



UN ESTUDIO REALIZADO EN EL SUR DE HUELVA PROFUNDIZA EN ESTA ESPECIALIZACIÓN

Al descubierto la dependencia total de una abeja solitaria sobre una jara

La abeja solitaria *Flavipanurgus venustus*, perteneciente a un género endémico de la península Ibérica, depende únicamente de las flores de la jara rizada como fuente de alimento, a pesar de coexistir con otras jaras de flores similares. Como consecuencia, el periodo de actividad de esta abeja está sincronizado con la floración de la jara rizada y las poblaciones del insecto son más abundantes allí donde estas flores son más numerosas.

Pero, ¿por qué especializarte en una única jara cuando hay otras disponibles?

Textos: Juan Pedro González Varo, Francisco Javier Ortiz y Montserrat Vilà
Fotos: Juan Pedro González Varo

Las abejas son los principales animales polinizadores en la mayoría de los ecosistemas del planeta. Su fuerte vínculo con las flores radica en que necesitan polen y néctar para alimentar a sus larvas, a diferencia de otros grupos de insectos que solo se alimentan de recursos florales durante su fase adulta, como es el caso de lepidópteros, dípteros, coleópteros e incluso otros himenópteros. El néctar les aporta carbohidratos para sus requerimientos energéticos, mientras que el polen proporciona las proteínas necesarias para el crecimiento y desarrollo de sus larvas (1). Es precisamente en el polen que coleccionan las hembras para provisionar sus nidos donde existe especialización trófica (de dieta) en las abejas.

¿Por qué se especializan ciertas abejas en el polen de algunas especies de flores? Parece que el mecanismo principal es la limitación fisiológica para digerirlo eficientemente. Más allá de su papel secundario como recompensa nutritiva para los polinizadores, los granos de polen tienen una función concreta como gametos masculinos para la reproducción sexual de las plantas, lo cual requiere de una cubierta compleja que difiere muchísimo entre linajes de plantas. La limitación fisiológica para digerir el polen ha sido apoyada mediante experimentos con larvas de abejas especialistas, alimentadas con polen de flores pertenecientes a familias y géneros distintos a los de sus flores preferidas. El resultado es que la mayoría de las larvas mueren o se desarrollan deficientemente (2).

Sin embargo, los mismos experimentos también han revelado resultados inesperados: algunas de esas larvas se pueden desarrollar con éxito con polen de especies que descartan en el campo (3). Es decir, las abejas podrían coleccionar polen de esas otras especies para sus nidos, pero no lo hacen porque tienen una preferencia innata por sus flores preferidas. Esto último sugiere que las limitaciones cognitivas son un segundo mecanismo para la especialización.

La especialización trófica en las abejas se ha clasificado tradicionalmente en las siguientes tres categorías: (a) polilectia, si las abejas coleccionan polen de flores de muchas especies de plantas que no están relacionadas entre sí; (b) oligolectia, si coleccionan polen de especies emparentadas, generalmente del mismo género; y (c) monolectia, si coleccionan polen de las flores de una sola especie. No obstante, muchos autores han cuestionado que la verdadera monolectia exista, argumentando que, en los casos conocidos, realmente se trata de una "oligolectia sin elección", porque la planta no cohabita -o no florece simultáneamente- con otras especies de su mis-

mo género (4). Hace ya casi un siglo, el entomólogo norteamericano Charles Robertson afirmaba: "Una abeja monolectica se limita a una única especie porque el género sólo tiene una" (5). Y lo cierto es que la gran mayoría de los casos conocidos de monolectia encajan en la "oligolectia sin elección".

Tanto es así que hasta el año pasado no existía ningún estudio ecológico que apoyase con robustez este tipo de especialización extrema. Pero en un estudio publicado en la revista *PLoS ONE* en septiembre de 2016 demostramos que la abeja solitaria *Flavipanurgus venustus* depende totalmente de las flores de la jara rizada (*Cistus crispus*), a pesar de la presencia de varias especies de jaras (género *Cistus*) con flores similares tanto en tamaño como en forma (6). Nuestro estudio incluye una veintena de localidades situadas en las campiñas del sur de la provincia de Huelva en las que muestreamos durante tres años. Por lo tanto, demostramos que la monolectia en *Flavipanurgus venustus* no sólo es verdadera, sino que también es consistente en el espacio y en el tiempo. Además, comprobamos que su periodo de actividad está sincronizado con la floración de la jara rizada y que sus poblaciones son más abundantes en los sitios donde esas flores son más numerosas.

Nuestro trabajo, junto con información sobre la evolución y diversificación de las jaras, sugiere que procesos históricos y limitaciones cognitivas podrían explicar este caso de especialización extrema en abejas. Pero vayamos por partes.

A la izquierda, en la página anterior, hembra de *Flavipanurgus venustus* en una flor de jara rizada. A la derecha, macho de esta especie de abeja solitaria sobre la flor de la misma jara. Al comparar las dos fotografías se aprecia el dimorfismo sexual de *F. venustus*, muy notorio en la cabeza y las mandíbulas más grandes del macho (fotos: Curro Molina y Ian Cross).

Momento en que un macho de *Flavipanurgus venustus* agarra a una hembra de su especie con las mandíbulas, para aparearse con ella.



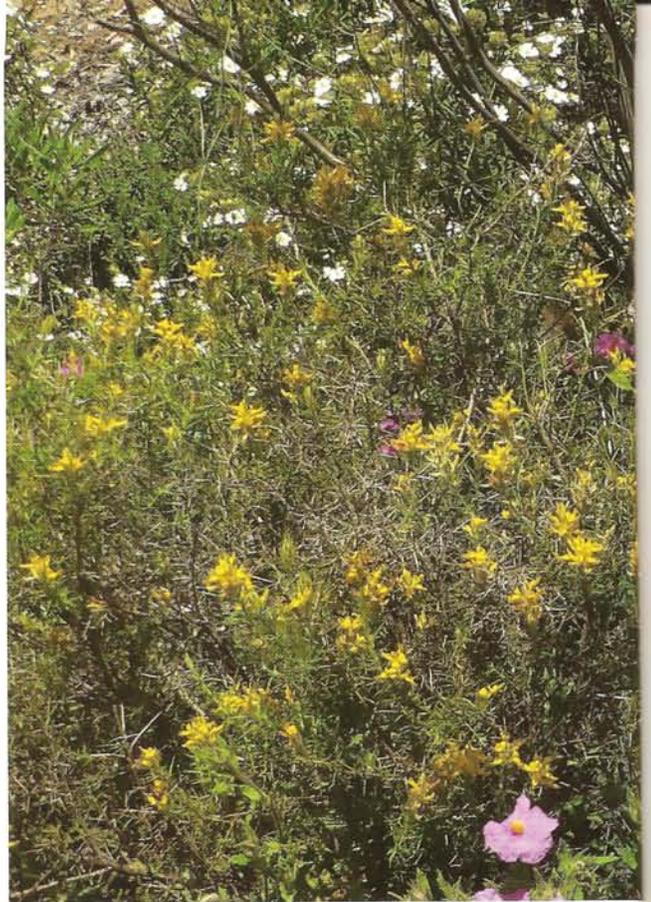
Cuadro 1

¿CÓMO VIVEN LAS ABEJAS SOLITARIAS?

Abejas las hay en todos los continentes, donde quiera que haya flores. Hasta la fecha se han descrito unas 20.000 especies, unas 2.000 de las cuales están presentes en Europa y más de 1.000 en España (1, 7, 8). La inmensa mayoría de las especies de abejas son solitarias y viven de manera muy distinta a la archiconocida abeja de la miel o abeja doméstica (*Apis mellifera*).

Podemos resumir el ciclo de una abeja solitaria tipo de la siguiente forma. En primavera, primero los machos y después las hembras emergen de los nidos donde han hibernado. Los machos patrullan zonas con abundantes flores donde localizan e interceptan a las hembras para copular con ellas. Las hembras se dedican a preparar sus nidos, normalmente en agujeros excavados en el suelo, en grietas o en agujeros de madera muerta. Comienzan entonces a visitar flores para almacenar en sus nidos despensas de polen y néctar. Pondrán un huevo junto a cada una de estas despensas. Machos y hembras mueren esa misma primavera (o ya en verano) después de haber cumplido el objetivo de la reproducción.

En los nidos las larvas comienzan a alimentarse de las despensas que prepararon sus madres. Lo seguirán haciendo durante el verano y el otoño, pasando por distintos estadios larvarios hasta transformarse en pupa y, finalmente, en adulto. Dependiendo de la especie, la hibernación durante el invierno puede darse en forma de larva, pupa o adulto. El ciclo se cierra en la primavera del año siguiente, cuando una nueva generación de adultos emerge de los nidos.



Un macho de abeja solitaria del género *Eucera* liba néctar en una flor de cantueso.

Una abeja solitaria y endémica

Flavipanurgus venustus es una abeja solitaria de aproximadamente un centímetro de longitud, con un marcado dimorfismo sexual. Su género es endémico de la península Ibérica y posee cinco especies reconocidas (1). Se trata de un grupo cuya historia natural es muy desconocida, al igual que ocurre con muchas de las más de mil especies que conforman nuestra biodiversidad de abejas (7, 8). Un claro ejemplo es que antes de nuestro estudio sólo existían tres registros de *Flavipanurgus venustus* (9), dos en el entorno de Estepona (Málaga) y uno cerca de Ayamonte (Huelva) (Cuadro 2, en página 16).

Nuestras sorpresas llegaron durante las primaveras de 2011, 2012 y 2013, cuando realizábamos censos de polinizadores en fragmentos de bosque mediterráneo del suroeste de Andalucía. Primera sorpresa: ¡*Flavipanurgus* estaba presente en casi todos nuestros sitios de estudio! De hecho, era una de las abejas solitarias más abundantes en estos hábitats. Segunda: ¡Siempre observábamos a esta especie en las flores de la jara rizada! Y esto a pesar de la presencia de otras jaras en los sitios de estudio, siendo algunas especialmente abundantes, como el jaguarzo morisco (*Cistus salvifolius*), el jaguarzo negro (*Cistus monspeliensis*) y la jara pringosa (*Cistus ladanifer*). Con nuestras observaciones corroboramos que la jara rizada no sólo actúa como la única fuente de alimento para estas abejas, también como el lugar donde se aparean (Cuadro 3, en página 17).

Pero para demostrar fehacientemente que una abeja es verdaderamente monoléctica debíamos comprobar que las hembras sólo acumulan en sus nidos polen de una única especie de flor y hacerlo en muchos nidos y en varias localidades. El problema es que no es nada fácil encontrar nidos de algunas abejas solitarias. Efectivamente, a pesar de nuestros esfuerzos, no encontramos ni uno solo en los tres años de estudio. Sin embargo, conseguimos acumular diversas evidencias que nos han permitido constatar la monolectia. Veamos cómo.

Comprobando la monolectia

Como ya hemos apuntado, siempre observábamos a *Flavipanurgus venustus* en flores de jara



Flores de jara rizada, jaguarzo negro y tojo alfilerero (*Genista hirsuta*) en el sotobosque de una de las zonas de estudio del sur de la provincia de Huelva. Las flores de jara rizada son las de color púrpura.

Flores de (1) jaguarzo morisco (*Cistus salvifolius*), (2) jaguarzo negro (*C. monspeliensis*), (3) jara rizada (*C. crispus*) y (4) estepa blanca (*C. albidus*).

rizada en las más de 1.200 observaciones que realizamos para esta especie en una veintena de localidades y durante tres años de muestreos. El número sería mucho mayor si contáramos las observaciones realizadas fuera de censo. ¿Podría ser que se nos escaparan visitas esporádicas a otras especies de flores?

Parece poco probable, teniendo en cuenta que acumulamos más de 16.000 observaciones de insectos visitando flores en sitios y años distintos y que nuestros censos incluyeron a todas las especies de insectos y flores presentes en los sitios de estudio. Aún así, analizamos las cargas polínicas acumuladas en las escopas de esta abeja, que son el conjunto de pelos de las patas traseras de las hembras que sirven para recoger y transportar el polen. Nos encontramos con que un 98% de los granos de polen pertenecía a la jara rizada, valor que está por encima del umbral de monolectía (95%) propuesto por algunos autores para este tipo de análisis (10). Nuestros datos sugieren además que el "otro polen" procedía de la contaminación de flores de jara rizada que fueron previamente visitadas por la abeja de la miel (*Apis mellifera*). De hecho, la mayor parte de ese otro polen era de fresa (*Fragaria x ananassa*). Las fresas se cultivan en invernaderos que estaban a centenares de metros de nuestros fragmentos de estudio, distancias asequibles para la abeja de la miel, pero que exceden con creces las distancias de forrajeo de abejas solitarias pequeñas como *Flavipanurgus venustus*. También encontramos que el 95% del polen adherido al cuerpo de los machos pertenecía a la jara rizada.



La falta de observaciones de visitas a las flores de otras especies, junto con el dominio de granos de polen de jara rizada en cuerpo y escopas de *Flavipanurgus venustus*, sugieren que esta abeja también usa a la jara rizada como única fuente de néctar. Aunque la flor de las jaras tiene sólo una pequeña cantidad de néctar, ésta podría ser compensada por el elevado número de flores que produce cada planta.

Cuadro 2

DISTRIBUCIÓN (CONOCIDA) DE FLAVIPANURGUS VENUSTUS

Las áreas de color rojo muestran la localización de los únicos registros de *Flavipanurgus venustus* que existían antes de nuestro estudio. El área naranja representa la distribución probable de la especie a partir de inferencias realizadas por la UICN (7). El rectángulo muestra el área donde se encontraban nuestros sitios de estudio, mientras que los puntos marcan puntos donde realizamos observaciones adicionales. Estamos recopilando información sobre la distribución real de esta abeja y agradeceríamos la colaboración de los lectores de *Quercus*. Ahora precisamente que llega el mes de abril y entramos en el pico de emergencia de *Flavipanurgus venustus*, si encontráis esta especie os agradeceríamos que nos enviéis una foto del macho (inconfundible), acompañada de información geográfica del lugar de la observación (coordenadas y descripción), a este correo electrónico: flavipanurgus@hotmail.com.



Hasta aquí, nuestros datos demostraban una fidelidad total de *Flavipanurgus venustus* hacia la jara rizada, a pesar de la presencia de otras jaras en floración cuyas flores eran similares en tamaño y forma... ¡pero ojo, no en color! Las flores de las otras especies de jaras en nuestros sitios de estudio son blancas y, de hecho, pertenecen al llamado "linajes de flores blancas" de las jaras, mientras que la jara rizada pertenece al "linaje de flores púrpuras" (11). La pregunta era si serían estas abejas igual de fieles a la jara rizada ante la presencia de otra jara de flores púrpuras.

Hay otra jara con estas características en nuestra región de estudio: la estepa blanca (*Cistus albidus*). Se trata de la especie más cercana a la jara rizada en el sur de la península Ibérica y sus flores son casi idénticas en tamaño, forma y color. Pero es difícil encontrar a ambas juntas. De hecho, la estepa blanca no estaba presente en ninguno de los 17

fragmentos donde muestreamos en 2011 y 2012. Es por esto que en 2013 buscamos un sitio donde las dos jaras púrpuras estuvieran presentes. Además, comprobamos que ambas especies florecían simultáneamente durante el periodo de actividad de *Flavipanurgus venustus*. Muestreamos este sitio periódicamente durante toda la primavera y, de nuevo, monolectia por goleada. Visitas a la jara rizada: 53. Visitas a la estepa blanca: 0. Corroboramos este resultado en 2015 en el mismo sitio y en dos sitios adicionales fuera del área de estudio (Cuadro 2). ¿Qué tenían las flores de la jara rizada que no tuvieran las de la estepa blanca? ¡Pero si son casi idénticas a simple vista!

Son casi idénticas, pero para los humanos, no necesariamente para las abejas, que además pueden ver la luz ultravioleta (12). Para comprobarlo, medimos el color emitido por los pétalos de ambas especies con un espectrómetro. Como era de esperar, la reflectancia de ambas fue casi idéntica en el espectro visible pero, para nuestra sorpresa, ¡totalmente distinta en el espectro ultravioleta! Los pétalos de la jara rizada reflejaron una alta fracción de luz ultravioleta, al contrario que los de la estepa blanca, que reflejaron una cantidad insignificante. Por lo tanto, cuando *Flavipanurgus venustus* sobrevuela las jaras de flores púrpuras puede ver con total claridad cuáles pertenecen a la jara rizada y cuáles no.

Lecciones ecológicas y evolutivas

Depender totalmente de la flor de una única especie es depender de un recurso efímero, sólo disponible durante un corto periodo del año. Por lo tanto, la selección natural ha tenido que promover que la fenología de *Flavipanurgus venustus* esté bien sincronizada con la floración de la jara rizada.

Para comprobarlo, en 2013 elegimos dos sitios en los que muestreamos periódicamente desde antes del comienzo hasta el final de la floración de la jara rizada. Básicamente, contábamos flores y abejas a lo largo de transectos fijos. Encontramos que el período de actividad de la abeja estaba muy bien sincronizado con el periodo de floración de la jara, lo que además de apoyar nuestra hipótesis aportaba una nueva evidencia a favor de la monolectia (Cuadro 4, en página 18). Nos llamó la atención la presencia de un ligero retraso en la actividad de las abejas en relación con la floración de la planta. Pero pensándolo bien, esta demora parece incluso más ventajosa que una sincronización perfecta, porque asegura que las flores de jara rizada ya sean abundantes cuando las abejas adultas emergen de sus nidos.

Depender de una única especie también implica que su abundancia local representa la dis-

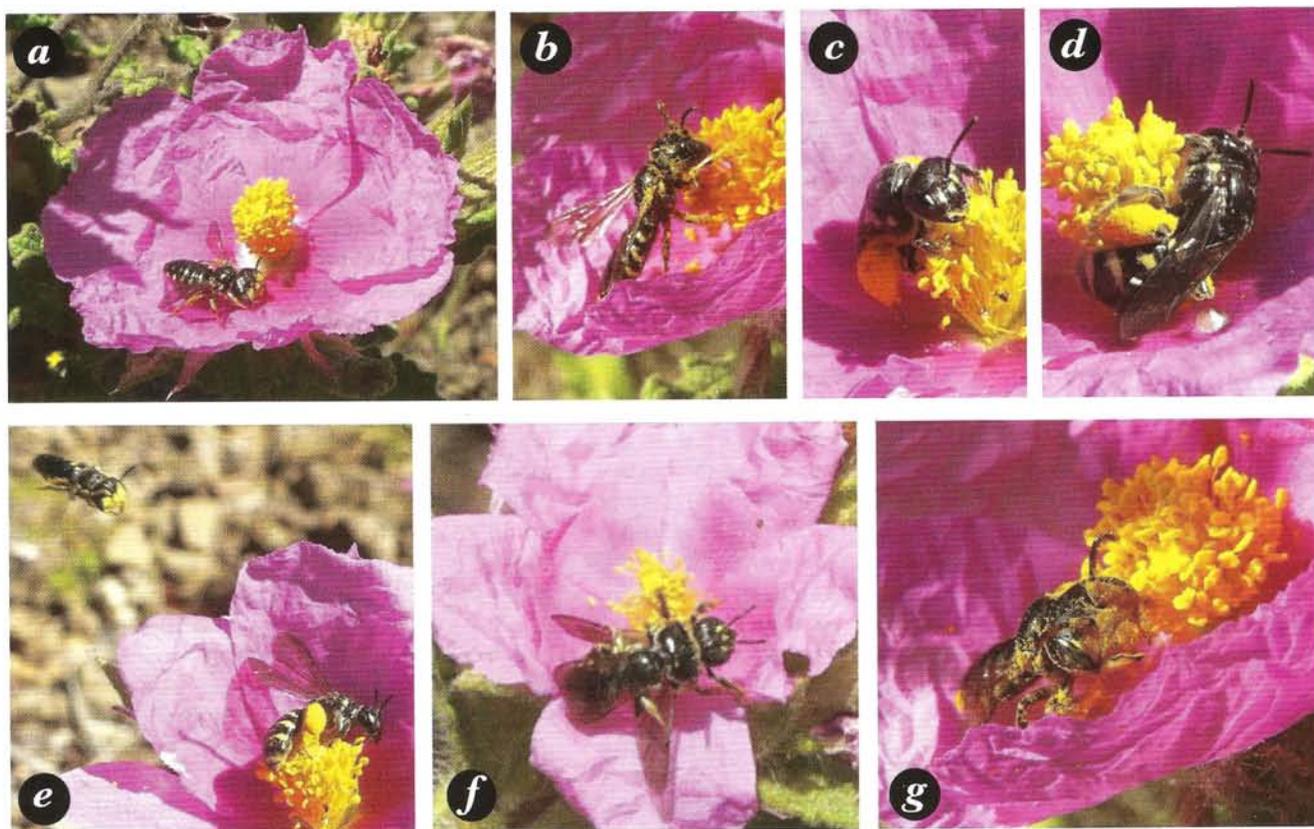
ponibilidad del recurso con que cuenta una abeja monoléctica para alimentar a su descendencia. Cabría esperar, por tanto, que la densidad local de flores de jara rizada predijese la densidad poblacional de *Flavipanurgus venustus* en nuestros sitios de estudio. En otras palabras, a más flores, más abejas. Para comprobarlo, usamos los datos de nuestros muestreos (conteos de flores y abejas a lo largo de transectos fijos) realizados durante el pico de floración de la jara rizada en un total de 17 sitios muestreados en 2011, 2012 y 2013. De nuevo, tal y cómo esperábamos, encontramos una correlación positiva entre ambas densidades.

Por ejemplo, en sitios con densidades en torno a unas 200 flores por 100 metros cuadrados encontramos alrededor de 2 abejas por 100 me-

tros cuadrados, mientras que en sitios con unas 800 flores por 100 metros cuadrados encontramos unas 20 abejas por 100 metros cuadrados. Además, la densidad de flores resultó ser más importante para predecir las densidades de la abeja que las características del paisaje o la ubicación geográfica de los sitios de estudio.

¿Por qué esa jara y no otras?

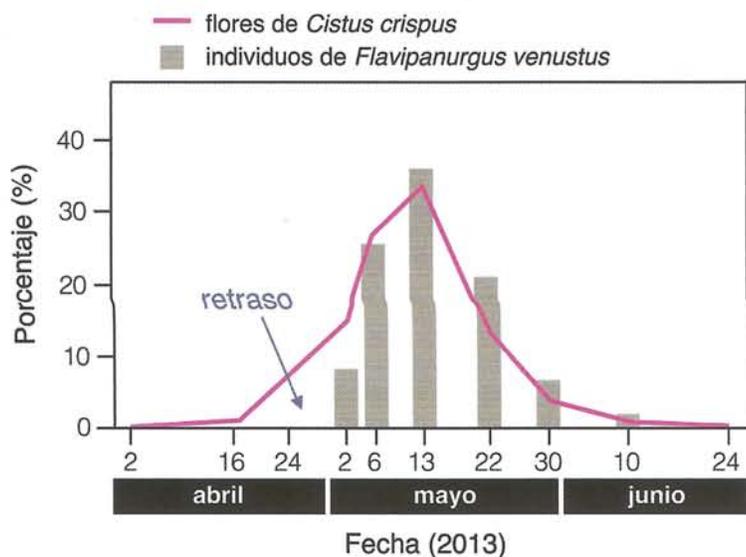
Como apuntamos al comienzo de este artículo, hay dos tipos de mecanismos que podrían explicar por qué *Flavipanurgus venustus* no se alimenta de las otras jaras con las que cohabita: la limitación fisiológica para la digestión del polen o la limitación cognitiva para reconocer a las flores no preferidas. Creemos que hay motivos para pensar que se trata más de lo segundo que



Cuadro 3

COMPORTAMIENTOS DE *FLAVIPANURGUS VENUSTUS* EN LAS FLORES

- Los machos (cabeza exageradamente grande, rostro amarillo y enormes mandíbulas) pasan la mayor parte del tiempo patrullando y defendiendo territorios de unos pocos metros cuadrados con abundantes flores de jara rizada, a menudo posados en pétalos mientras esperan a las hembras (foto a). Ocasionalmente, se alimentan de néctar (foto b).
- Las hembras (cabeza pequeña y rostro negro) pasan la mayor parte del tiempo visitando flores de jara rizada y recolectando cargas de polen en las escopas de sus patas traseras para amasarlo con néctar y abastecer a sus nidos (fotos c y d).
- Los machos se acercan a las hembras que se alimentan en su territorio (foto e) y copulan con ellas mientras las agarran por el cuello con sus mandíbulas (foto f). Puede apreciarse cómo las alas del macho están cerradas y las de la hembra están abiertas.
- Después de la cópula los machos permanecen en su territorio esperando a otras hembras (foto g).



Cuadro 4

LA SINCRONIZACIÓN FENOLÓGICA ENTRE LA ABEJA Y LA JARA

Periodos de floración de la jara rizada y de actividad de *Flavipanurgus venustus* en uno de nuestros sitios de estudio. Como puede apreciarse, encontramos un ligero retraso entre las primeras observaciones de la abeja (emergencia de los nidos) y el comienzo de la floración de la jara rizada.

de lo primero. Principalmente, porque las restricciones en la digestión del polen suelen aparecer a niveles taxonómicos superiores (evolutivamente más distantes), es decir, cuando el polen pertenece a géneros o familias diferentes a la flor preferida (2). Claramente, este no es nuestro caso ya que todas las otras jaras pertenecen a la misma familia (*Cistaceae*) y al mismo género (*Cistus*) que la jara rizada. La estepa blanca incluso pertenece a su mismo linaje de flores púrpuras. De hecho, sabemos que las diferencias en la estructura y composición nutricional del polen dentro del género *Cistus* son relativamente escasas (13, 14).

Pensamos, por lo tanto, que en *Flavipanurgus venustus* podría haber una limitación cognitiva como resultado de adaptaciones neurológicas cuya finalidad sería favorecer el reconocimiento de las flores de jara rizada. Las preferencias de las abejas especialistas son innatas y esto requiere de una base genética para reconocer señales específicas de las flores preferidas, ya sean olfativas, visuales o ambas (3). Nosotros hemos encontrado que las flores de jara rizada reflejan una gran cantidad de luz ultravioleta, a diferencia de las flores de su pariente más cercana en la región. Además, según la bibliografía, las principales jaras de flores blancas de nuestra región de estudio tampoco reflejan la luz ultravioleta (15). Parece entonces que la luz ultravioleta podría ser una señal importante me-

dante la cual *Flavipanurgus venustus* reconoce sus flores preferidas. Probablemente no se trate de la única señal utilizada por esta abeja, puesto que las olfativas también juegan un papel clave en el reconocimiento de flores (16). Asumiendo la limitación cognitiva, ¿qué pudo llevar a esta abeja a desarrollar una preferencia hacia la jara rizada y no hacia las otras especies de jara?

En ocasiones, los patrones que observamos en el presente reflejan procesos históricos, por lo que la respuesta podría estar en el pasado. El género *Cistus* evolucionó y se diversificó rápidamente durante el Cuaternario (Pleistoceno), hace unos dos millones de años (11). Se estima que la divergencia entre los ancestros de la jara rizada y la estepa blanca, las dos especies de flores púrpuras de nuestra región de estudio, ocurrió hace aproximadamente un millón de años. De esta manera, el origen de la monolectia en *Flavipanurgus venustus* quedaría enmarcado en el último millón de años, en los periodos glaciales e interglaciales del Pleistoceno. No es difícil imaginar escenarios de elevado aislamiento geográfico debido a la contracción del área de distribución de las distintas especies de jaras durante las glaciaciones. Podemos imaginar también escenarios de baja coincidencia de esas especies, lo que a su vez habría favorecido la diversificación del género *Cistus*.

Actualmente, la jara rizada domina el suroeste peninsular, región que incluye la distribución conocida de *Flavipanurgus venustus*. Por el contrario, la estepa blanca domina el este peninsular, donde reconocidos expertos en abejas, como Jordi Bosch o uno de los autores de este artículo, Francisco Javier Ortiz, nunca han observado a *Flavipanurgus venustus* tras décadas de trabajo de campo. El origen de la monolectia en esta especie empieza a cobrar sentido si conjeturamos un escenario en el que coexistió con la jara rizada en un refugio climático en algún lugar del suroeste de la península Ibérica carente, o con escasa abundancia, de otras jaras. Aunque no disponemos de evidencias que apoyen esta idea, lo extraordinario del caso y la valiosa información disponible sobre la diversificación de las jaras (11) hacen que merezca la pena realizar este ejercicio especulativo acerca de "cómo pudo ocurrir".

Sabemos poco de nuestras abejas

Uno tiende a pensar que, en nuestros días, para descubrir fenómenos ecológicos excepcionales tendríamos que buscar en los lugares más insólitos y remotos del planeta. Es por esto que en nuestro estudio sorprenden el dónde y el cuándo del descubrimiento de la monolectia en *Flavipanurgus venustus*, es decir, el sur de Europa

Hereroteca de Quercus

- Quercus 361 (marzo 2016)**
Ref. 5301361 / 3'95 euros
· El declive de las abejas: cinco conceptos mal entendidos. Grupo de Trabajo Ecoflor.
- Quercus 350 (abril 2015)**
Ref. 5301350 / 3'95 euros
· El conflicto de las jaras con flores grandes en ambientes mediterráneos. A. L. Teixido, M. Blanco y F. Valladares.
- Quercus 313 (marzo 2012)**
Ref. 5301313 / 3'95 euros
· Florivoria frente a polinización. Alberto López Tevido y Fernando Valladares.
- Quercus 258 (agosto 2007)**
Ref. 5301258 / 3'95 euros
· La mayoría de las abejas no son como las ovejas. Carlos M. Herrera.

Petición de números atrasados
pedidos@imneo.es
Tel: 91 635 03 75
Artículos disponibles en PDF
PVP 1'25 € cada unidad.

Occidental y en pleno siglo XXI. Para ser más exactos, en un sitio tan poco exótico (al menos para nosotros) y tan antrópico como son las campiñas del sur de la provincia de Huelva.

Pensamos que no es más que un buen ejemplo de un problema de mayor calado que salió a la luz recientemente a través de la Lista Roja Europea de Abejas (8): la península Ibérica es un punto caliente de biodiversidad de abejas y, al mismo tiempo, una de las regiones de Europa con más especies carentes de información para su clasificación en las categorías de la UICN ("Preocupación menor", "Casi amenazada", "Vulnerable", "En peligro" o "En peligro crítico").

De hecho, apenas existe información sobre las otras cuatro especies descritas del género *Flavipanurgus*, algo que llama la atención teniendo en cuenta que este género es un endemismo ibérico (1). ¿Serán también abejas especialistas? Y si lo son, ¿se habrán especializado también en jaras o en otros géneros o familias de flores?

Nuestros taxónomos han hecho una gran labor descubriendo, describiendo y clasificando a nuestras abejas y, seguramente, les queda mucho por hacer (7). Sin embargo, existe aún un enorme vacío de conocimiento acerca de la historia natural y ecología de estos himenópteros. Llenarlo debería suponer un compromiso para nuestras administraciones públicas a la par que un bonito reto para jóvenes ecólogos y naturalistas. ✿

Bibliografía

- (1) Michener, C. (2007). *The Bees of the World*. Segunda edición. Johns Hopkins University Press, Baltimore y Londres.
- (2) Sedivy, C., Müller, A. y Dorn, S. (2011). Closely related pollen generalist bees differ in their ability to develop on the same pollen diet: evidence for physiological adaptations to digest pollen. *Functional Ecology*, 25: 718-725.
- (3) Praz, C. J., Müller, A. y Dorn, S. (2008). Host recognition in a pollen-specialist bee: evidence for a genetic basis. *Apidologie*, 39: 547-557.
- (4) Cane, J. H. y Sipes, S. (2006). Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. En *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization*: 99-122. N. M. Waser y J. Ollerton (editores). University of Chicago Press, Chicago.
- (5) Robertson, C. (1925). Heterotrophic bees. *Ecology*, 6: 412-436.
- (6) González-Varo, J. P.; Ortiz-Sánchez, F. J. y Vilà, M. (2016). Total bee dependence on one flower species despite available congeners of similar floral shape. *PLoS ONE*, 11 (9): e0163122.
- (7) Ortiz-Sánchez, F. J. (2011). Lista actualizada de las especies de abejas de España (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 49: 265-281.
- (8) Nieto, A. y otros autores (2014). *European Red List of bees*. Luxembourg. Publication Office of the European Union.
- (9) Patiny, S. (2012). *Atlas of the European Bees: genus Flavipanurgus*. STEP Project, Atlas Hymenoptera. Mons, Gembloux.
- (10) Müller, A. y Kuhlmann, M. (2008). Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95: 719-733.
- (11) Guzmán, B., Lledo, M. D. y Vargas, P. (2009). Adaptive radiation in Mediterranean *Cistus* (Cistaceae). *PLoS One*, 4 (7): e6362
- (12) Chittka, L. y otros autores (1994). Ultraviolet as a component of flower reflections, and the colour perception of Hymenoptera. *Vision Research*, 34: 1.489-1.508.
- (13) Civeyre, L. y otros autores (2011). Molecular systematics, character evolution, and pollen morphology of *Cistus* and *Halimium* (Cistaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 295: 23-54.
- (14) Petanidou, T. y Vokou, D. (1990). Pollination and pollen energetics in Mediterranean ecosystems. *American Journal of Botany*, 77: 986-992.
- (15) Arnold, S. E. J. y otros autores (2010). FReD: The Floral Reflectance Database - A web portal for analyses of flower colour. *PLoS ONE*, 5 (12): e14287.
- (16) Milet-Pinheiro, P. y otros autores (2013). The chemical basis of host-plant recognition in a specialized bee pollinator. *Journal of Chemical Ecology*, 39: 1.347-1.360.

Arriba, Juan Pedro González Varo, durante una jornada de observación de aves marinas en la costa asturiana. Abajo, a la izquierda, Francisco Javier Ortíz Sánchez, durante una jornada de campo en el Alcornocal de Lújar (Lújar, Granada). Abajo, a la derecha, Montserrat Vilà Planella, en Sligo (Irlanda), muestrea diversidad de flores.

Autores

JUAN PEDRO GONZÁLEZ VARO es investigador postdoctoral del programa europeo "Marie Curie" en la Universidad de Cambridge (Reino Unido). Su investigación se centra en los efectos de la alteración del paisaje en procesos ecológicos mediados por interacciones entre plantas y animales, tales como la polinización por insectos y la dispersión de semillas por vertebrados.

FRANCISCO JAVIER ORTÍZ SÁNCHEZ es profesor y miembro del Grupo de Investigación "Transferencia de I+D en el Área de Recursos Naturales" de la Universidad de Almería. Su tarea investigadora está centrada en la entomología de himenópteros y está dedicada a varias áreas de interés, mayoritariamente relacionadas con las abejas silvestres.

MONTSERRAT VILÀ PLANELLA es profesora de investigación de la Estación Biológica de Doñana (CSIC). Interesada en la conservación de especies y sus hábitats, su trabajo se centra en la ecología de las invasiones biológicas, en especial en el papel que juegan las interacciones planta-animal en el éxito de las plantas exóticas. Es miembro del Grupo de Especialistas en Especies Invasoras de la UICN.

AGRADECIMIENTOS

Ian Cross contactó amablemente con nosotros tras ver nuestra publicación en *PLoS One* para confirmarnos, basándose en sus observaciones, la fidelidad de *Flavipanurgus venustus* hacia la jara rizada en otras localidades. Gracias a Rocío Gómez, Mathieu Boiffier, Amparo Carrillo-Gavilán y David Ragel por su ayuda en el trabajo de campo. Gracias también a Alfredo Valido, por ayudarnos a medir colores con el espectrómetro, y a David Navarro y Rut Puigdemunt, por la identificación de granos de polen. Este trabajo ha contado con la financiación del proyecto FLORMAS, del Ministerio de Economía y Competitividad, y del proyecto europeo STEP (Status and Trends in European Pollinators).

DIRECCIÓN DE CONTACTO: Juan P. González-Varo · Departamento de Zoología · Universidad de Cambridge · David Attenborough Building · CB2 3QY Cambridge (UK) · Correo electrónico: jpg62@cam.ac.uk

