

Tras las huellas de las abejas polinizadoras

María C Tellería

Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata
Museo Argentino de Ciencias Naturales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires-CONICET

Favio G Vossler

Museo Argentino de Ciencias Naturales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

La reproducción de una gran variedad de plantas, muchas de ellas proveedoras de alimento para la humanidad, depende de la acción polinizadora de las abejas. Investigar sus preferencias alimentarias contribuye a conocer su relación con la flora y a seleccionar aquellas que mejor se adaptarían a la polinización de cultivos.

Desde su surgimiento, hace aproximadamente 80 millones de años, los insectos estuvieron estrechamente ligados a la vida de las plantas con flores (Angiospermas). Una gran variedad de ellos depende de recompensas florales (néctar y polen) para su supervivencia (véase 'El néctar: la realidad del mito', CIENCIA HOY 5, 1995); a su vez, una gran variedad de plantas –aun aquellas que se cultivan– necesita de la visita de los insectos para ser polinizadas y así producir las semillas que aseguran su descendencia. Se estima que el 67% de las 'plantas con flores' requiere del servicio de polinización de los insectos para la producción de frutos y semillas.

Dentro de la enorme variedad de insectos existentes en la naturaleza se encuentran los himenópteros, entre ellos las denominadas abejas en un sentido amplio. Las abejas conforman un grupo esencial en el mantenimiento de la biodiversidad; su acción polinizadora afecta no solo al mundo vegetal sino también a otros organismos. Por ese motivo se dice que la declinación de estos insectos, tanto en número como en diversidad, tiene un 'efecto cascada' sobre una multitud de organismos. En esa red de relaciones está incluido el ser humano pues el 30% de los alimentos que consume la humanidad proviene de plantas polinizadas por abejas. Desafortunadamente estos polinizadores constituyen un grupo de riesgo debido a la destrucción del medio ambiente. Un claro ejemplo es el avance de los monocultivos, pues la extensión de la frontera agrícola sobre los ecosistemas naturales implica deforestación, quema y uso de agroquímicos. Estas actividades destruyen tanto los sitios de nidificación como las fuentes de alimento de los polinizadores.

Las abejas son grandes consumidoras de polen y néctar; el polen, rico en proteínas, cubre las necesidades proteicas de la cría y su deficiencia impide el completo desarrollo de las larvas. En cambio el néctar, compuesto por agua y azúcares, aporta la energía que necesitan los adultos para realizar el peco-reo o búsqueda de fuentes alimentarias (véase 'La abeja recolectora de néctar', CIENCIA HOY, 12: 34-41, 1991). En la incesante búsqueda de alimento, las abejas trasladan el polen de una flor a otra. El número de interacciones individuales de las abejas y las flores puede ser muy grande. Se ha estimado que para producir un gramo de miel un tipo de abeja, los abejorros, necesita visitar unas 200.000 flores de trébol rojo.

La importancia que tienen las abejas en el mantenimiento de la biodiversidad exige su protección y conservación, y para eso es necesario avanzar en el conocimiento de su biología, fundamentalmente de su relación con la flora que le provee alimento, ámbitos de apareamiento y sustratos de nidificación.

Existen diferentes formas de estudiar las preferencias florales de las abejas. Por ejemplo, se puede

estudiar el polen que ellas recolectan de las flores y que luego de ser transportado, mezclado con el néctar o adherido al cuerpo, depositan en sus nidos. Los granos de polen asociados a las abejas son como huellas que delatan su recorrido. En general cada tipo de planta produce un polen característico, de manera que al identificar los granos de polen transportados o almacenados por las abejas se conocen las plantas que fueron visitadas y así se estudia el hábitat de alimentación.

La mayoría de las plantas ofrece polen y néctar a sus polinizadores; sin embargo, las abejas suelen hacer un uso diferente de esas recompensas; la habilidad para aprovecharlas varía según el tipo de flor y según el predominio de una u otra recompensa en las diversas clases de plantas, de ahí que se clasifiquen en nectaríferas, poliníferas o polen-nectaríferas.

El estudio del néctar transportado, que finalmente se transforma en miel (véase 'El polen de las mieles, un indicador de su procedencia botánica y geográfica', CIENCIA HOY, 62: 63-66, 2001), permite identificar las plantas proveedoras de néctar denominadas comúnmente plantas nectaríferas. En cambio, el estudio del polen almacenado en los nidos de las abejas nativas, en forma de panes de polen, o en las colmenas de la abeja melífera europea, en forma de cargas corbiculares, permite conocer las plantas proveedoras de polen o plantas poliníferas. En este artículo nos referiremos a la utilización de las plantas poliníferas en un sector de la región pampeana por parte de *Apis mellifera*, la abeja melífera europea (figura 1), y por cuatro tipos de abejas nativas: *Pthilotrix relata*, *Bombus atratus*, *Xylocopa augusti* (figura 2) y *Xylocopa splendidula*. *Pthilotrix relata* es una abeja solitaria, las restantes presentan diferente desarrollo de sociabilidad. *Bombus atratus*, conocido vulgarmente como abejorro o mangangá, tiene un ciclo de vida social; en tanto que ambas especies de *Xylocopa* (*X. augusti*, *X. splendidula*), denominadas carpinteras, son consideradas gregarias o semisociales.



Figura 1. Abeja melífera (*Apis mellifera*) sobre una flor de azarero (*Pittosporum tobira*).

Obtención del material de estudio

Para estudiar el polen colectado por las abejas es necesario acceder a los nidos, lo cual requiere una verdadera tarea de detective pues se debe intentar seguir a las abejas para descubrir adónde llevan su carga de polen.

Las abejas nativas nidifican en una amplia variedad de sustratos que pueden ser subterráneos o aéreos. Los nidos de *Xylocopa* se encontraron en vigas de pino tea y en troncos de sauce, paraíso y eucalipto (figura 3); los de *Pthilotrix relata* (figura 4) a escasos 15 centímetros de la superficie de un suelo rico en calcio; en tanto que el nido de *Bombus atratus* se halló bajo escombros.

Tanto la miel como el polen se extraen directamente de la colmena de la abeja melífera *Apis mellifera*. Las cargas de polen en particular son fácilmente extraídas colocando trampas caza-polen en la entrada de la colmena (figura 5). Cada trampa consiste en una caja de madera, plástico o metal, cuyo frente está cubierto por una rejilla; las abejas al ingresar a la colmena deben pasar por los estrechos orificios de esa rejilla que impiden el ingreso de las cargas de polen que llevan en sus *corbiculas*, ubicadas en el tercer par de patas. De este modo, las abejas entran a la colmena despojadas de sus cargas de polen que quedan retenidas en la trampa desde donde son recogidas para su estudio. Las cargas polínicas poseen diferentes colores (figura 6); cada color representa un tipo de polen que a su vez permite identificar a la planta que lo ha producido.

La evolución de las flores y sus polinizadores

La relación entre los insectos y las flores fue estudiada por renombrados naturalistas. Sin dudas, Charles Darwin es el más popular de ellos. En el siglo XIX, Darwin sostuvo que las flores poseían características particulares que atraían a los polinizadores y así facilitaban la polinización cruzada. Si bien aún se desconocían los genes, Darwin sostenía que la polinización generaba variabilidad de caracteres en las poblaciones vegetales y sobre esos caracteres actuaba la selección natural, preservando aquellos que eran ventajosos para la adaptación. Según su pensamiento, era probable que esa relación mutua, entre los insectos y las plantas, se hubiese iniciado a partir de 'cierto orden' en el comportamiento entre el polinizador y las flores a ser polinizadas. El primer paso habría sido la regularidad de las visitas por parte del polinizador a las flores; inicialmente esta relación habría sido establecida por medio de algún tipo de 'atractivo' presente en las flores, como néctar, polen, aromas, aceites, etc. La selección iría moldeando los caracteres morfológicos y fisiológicos tanto de las flores como de las habilidades de los insectos visitantes. Al conjunto de caracteres florales que responde a la visita de un particular grupo de polinizadores se lo denominó *síndrome de polinización* (véase 'El néctar: la realidad del mito', CIENCIA HOY 5, 1995).



Figura 2. Carpintera (*Xylocopa augustii*) sobre una flor de pasionaria o mburucuyá (*Passiflora coerulea*). El color amarillo en el dorso del insecto corresponde al polen.

Polen cosechado por abejas nativas y por abejas melíferas en un sector de la región pampeana

Estudios realizados en la región pampeana sobre preferencias alimentarias de insectos nativos mostraron que, en general, estas abejas tienen un amplio espectro de recolección, tanto de plantas silvestres como cultivadas. Las diferencias en la amplitud y composición del espectro de recolección obedecen a múltiples factores; los más evidentes son las variaciones en el ciclo de vida de las plantas y las habilidades de los polinizadores para acceder a determinados tipos de flores o para obtener determinados tipos de polen.

En general, los insectos sociales y los semisociales son altamente generalistas o *polilécticos*, es decir que ante la necesidad de alimentar a una gran población visitan una amplia diversidad de plantas. A esta categoría pertenecen *Apis mellifera*, *Bombus* y *Xylocopa*; la abeja melífera, que es altamente social y forma grandes colonias, es la que presenta un espectro de recolección más amplio y variado con respecto a los otros dos tipos de abejas. En cambio, las abejas solitarias son *oligolécticas*, esto significa que son más específicas en la elección de las plantas que utilizan para alimentarse. *Pthilotrix*



Figura 3. Tronco de eucalipto sin la corteza, mostrando un nido de carpintera (*Xylocopa splendidula splendidula*). Se observan la entrada al nido y cuatro hileras de celdas separadas por tabiques de aserrín. La flecha señala las celdas de la hilera izquierda, que contienen panes de polen y larvas bastante desarrolladas. En las hileras siguientes, los panes de polen ya han sido consumidos y pueden apreciarse distintos grados de desarrollo de la carpintera.

relata se alimenta de unas pocas fuentes de polen; estudios realizados sobre su biología demuestran la constancia de estas abejas hacia las mismas plantas. Existen diferentes estrategias de cada abeja, tanto para acceder al polen como para ‘manipular’ polen con una morfología particular. Por ejemplo, el polen de *Solanum* (figura 7A), de la familia Solanácea (familia del tomate, ají, berenjena, papa, etc.), solo fue recolectado por *Xylocopa* y *Bombus*. Las flores de *Solanum* tienen las anteras (partes de la flor donde se encuentra el polen) en forma de tubo, abierto –en un pequeño poro– en el extremo libre. De las abejas estudiadas, solo *Xylocopa* y *Bombus* generan, con sus músculos abdominales, la vibración necesaria para hacer salir el polen de esas anteras tubulares. Este tipo de polinización, denominada *vibrátil*, se produce a partir de un zumbido emitido por la abeja, con una frecuencia específica. El polen sale del interior de las anteras y se deposita sobre el vientre de la abeja desde donde es ‘empaquetado’ para su posterior almacenamiento en el nido. La relación entre las flores con anteras de dehiscencia apical y los insectos que producen vibración son un claro ejemplo de correspondencia entre las flores y sus polinizadores especializados. El polen extraído por vibración, por lo general, presenta una superficie casi lisa (figura 7A). El polen de

Hibiscus (suspiro), *Cucurbita* (zapallo) y *Ludwigia* (botón de oro) es ávidamente colectado por la abeja solitaria *Ptilotrix*, cuyas patas provistas de pelos plumosos resultan de mucha ayuda para transportar polen grande y espinoso (figura 7B), o con largos filamentos. Estas plantas también son visitadas por diversos insectos aunque parecen ser exclusivas en la alimentación de *Ptilotrix*, y trabajos realizados en otras latitudes muestran cierta constancia en su utilización. En este caso es el insecto quien parece ajustarse a la colecta de determinados tipos de polen, ya que las plantas que utilizan son también visitadas por otros polinizadores. *Xylocopa* es hábil extrayendo el polen de la alfalfa, cuyas flores tienen particulares mecanismos de apertura. Ninguna de estas plantas utilizadas por abejas nativas es significativa para *Apis mellifera*. La abeja melífera no produce las vibraciones necesarias para extraer el polen de *Solanum*, tampoco tiene pelos plumosos para colectar polen espinoso de gran tamaño, y además carece de la habilidad necesaria para colectar el polen en las flores de alfalfa. En los ejemplos observados, los diferentes tipos de abejas parecen tener distintas habilidades para conseguir recursos alimenticios.

Aplicaciones del conocimiento de las preferencias alimentarias de las abejas

El caso de *Apis mellifera*

El manejo que usualmente realizan los apicultores para optimizar el rendimiento de las colmenas, deriva del conocimiento de la oferta de floración y de las necesidades alimentarias de las abejas. Durante la primavera, época en que se reproduce la población de abejas de las colmenas, se buscan sitios donde se encuentren plantas florecidas, con impor-



Figura 4. Celda de barro que contiene un ‘pan de polen’ fabricado por *Ptilotrix relata*.



Figura 5. Colmena habitada por 'abejas melíferas' (*Apis mellifera*), que muestra una trampa caza-polen en su entrada.



Figura 6. Cargas polínicas transportadas por las abejas melíferas. Los diferentes colores representan a diferentes especies de plantas.

tante oferta de polen, coincidiendo con los requerimientos nutricionales de la cría. Comúnmente la necesidad de la colmena de consumir grandes cantidades de polen es aprovechada por fruticultores y horticultores que necesitan polinizar sus plantaciones. Al avanzar el verano, y superado el período de formación de los colmenares, se buscan floraciones ricas en néctar, cuya acumulación en exceso da lugar a la producción de miel.

Por lo general, los apicultores tienen un conocimiento empírico de la floración y de su utilización por parte de la abeja melífera, que les permite un mejor aprovechamiento de los recursos a la vez que les posibilita la obtención de mieles diferenciadas (véase 'El polen de las mieles, un indicador de su procedencia botánica y geográfica', CIENCIA HOY, 62: 63-66, 2001). En nuestro país se ha avanzado en el conocimiento de la flora melífera, tanto en lo que respecta a su composición como a la disponibilidad. Existe información referida a diferentes regiones fitogeográficas, con diferente grado de desarrollo apícola como la región Pampeana y Chaqueña, delta del Paraná, Caldenal, Monte y Patagonia andina y extra andina.

El caso de otras abejas

El conocimiento de las preferencias alimentarias de las abejas y de sus habilidades en la recolección de polen contribuye a la selección de potenciales polinizadores de cultivos de interés económico.

Existen al menos dos posturas acerca de las características que debe reunir un 'buen insecto polinizador'. Algunos especialistas sostienen que los polinizadores más eficientes son los colectores de néctar, aceites, o bien aquellos que utilizan a las flores como refugio. Los insectos, al entrar en contacto con las anteras de las flores se impregnarían con polen y así, al visitar otras flores, trasladarían las gametas masculinas efectuando la polinización cruzada. Otros consideran que un potencial polinizador es fundamentalmente colector de polen y polinizador específico de algunos tipos de plantas. Es decir un polinizador especialista tendría ventajas sobre uno generalista. Cualquiera de los criterios que se siga para elegir al polinizador, una vez que este fue seleccionado, el paso siguiente es profundizar el estudio de su biología, para culminar con trabajos de investigación experimental sobre la eficiencia de la polinización en la producción de frutos y semillas del cultivo considerado. De este modo, y después de estudios interdisciplinarios, es posible planificar un mejor aprovechamiento de los agroecosistemas utilizando abejas autóctonas como polinizadoras, protegiendo a la vez la delicada relación entre la flora y la apifauna nativa.

La utilización de abejas nativas está desarrollada en diversos países; por ejemplo en Estados Unidos de América se utiliza a *Nomia melanderi* y *Megachile rotundata* para polinizar alfalfa. En Nueva Zelanda y países europeos, diversas especies de

abejorros son criados en colmenas similares a las de la abeja melífera, principalmente para la polinización de Solanáceas, aunque también se los utiliza para polinizar diversos frutales como almendros, manzanos y kiwi que requieren la polinización *vibrátil*. En India, algunas especies de *Xylocopa* (carpinteras) son utilizadas para la polinización de Cucurbitáceas (familia del zapallo, sandía, pepino, etc.), en tanto que en África se las introduce en los cultivos de alfalfa.

La necesidad de investigar

Se han identificado alrededor de 55 insectos polinizadores de 107 cultivos globales importantes para la humanidad. Esos polinizadores son, en su mayoría, abejas; sin embargo, aproximadamente solo 10 de las 20.000 clases de abejas son manejadas racionalmente para la polinización de cultivos; estas cifras muestran la necesidad de investigar en este

campo con el fin de aprovechar las especies autóctonas. Es habitual que ante la necesidad de polinizar un determinado tipo de cultivo (por ejemplo: girasol, alfalfa) se piense inmediatamente en la abeja melífera europea. También es probable que se evalúe la introducción de alguna otra abeja exótica, cuya eficiencia polinizadora haya sido probada en su país de origen. Sin embargo, generalmente se desconocen los posibles impactos negativos que pueden ocasionar sobre la biodiversidad regional. Las abejas melíferas son consideradas por muchos profesionales como el polinizador universal; esta calificación deriva de dos importantes atributos: se encuentran en una gran variedad de ambientes, lo cual descarta un problema de adaptación, y las colmenas son fácilmente trasladadas de un lugar a otro, facilitando su instalación dentro de los cultivos. Sin embargo, en los últimos años, y a partir de estudios experimentales, se ha sugerido que la eficiencia de la acción polinizadora de *Apis mellifera*, depende del cultivo a polinizar. Como se ha men-

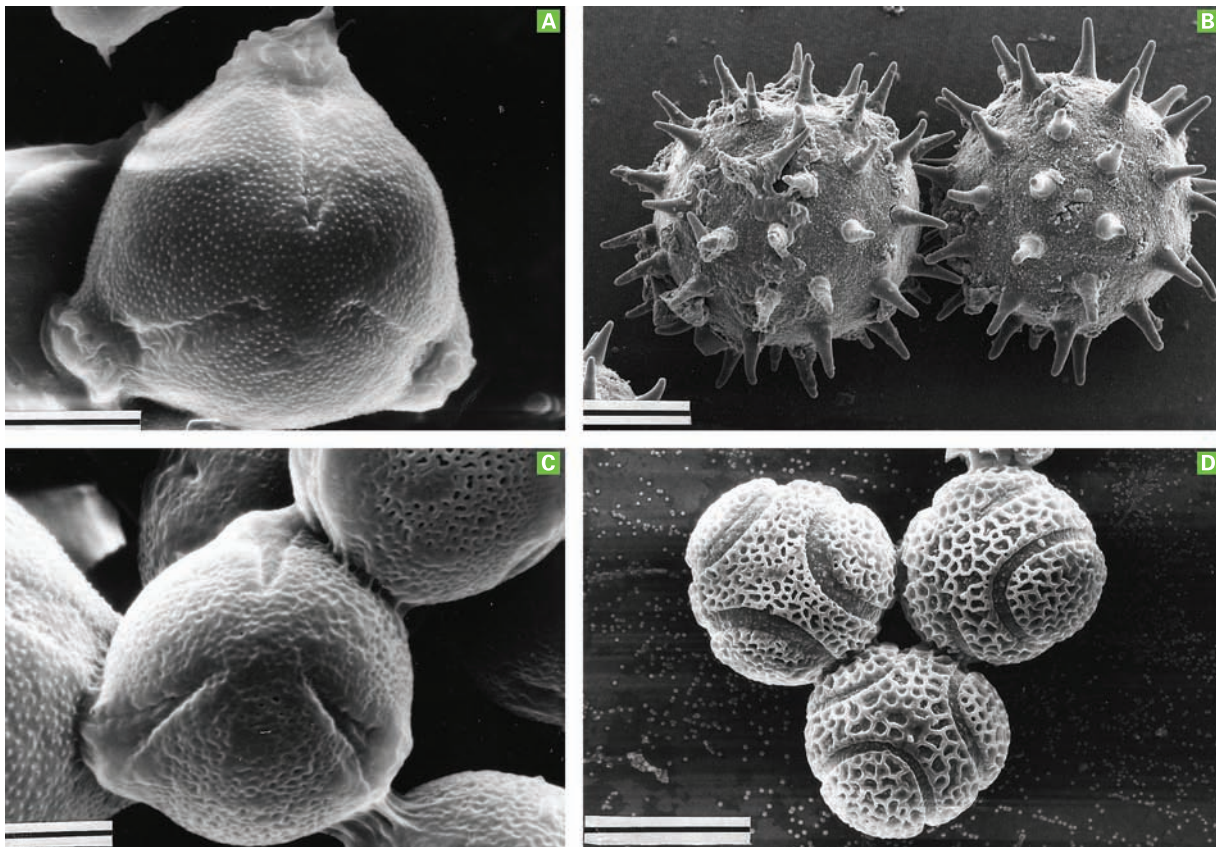


Figura 7. Algunos granos de polen recolectados por las abejas fotografiados en el microscopio electrónico de barrido. A. Polen de *Solanum sp.*, con la superficie casi lisa. B. Polen de suspiro (*Hibiscus sp.*) con largas espinas. C. Polen de sofora (*Styphnolobium japonicum*), con un pegamento oleoso sobre la superficie del grano, que facilita su aglutinación con otros granos de polen. D. Polen de pasionaria (*Passiflora coerulea*). Escalas: A y C: 10 μ m, B y D: 50 μ m.

cionado anteriormente, la abeja melífera no presenta habilidad para aprovechar cualquier tipo de flor. En cuanto a abejas exóticas en general, es altamente probable que al ser introducidas en otro ambiente provoquen un desplazamiento de los polinizadores nativos al competir por las mismas fuentes de alimento y por los sitios de nidificación, llegando incluso a provocar la extinción de algunas especies. También podrían actuar como intermediarios en la introducción de agentes patógenos nocivos para los organismos nativos. La declinación de los insectos nativos también afectaría a las plantas nativas, pues al perder sus polinizadores, la producción de semillas disminuiría y esa situación, sostenida en el tiempo, podría conducir a su extinción. Por otro lado, al disminuir la población de plantas nativas, los organismos que de ellas dependen también estarían en riesgo de extinción. Numerosos estudios advierten que restablecer una relación de mutualismo cuando las especies introducidas han tenido un efecto negativo es casi imposible. De este modo, en corto tiempo se erosionarían los complejos sistemas de interacción entre las abejas y las flores, que ha demandado millones de años de evolución (véase 'La biodiversidad en los umbrales del siglo XXI', CIENCIA HOY 6, 1997).

En la Argentina, la posibilidad de utilizar las abejas nativas en la polinización de cultivos merece ser investigada; para esto se requiere un trabajo interdisciplinario y una ardua tarea de extensión. Seguramente, como se ha logrado en otros países, la utilización de polinizadores nativos podría mejorar el rendimiento de algunos cultivos con un impacto mucho menor sobre los ecosistemas naturales. **CH**

Agradecimientos

Agradecemos a Leonardo Galetto la lectura crítica del manuscrito.



María C Tellería

Doctora en Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
Investigadora independiente, CONICET.
telleria@netverk.com.ar



Favio G Vossler

Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
Tesisista del doctorado en Ciencias Naturales.
favossler@yahoo.com.ar

Lecturas sugeridas

KLEIN AM, VASSIÈRE BE, CANE JH, STEFFAN-DEWENTER I, CUNNINGHAM SA, KREMEN C & TSCHARNTKE T, 2007, 'Importance of pollinators in changing landscapes for world crops', *Proc. R. Soc.*, 274: 303-313.

LASALLE J & GAULD ID, 1997, *Hymenoptera and biodiversity*, CAB International.

ROUBIK DW, 1992, *Ecology and natural history of tropical bees*, Cambridge Tropical Biology series.

STRICKLER K & CANE JH, 2003, 'For nonnative crops, whence pollinators of the future?', *Proceedings of Entomological Society of America*.

TELLERÍA MC, 2003, 'Pollen harvest by *Ptilothrix relata* (Hym. Apidae, Emphorini) in Argentine pampas. Preliminary results', *Grana*, 42: 244-247.