el mundo dependen de polinizadores para la producción de frutos y semillas, ese valor oscila según las regiones: se estima que alcanza el 84% en la Unión Europea, 85% en México y 74% en la Argentina, aunque la dependencia de la mayoría de los cultivos es parcial. Todavía queda trabajo de investigación por realizar para entender cómo varía el nivel de dependencia según las condiciones de cada cultivo, su variedad y sus polinizadores.

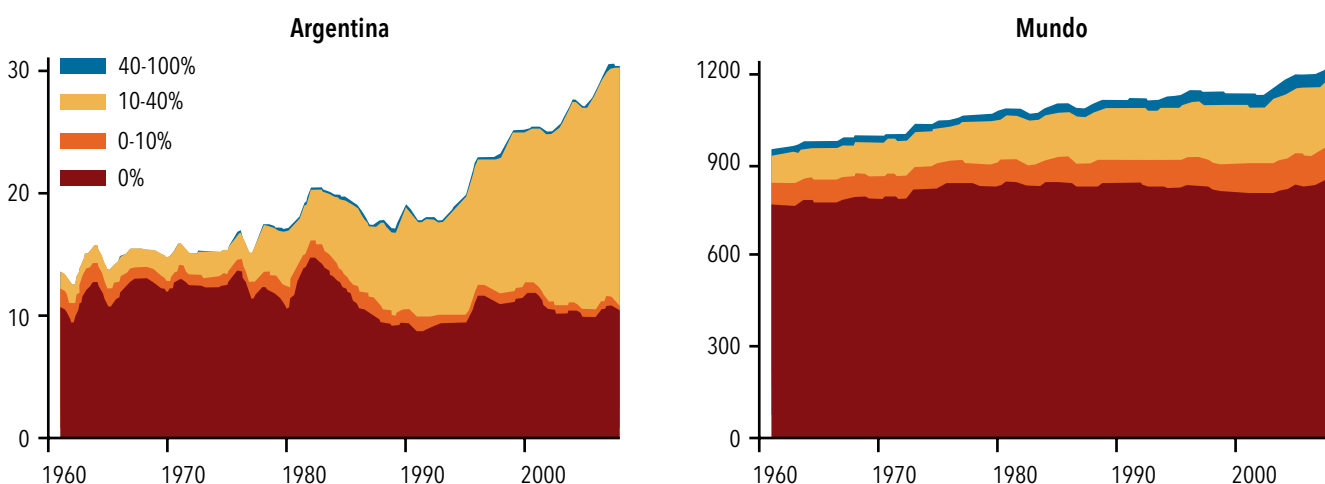


Figura 6. Evolución entre 1961 y 2008 del área cultivada (medida en millones de hectáreas) en la Argentina y el mundo, con indicación, por los cambios de colores, del grado de dependencia de polinizadores de los cultivos. Si bien la soja es considerada moderadamente dependiente (10-40%), se requieren más estudios para afirmarlo con razonable seguridad para un rango amplio de variedades cultivadas.

Cultivos realizados en la Argentina cuyo rendimiento disminuiría más de 40% en ausencia de polinizadores.

Cultivo	Nombre científico de la planta	Área cultivada (ha)
Manzana	<i>Malus domestica</i>	43.400
Durazno	<i>Prunus pérsica</i>	25.800
Anco, calabaza, zapallo, zapallito	<i>Cucurbita maxima, C. mixta, C. moschata, C. pepo</i>	20.400
Pera	<i>Pyrus communis</i>	19.520
Ciruela, endrino	<i>Prunus domestica, P. spinosa</i>	15.547
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	9.163
Damasco	<i>Prunus armeniaca</i>	2.300
Cereza, guinda	<i>Prunus avium, P. cerasus</i>	1.363
Palta	<i>Persea americana</i>	551
Almendra	<i>Amygdalus communis</i>	260

Fuentes de la figura 6 y del cuadro. Para el grado de dependencia de los cultivos, AM Klein et al., 2007, 'Importance of pollinators in changing landscapes for world crops', *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 303-313, en <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/274/1608/303.abstract>. Las áreas cultivadas son promedios del período 2004-2008, según la FAO en <http://faostat.fao.org/site/526/default.aspx>.

En los últimos cincuenta años el área con cultivos que dependen de polinizadores aumentó en el mundo más que el área con cultivos no dependientes de ellos (figura 6). En la Argentina, el 66% del área cultivada en 2008 pertenecía al primer grupo y consistía principalmente de soja (53%) y en menor medida (13%) de girasol y algodón (ver otros ejemplos en el cuadro 'Cultivos realizados en la Argentina cuyo rendimiento disminuiría más de 40% en ausencia de polinizadores'). En el mundo, los cultivos dependientes ocupaban alrededor del 30% del área agrícola en 2008; la soja, un 8%. A pesar de la importancia de la soja en la Argentina, no hay estudios que cuantifiquen su dependencia de la polinización, mientras que algunos realizados en Brasil indican que los polinizadores aumentarían su rendimiento entre un 38% y un 58%.

¿Está en riesgo la polinización?

A diferencia del control de malezas, herbívoros, microorganismos patógenos y sus vectores, que es parte normal de las prácticas agrícolas, rara vez se maneja de modo directo la polinización de los cultivos. Constituye, por lo tanto, algo provisto por la naturaleza, o técnicamente un servicio del ecosistema, aunque en algunos casos resulta una consecuencia no intencional de actividades cercanas, como la producción de miel. Téngase en cuenta que los cultivos altamente productivos florecen con intensidad durante períodos relativamente cortos, que podrían no alcanzar a satisfacer los requerimientos de fecundación de una gran proliferación de flores, incluso si las comunidades residentes de polinizadores se encuentran en buen estado y muy activas.

Los servicios naturales de polinización están decreciendo en diversas partes del mundo por una menor abundancia o diversidad de polinizadores (por ejemplo, por extinción local o mundial de especies). Esa disminución se debe en parte a la pérdida de hábitat natural debido a circunstancias como la deforestación y la homogeneización del paisaje agrícola (figuras 7 y 8). La destrucción de ambientes naturales elimina plantas que proveen alimento a los polinizadores, además de sitios adecuados para su nidificación y procreación. Y desde hace años en la Argentina, donde en 2008 la soja ocupó un 53% de la superficie cultivada, lo mismo que en otros países, está disminuyendo la diversidad de cultivos, están desapareciendo los alambrados para aumentar la superficie cultivable y el mayor uso de productos agroquímicos reduce la diversidad y abundancia de plantas y de los polinizadores que estas sustentan (figura 9). Sin embargo, muchos polinizadores silvestres pueden encontrar sitios habitables en campos agrícolas, por ejemplo, en las cercanías de los alambrados donde subsisten plantas silvestres, como así también en los cultivos que proveen de recursos



Cambio del uso de la tierra, una de las causas de la menor abundancia y diversidad de polinizadores.

Figura 7. Fuego programado en las cercanías de Balcarce. Foto A Sáez

Figura 8. Cultivo de caña de azúcar irrigado por gravedad en Salta, al pie de cerros con selva de yungas. Entre la caña y los cerros hay plantaciones de cítricos, que requieren la acción de polinizadores. Tanto la caña de azúcar como los cítricos reemplazaron selva nativa. Foto D Saravia Patrón

alimentarios (figuras 10 y 11). Jardines, pequeñas arboledas o parcelas en que se conserve la vegetación silvestre también pueden ser importantes.

A pesar de que miles de especies participan mundialmente en la polinización, solo unas pocas son criadas. De ellas, la principal es la mencionada abeja melífera, pero el aumento de enfermedades y de plagas en sus colmenas observado en los últimos años ha puesto en peligro el éxito de sus funciones. Aunque en los Estados Unidos los agricultores pagan la polinización brindada por colmenas, la cantidad de estas se redujo a la mi-

La frambuesa (*Rubus idaeus*) es una rosácea, como lo son manzanas, almendras, frutillas y cerezas. Es una de las frutas finas más cultivadas en algunos valles cordilleranos de la Patagonia. La flor está compuesta por numerosos estigmas, cada uno asociado con un ovario que contiene un óvulo, la futura semilla. El fruto resultante, con varias semillas, se llama *polidrupa*, a diferencia de los frutos con una sola semilla, como los duraznos, llamados *drupas*. Dado que el crecimiento de cada pequeña drupa es regulado por el óvulo fertilizado, para que el fruto sea simétrico y alcance su tamaño máximo, cada estigma debe recibir granos de polen que fertilicen efectivamente cada óvulo. Es decir, no solo es necesario que llegue polen abundante, sino también que resulte uniformemente distribuido dentro de la flor.

En una plantación próxima a El Bolsón, los autores de este artículo relevamos el porcentaje de flores que se transforman en frutos y el porcentaje de frutos malformados, es decir, registramos la cantidad y la calidad de la fructificación de flores expuestas a polinizadores. Comparamos esos datos con los mismos indicadores



Polinizador silvestre (posiblemente la abeja nativa *Ruizanthedella mutabilis*) visitando flores de frambuesa.



Planta de frambuesa con frutos.

constatados en flores sin esa exposición. Las primeras produjeron, en promedio, un 9% más frutos que las no polinizadas. Además, en ausencia de abejas se triplicó la incidencia de frutos malformados, lo que ocasionó una merma del 21% en los frutos con valor comercial. La polinización de ese tipo de cultivos resulta importante para muchas economías regionales, ya que su escala es pequeña o mediana y generan ingresos en el ámbito local.



Figura 9. El uso de productos agroquímicos en las tareas agrícolas mejora los rendimientos de los cultivos, pero también reduce la abundancia de polinizadores y su diversidad. En Salta, una pulverizadora autopropulsada realiza un barbecho químico, nombre que se da al control de malezas antes de la plantación o siembra. Foto D Saravia Patrón

tad en los últimos cuarenta años y llevó a un aumento del precio del servicio. También decreció el número de colmenas en Gran Bretaña y muchos países de la Europa oriental. Sin embargo, como hubo aumento de la actividad apícola en países productores de miel, como la Argentina, China y España, la cantidad mundial de colmenas creció cerca de un 50%. Pero estudios recientes indican que la superficie con cultivos dependientes de polinizadores creció más rápido que esa cantidad. Y debido a que la polinización ocurre localmente, que haya más colmenas en la Argentina no compensa el déficit de polinización en otros países. En consecuencia, es probable que la importancia de los polinizadores silvestres, que incluyen a las abejas melíferas salvajes, se haya incrementado en las últimas décadas.

Conservación y manejo de los polinizadores

Para promover la diversidad y abundancia de polinizadores hay que tomar medidas para proveerles alimento, es decir flores, y para que tengan hábitats específicos de

apareamiento y de nidificación al alcance de su vuelo. Con esas medidas se puede estimular la presencia de polinizadores silvestres o aumentar el número de los domésticos.

En la escala zonal, los servicios de polinizadores silvestres varían según cantidad, calidad y disposición espacial de los hábitats. Dado que muchos polinizadores tienen nidos fijos en tierra o en troncos, en sitios naturales o seminaturales, y que su vuelo les significa gasto de energía, comúnmente prefieren visitar flores cerca de su nido. Compilando datos de dieciocho especies cultivadas, se ha estimado que en promedio una flor ubicada a 600m de un hábitat natural o seminatural recibe la mitad de visitas que una flor lindera con dicho hábitat.

Un paisaje heterogéneo, en el que se mezclan áreas agrícolas y naturales, puede beneficiar a los polinizadores debido a una mayor diversidad de posibilidades alimentarias y de nidificación. A su vez, mayor diversidad y abundancia de polinizadores en esos paisajes puede proveer servicios a más cultivos. Para estos propósitos resulta recomendable conservar los hábitats naturales, manejar los seminaturales (por ejemplo, los bordes de los cultivos) y promover, en general, la diversificación del paisaje agrícola (por ejemplo, mayor variedad de cultivos), que es lo opuesto de lo que está sucediendo en la Argentina y otros países.

En una chacra, entre las prácticas que pueden favorecer a los polinizadores se encuentran utilizar parcelas pequeñas, sembrar una alta variedad de cultivos a lo largo del año, aumentar la abundancia y diversidad de flores cerca de alambrados e introducir nidos artificiales o materiales para su construcción, como cañas para diversas especies de abejas del género *Megachile*, maderas para abejas carpinteras del género *Xylocopa*, o restos de hojarasca, troncos y raíces muertas para los abejorros. En la medida en que se conozca la historia natural de los polinizadores silvestres (ciclo de vida, enemigos naturales, recursos que utilizan, etcétera), se podrán tomar medidas específicas para promover ciertas especies particularmente eficientes. Queda todavía mucho por investigar sobre esta cuestión.

Otro asunto importante es un manejo responsable de los productos agroquímicos. Por ejemplo, el uso de

Figura 10. Abeja silvestre nativa *Melissoptila tandilensis* en una flor de girasol. Foto M Sabatino

Figura 11. Las plantas silvestres que crecen en los bordes de un lote sembrado con girasol proporcionan un hábitat para polinizadores de ese cultivo, como la abeja que muestra la figura anterior. Foto A Sáez



insecticidas altamente específicos reduce el riesgo de eliminar involuntariamente especies beneficiosas, como polinizadores y depredadores de insectos plaga. Una medida importante es no fumigar en período de floración ni en las horas de mayor actividad de polinizadores. Actualmente, por otra parte, se estudian las ventajas de la agricultura orgánica sobre la convencional en cuanto a promover la actividad de polinizadores.

Con respecto al aumento del número de especies que se logran criar, un ejemplo exitoso es la abeja *Megachile rotundata*, nativa de Europa, solitaria como la gran mayoría de las especies de abejas y poco agresiva, polinizadora de la alfalfa, la zanahoria y otros vegetales. Otro ejemplo son los abejorros, polinizadores de varios cultivos de invernadero, como el tomate. Dado que en muchas regiones la abeja melífera, lo mismo que determinados abejorros, como *Bombus terrestris*, son especies invasoras que ocasionan efectos adversos a la flora y

fauna nativas, la elección de polinizadores nativos para programas de cría es una alternativa importante para la conservación. En este sentido, existe un creciente interés en los trópicos y subtrópicos por la cría de abejas nativas del género *Melipona*, y en zonas templadas la de ciertas especies nativas de abejorros y de abejas solitarias. En esto se han registrado algunos resultados exitosos.

Polinización y otros servicios de la vida silvestre

La promoción de la polinización mediante la conservación del medio natural favorece al mismo tiempo otros servicios brindados por la vida silvestre, como el control biológico de plagas, la protección de cursos de

POLINIZACIÓN DE CULTIVOS DE POMELOS EN LAS YUNGAS

En el noroeste argentino, evaluamos el servicio de polinización que brindan los remanentes de selva de las yungas a los cultivos colindantes de pomelo (*Citrus paradisi*). Para ello estimamos la abundancia y diversidad de polinizadores, los niveles de polinización y la producción de frutos en función de la distancia a la selva (borde, 10, 100, 500 y 1000m) y realizamos diversas manipulaciones experimentales en las plantas.

A pesar de que se sostiene que la producción asexual de frutos es común en los cítricos, encontramos que en ausencia de polinizadores las flores produjeron solo una sexta parte de los frutos de flores polinizadas en forma natural o manual. Ello indica que la polinización por animales es necesaria para la formación de frutos en las variedades estudiadas de pomelo.

Flores de pomelo de árboles cercanos a la selva recibieron, en promedio, el doble de visitas por parte de un grupo de polinizadores tres veces más diverso que flores ubicadas a un kilómetro. La abeja melífera africanizada, vuelta silvestre en la región y visitante principal de las flores de pomelo, también fue menos abundante a distancias mayores de 500m de la selva. La mayor disminución ocurrió entre los visitantes nativos, como abejas sin aguijón o meliponas y abejas solitarias, que desaparecieron casi completamente a pocos cientos de metros de la selva. Estas disminuciones se observaron a lo largo de tres años y en plantaciones alejadas entre sí hasta 50km, por lo que concluimos que serían habituales en la región.



Plantaciones de cítricos en tierras lindantes a selva nativa en las cercanías de Orán, Salta. Foto N Chacoff y C Monmany

Menos visitas se tradujeron en menor cantidad de polen en los estigmas (30% menos a 1000m) y en menor número de tubos polínicos en el estilo. Sin embargo, el número de frutos no decreció. Pero los resultados de experimentos en los que redujimos aun más el polen indicaron que a mayor distancia de la selva, o ante mayores disminuciones del número de polinizadores, la producción de frutos se vería afectada. En consecuencia, la conservación y restauración de áreas de selva en tierras agrícolas lleva al aumento de polinizadores, de los servicios que estos brindan y de la producción de pomelos.

agua, la fijación de carbono atmosférico y la preservación de la biodiversidad. No hay que olvidar la importancia de la última como fuente de especies medicinales o de plantas alimentarias. Y tampoco es de omitir el valor recreativo del medio natural. La reproducción de 87% de las plantas con flores o angiospermas aumenta por la acción de polinizadores, los que también son alimento de animales que brindan otros servicios, como aves que dispersan semillas, sapos que consumen insectos plaga, etcétera. Es decir, las decisiones sobre el uso de la tierra afectan habitualmente a varios servicios que provee simultáneamente la vida silvestre. Y esas decisiones no deberían solo basarse en razones utilitarias sino también en los valores culturales de la naturaleza silvestre.

Conclusiones

La humanidad se encuentra frente a varios desafíos importantes, entre ellos, aumentar la cantidad y calidad de alimento para una población creciente. Pero necesita hacerlo de manera sustentable y manteniendo los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad. Si bien aún quedan interrogantes, actualmente sabemos que los servicios que brindan los polinizadores silvestres son importantes en la Argentina y en el mundo. A pesar de ello, es poco frecuente considerarlos en las decisiones sobre uso de la tierra y sobre prácticas agrícolas. Algunas medidas, basadas en el retorno económico de corto plazo, como la promoción de monocultivos extensivos en el tiempo y el espacio, perjudican la polinización y otros servicios de la vida silvestre, importantes para el bienestar humano actual y futuro. **CH**



Lucas A Garibaldi

Doctor en ciencias agropecuarias, Facultad de Agronomía, UBA.
Profesor adjunto, Universidad Nacional de Río Negro.
Investigador asistente del Conicet.
garibald@agro.uba.ar



Carolina Morales

Doctora en biología, Universidad Nacional del Comahue.
Investigadora adjunta del Conicet.
cmorales@conicet.gov.ar



Lorena Ashworth

Doctora en ciencias biológicas, Universidad Nacional de Córdoba.
Investigadora asistente del Conicet.
lash@imbiv.unc.edu.ar



Natacha P Chacoff

Doctora en biología, Universidad Nacional del Comahue.
Profesora adjunta, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán.
Investigadora adjunta del Conicet.
nchacoff@mendoza-conicet.gob.ar



Marcelo A Aizen

PhD, Universidad de Massachusetts.
Docente, Centro Regional Bariloche, Universidad Nacional del Comahue.
Investigador principal del Conicet.
marcelo.aizen@gmail.com

LECTURAS SUGERIDAS

AIZEN MA & HARDER LD, 2009, 'The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination', *Current Biology*, 19: 915-991.

CHACOFF NP et al., 2010, 'Pollinator dependence of Argentine agriculture: current status and temporal analysis', *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, Special Issue 1, 3: 106-116.

EARDLEY C et al., 2006, *Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice*, African Pollinator Initiative, en <http://www.pollinator.org/Resources/Pollination%20Handbook.pdf>

FAO, 'Acción mundial sobre servicios de polinización para una agricultura sostenible', en <http://www.internationalpollinatorsinitiative.org/>

GARIBALDI LA et al., 2011, 'Global growth and stability in agricultural yield decrease with pollinator dependence', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 5909-5914, en <http://www.pnas.org/content/early/2011/03/18/1012431108>

- *et al.*, 2011, 'Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits', *Ecology Letters*, 14: 1062-1072, en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x/abstract>

TELLERÍA MC y VOSSLER FG, 2007, 'Tras las huellas de las abejas polinizadoras', *CIENCIA HOY*, 100: 14-20, agosto-septiembre.