



Los abejorros son imprescindibles para la polinización del arándano

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mminarro@serida.org
DANIEL GARCÍA GARCÍA. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo. Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad (CSIC-Universidad de Oviedo-Principado de Asturias). danielgarcia@uniovi.es

EL arándano es un cultivo foráneo, recientemente implantado en Asturias, cuya producción depende totalmente de la polinización de sus flores por los insectos (Miñarro y García, 2016). Poco se sabe, sin embargo, sobre su ecología de polinización en esta región, a pesar de los indudables efectos que esta puede tener sobre las cosechas y las rentas de los productores. Se desconoce por ejemplo quiénes son los insectos que lo polinizan, qué factores determinan que esos insectos estén presentes en las plantaciones o cómo se comportan en relación al cultivo. Tampoco se sabe apenas si en Asturias el arándano presenta producciones limitadas por la falta de polinizadores, o hasta qué punto su producción depende de la biodiversidad de las comunidades polinizadoras. En este artículo presentamos los resultados de un estudio encaminado a llenar esos huecos de conocimiento.

Las plantaciones de estudio

En los años 2019 y 2021 cuantificamos la abundancia y la riqueza (el número de especies) de polinizadores en 20 plantaciones de arándano, escogidas desde Tapia de Casariego hasta Llanes y desde

la orilla del mar hasta los 600 m de altitud para cubrir un amplio rango de condiciones de cultivo. Todas las plantaciones tenían las dos especies de arándano cultivados en la región: el tipo "highbush" del Norte (*Vaccinium corymbosum*) y el tipo "rabbiteye" u ojo de conejo (*Vaccinium*



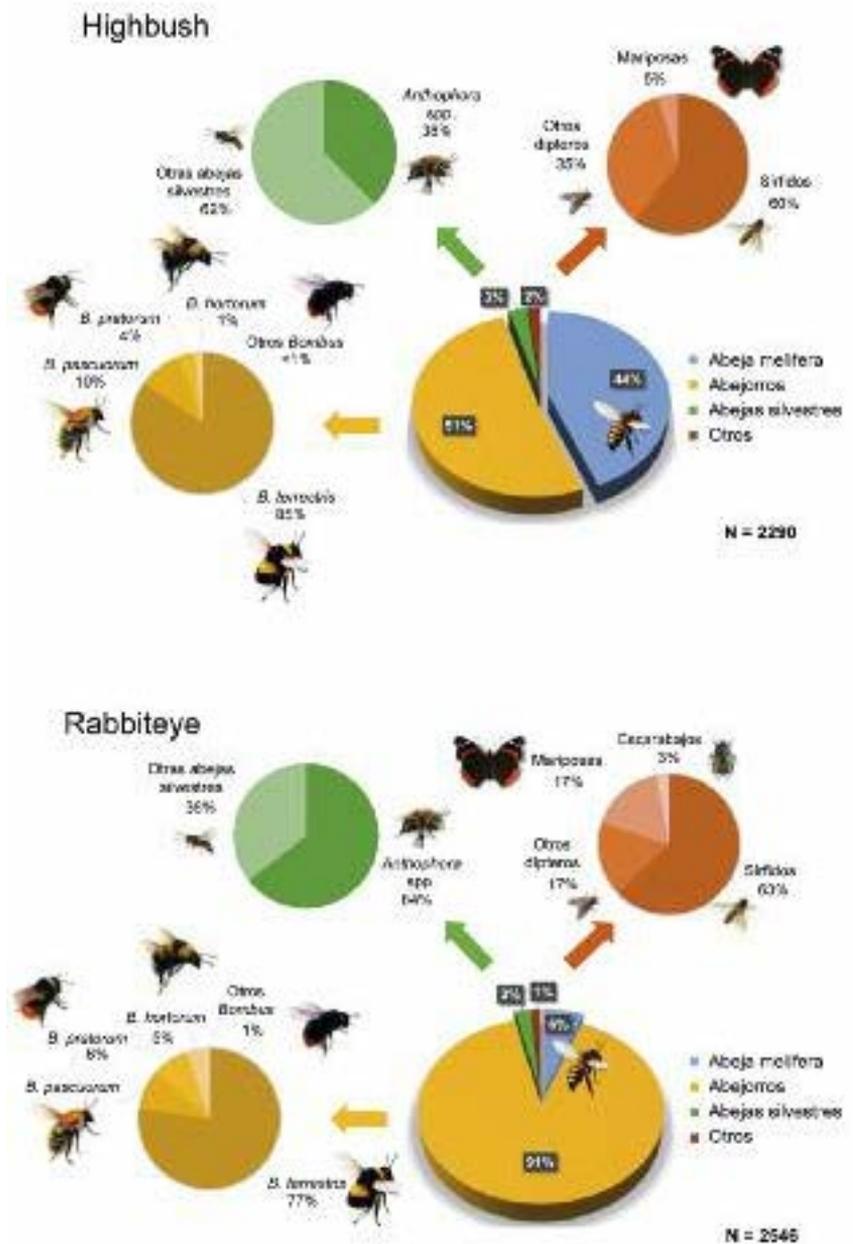
ashe) (García et al., 2018). Los estudios se hicieron sobre ambos tipos, en concreto sobre la variedad 'Duke' (sustituida por 'Chandler' en un sitio) para el tipo *highbush* y sobre 'Ochlockonee' ('Centrablue' en un sitio) para el tipo *rabbiteye*. En 11 de las 20 las plantaciones, los propietarios manejaron activamente los polinizadores instalando colmenas: de abejorro *Bombus terrestris* en 5 plantaciones, de abeja doméstica o melífera (*Apis mellifera*) en 3 y de ambos polinizadores en otras 3. Las 9 plantaciones restantes estaba desprovistas de colmenas.

El paisaje circundante en el radio de 1 km alrededor de las plantaciones estuvo dominado por pastos y hábitats leñosos seminaturales (básicamente bosques, pero también setos y brezales), ambos con un 37% de la superficie, seguidos por plantaciones de eucalipto (12,9%), suelo urbanizado (6,4%), plantaciones frutales (4,6%) y otros hábitats como ríos o roquedos (1,2%). No obstante, hubo mucha variación entre sitios. Por ejemplo, la cobertura de hábitat leñoso seminatural alrededor de las plantaciones osciló entre el 17% y el 74%.

La comunidad de polinizadores depende del tipo arándano y es dominada por abejorros

Cada año, cada tipo de arándano de cada plantación fue muestreado dos veces. En cada muestreo observamos las visitas de insectos a las flores de 30 plantas consecutivas mientras caminábamos lentamente durante 10 minutos. Esto supone un total de 1600 minutos de observación (2 años * 20 plantaciones * 2 muestreos * 2 tipos * 10 minutos). Los insectos no identificados en campo fueron atrapados e identificados en el laboratorio.

Tras casi 5000 observaciones de insectos visitando flores (2290 en *highbush* y 2546 en *rabbiteye*), podemos concluir en primer lugar que **la comunidad de polinizadores del arándano en Asturias es muy diferente según el tipo cultivado** (Figura 1). Los abejorros (51,5% de las visitas), seguidos de cerca por las abejas melíferas (43,9%), fueron los polinizado-



res dominantes en el arándano *highbush*, mientras que la comunidad polinizadora del tipo *rabbiteye* estuvo claramente dominada por los abejorros (90,6%), con una presencia muy limitada de la abeja melífera (5,8%). Abejas silvestres, dípteros, mariposas y escarabajos completaron la comunidad, con aportaciones siempre inferiores al 3%. Por tanto, la segunda conclusión es que **los abejorros son los polinizadores del arándano más abundantes**. En los dos tipos de arándano, *B. terrestris* fue la especie de abejorro más numerosa (77-85% de los abejorros), pero no fue la única. En el tipo *highbush* identificamos otras 5 especies de

↑
Figura 1.-Composición de la comunidad de insectos polinizadores del arándano en Asturias según el tipo de arándano: *highbush* del Norte (arriba) y *rabbiteye* (abajo). Datos de 2019 y 2021 en 20 plantaciones.

→

Figura 2.-Polinizadores del arándano: (A) abejorro *Bombus terrestris* (nótese la bola de polen en la corbícula, la cola blanca y los pelos rubios en las patas, que son negros en los individuos comerciales), (B) abeja melífera (*Apis mellifera*) (nótese cómo mete la cabeza en la flor), y abejorros (C) *Bombus pascuorum* y (D) *Bombus pratorum* (nótese la cola naranja). Las flores de las fotos (A), (C) y (D) corresponden al tipo *rabbiteye*, más alargadas y de apertura estrecha, y las de la foto (B), más cortas y con boca ancha, al tipo *highbush*.

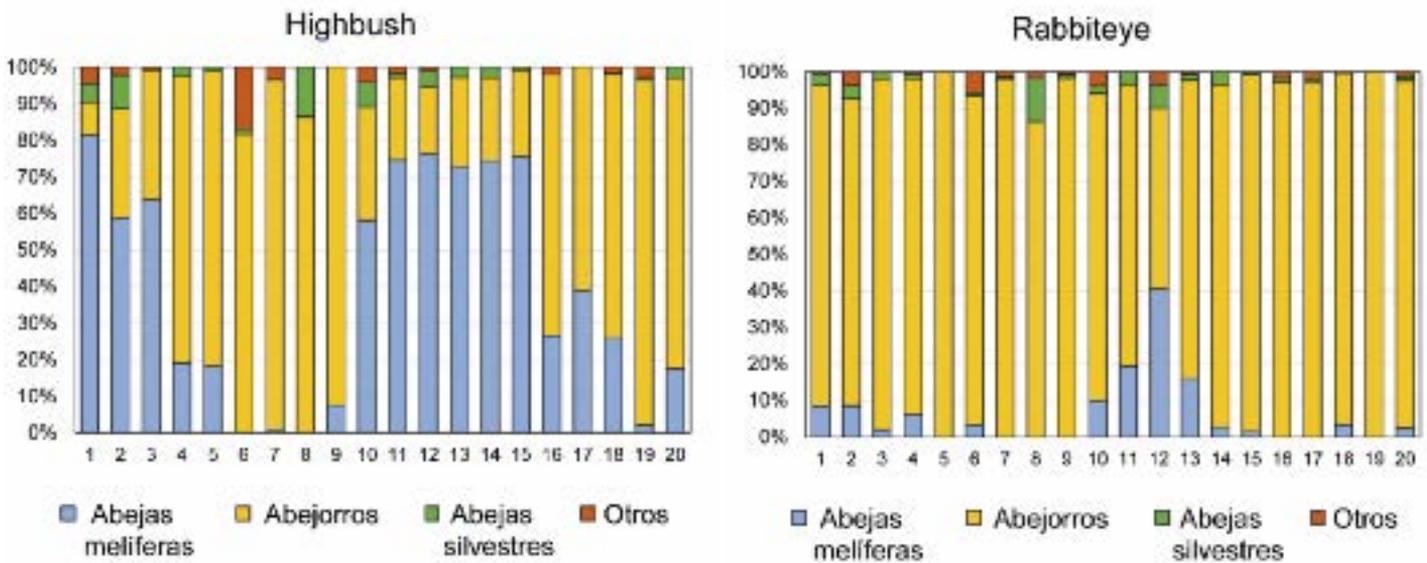


abejorros y en el *rabbiteye* otras 10. En ambos casos, *B. pascuorum*, *B. pratorum* y *B. hortorum* fueron las especies más abundantes tras *B. terrestris* (Figuras 1 y 2). En el arándano *highbush*, los abejorros fueron el polinizador más abundante en 11 plantaciones y la abeja melífera en las otras 9 (Figura 3). En el tipo *rabbiteye*, los abejorros fueron el polinizador dominante en todas las plantaciones (Figura 3). En cada tipo de cultivo identificamos en total 28 especies distintas de insectos polinizadores.

El arándano muestra rasgos florales especializados (corola acampanada y con apertura estrecha, anteras poricidas que requieren vibración para liberar el polen o nectarios en la parte inferior de la flor; Figura 2) que restringen la comunidad de polinizadores que acceden fácilmente al polen y al néctar. Los abejorros son poli-

nizadores especializados, pues poseen lenguas largas capaces de alcanzar los nectarios en flores acampanadas, como las del arándano, y comportamiento zumbador que libera el polen, lo que explica que sean el polinizador dominante en este cultivo.

El grado de especialización es distinto entre los tipos de arándanos, siendo mayor en el tipo *rabbiteye* debido a su corola más larga y a la apertura de la flor más estrecha, en comparación con el tipo *highbush*. Esto explicaría por qué las abejas melíferas sólo representaron el 6% de las visitas en el tipo *rabbiteye*: simplemente tienen acceso limitado a los nectarios debido a la estrechez de la flor y a su corta lengua, mientras que en las flores del tipo *highbush*, con apertura más amplia, pueden meter la cabeza en la corola para alcanzar el néctar (Figura 2B).



Los abejorros son mejores polinizadores que la abeja de la miel

Para evaluar qué insecto, la abeja melífera o los abejorros (tres especies), resulta mejor polinizador para el arándano, estudiamos el comportamiento de alimentación de estos insectos en función de cuatro parámetros funcionales diferentes: la frecuencia de recogida de polen (estimada a partir de la presencia de bolas de polen en las corbículas; ver ejemplo en la Figura 2A), la tasa de visita (el número de flores visitadas por minuto), la frecuencia de los movimientos entre plantas y la frecuencia de movimientos entre filas de plantas (es decir, la frecuencia con la que un polinizador deja una planta para visitar otra, y si la nueva planta estaba en una fila diferente). Este estudio se realizó en 2016 en una sola plantación y sobre la variedad ‘Ochlockonee’, es decir, sobre arándanos del tipo *rabbiteye* (ver Miñarro y García 2021 para ampliación de resultados).

Los abejorros son mejores polinizadores para el arándano que la abeja melífera en la medida en que todas las especies de abejorros mostraron una mayor frecuencia de recolección de polen (Figura 4A), visitaron el doble de flores por minuto (Figura 4B) y mostraron una frecuencia de movimientos entre plantas y filas mayor (Figuras 4C y 4D), aunque en este último caso sin diferencias entre el

abejorro *B. pratorum* y la abeja melífera. Todos estos parámetros resultan importantes para la producción. Como ya se comentó, el polen del arándano no es de libre acceso, sino que está restringido a insectos como los abejorros, que son capaces de hacer vibrar las anteras de las flores y liberar el polen. Por tanto, es esperable que los insectos capaces de recoger el polen de las flores de los arándanos contribuyan en mayor medida al intercambio de polen entre flores resultando mejores polinizadores. Además, los insectos que visiten más flores por minuto harán una mayor contribución a la polinización en términos cuantitativos. Por último, el movimiento de los polinizadores entre plantas e hileras de cultivo es importante para asegurar la transferencia de polen entre plantas e incluso variedades.

Hay muy poco margen para mejorar la polinización porque ya es la correcta

Para valorar los efectos de la polinización en el rendimiento de los cultivos, medimos el cuajado (número de flores que dan lugar a fruto) y el peso de los frutos resultantes de flores abiertas y accesibles a los polinizadores, así como de flores que además de las visitas de los insectos recibieron manualmente un suplemento de polen. Si el cuajado o el peso de los frutos es mayor con el suple-

↑
Figura 3.-Composición de la comunidad de insectos polinizadores de arándano tipo *highbush* (arriba) y *rabbiteye* (abajo) en cada una de las 20 plantaciones de estudio.



→ **Figura 4.-** Comportamiento alimenticio de la abeja melífera (*Apis mellifera*) y tres especies de abejorros (*Bombus terrestris*, *B. pratorum* y *B. pascuorum*) en el cultivo del arándano. (A) Comportamiento de recolección de polen (% de los individuos observados que llevaban bola de polen en la corbícula), B) tasa promedio de visita (número medio de flores visitadas por minuto) y (C) frecuencia promedio de movimientos entre plantas y (D) frecuencia de movimiento entre líneas de plantas. Los números en la parte superior de cada columna indican el tamaño de muestra. Diferentes letras indican diferencias entre especies de polinizadores. Las barras sobre las columnas en (B) y (D) indican el error estándar.

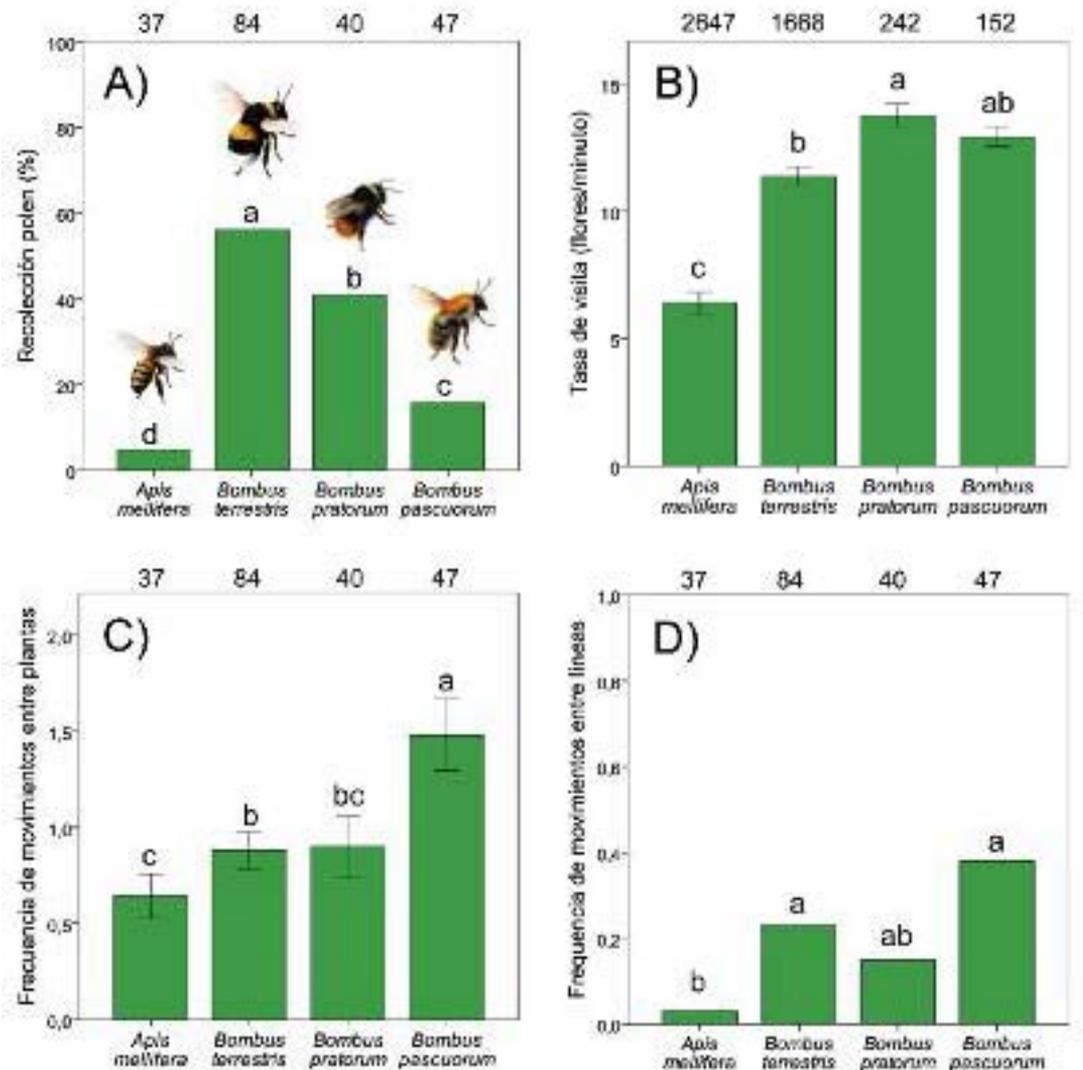
mento de polen es porque las plantas sufren un déficit de polinización, es decir que si recibiesen más polen darían más o mayores frutos. Si no hay diferencias es porque las flores están recibiendo el aporte de polen correcto y necesario para maximizar la producción.

En el arándano *highbush* no se encontraron signos de déficit de polinización ni en términos de cuajado (82,2% y 82,1% de las flores resultando en frutos con y sin suplemento manual de polen, respectivamente) ni en términos de peso de los frutos (1,52 g y 1,47 g con y sin suplemento manual de polen, respectivamente). En el arándano *rabbiteye* se encontró un patrón similar, con un cuajado de 84,9% y 84,8% y un peso del fruto de 0,85 g y 0,83 g, en flores con y sin suplemento de polen, respectivamente. Estos resultados

muestran que, en términos globales, la **polinización del cultivo de arándano en Asturias es la correcta** porque las poblaciones de insectos son capaces de cubrir sus necesidades de polinización.

A más abejorros, mayor producción

La abundancia de abejorros tuvo una influencia positiva sobre los parámetros productivos en ambos tipos de arándano: las plantaciones con mayor número de visitas de abejorros obtuvieron mayor cuajado en el tipo *highbush* (Figura 5A) y mayor peso de fruto en el tipo *rabbiteye*. Por contra, el efecto de la abundancia de las abejas melíferas sobre la producción fue negativo: al aumentar la abundancia de abejas disminuyó el peso de los arán-



danos *highbush* (Figura 5B) y el cuajado de los frutos en el tipo *rabbiteye*.

Los abejorros son muy buenos polinizadores del arándano, lo que explicaría por qué a más abejorros mejores producciones. El efecto negativo de la abundancia de la abeja de la miel, más que un efecto perjudicial directo de la abeja sobre la polinización de las flores, podría ser una consecuencia de una relación negativa entre abejas y abejorros. De hecho, hemos observado que los abejorros y las abejas melíferas se segregan claramente a lo largo de la estación de floración del arándano (con mayor proporción de abejorros al principio), así como a lo largo de gradientes de temperatura y humedad relativa diarias (con los abejorros tolerando mejor temperaturas bajas y humedades ambientales altas; Miñarro y García, 2021), tal vez como resultado de una competencia entre ambos tipos de insecto por los recursos florales.

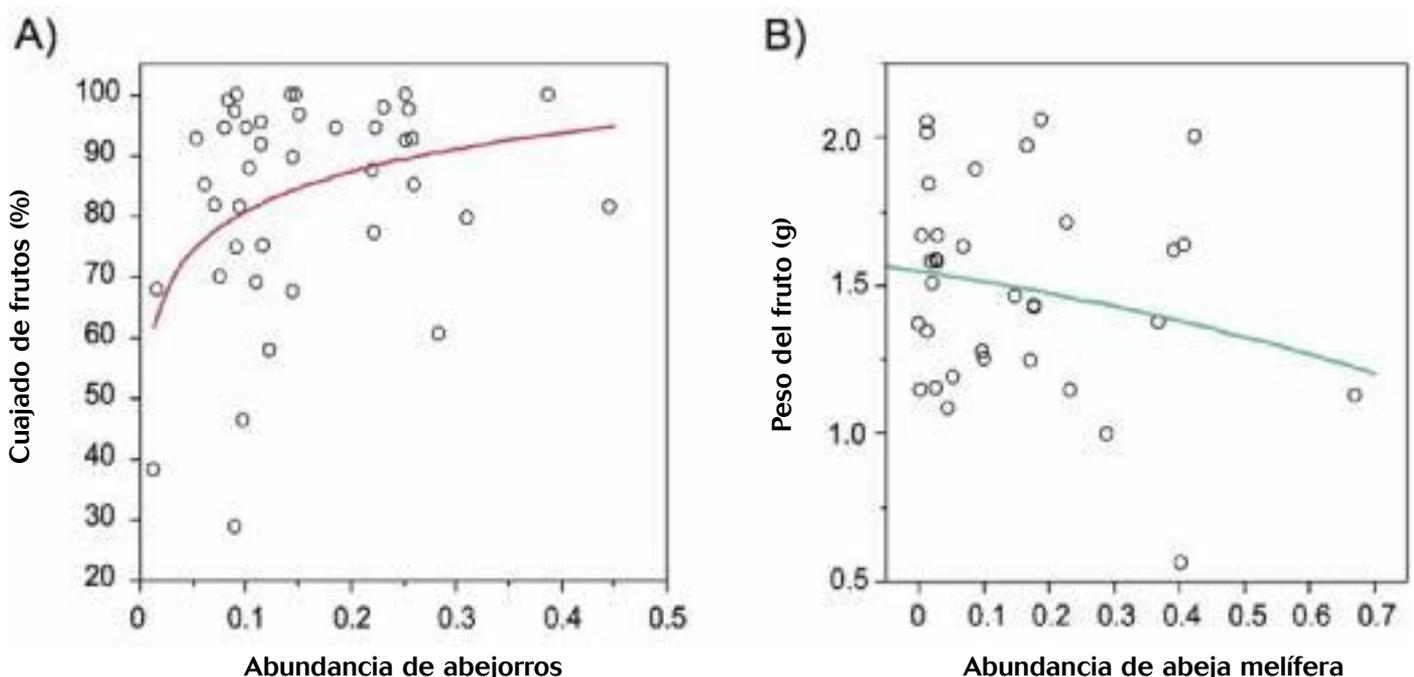
La composición del paisaje, más que la introducción de colmenas afecta a las visitas de polinizadores al cultivo

El manejo de colmenas de abejas melíferas y/o colonias comerciales de abejo-

rros, al menos en las densidades utilizadas actualmente, no tuvo prácticamente ningún efecto sobre las visitas de polinizadores a los arándanos (Figura 6). Durante los muestreos, confirmamos que los abejorros comerciales permanecían en las plantaciones visitando las flores de los cultivos (las subespecies comerciales tienen pelos negros mientras que los de las subespecies locales son rubios; Figura 2A), aunque representaban una fracción muy baja de las visitas totales. Todo esto sugiere que el responsable de la polinización del arándano es el conjunto de insectos que aparecen de forma espontánea en las plantaciones. Estas poblaciones espontáneas combinan polinizadores silvestres locales (varias especies de abejorros y algún otro insecto; Figura 1) con individuos de abeja melífera que llegan al cultivo desde las zonas circundantes atraídos por la floración masiva del arándano, enmascarando así el efecto esperado de las colonias introducidas intencionadamente.

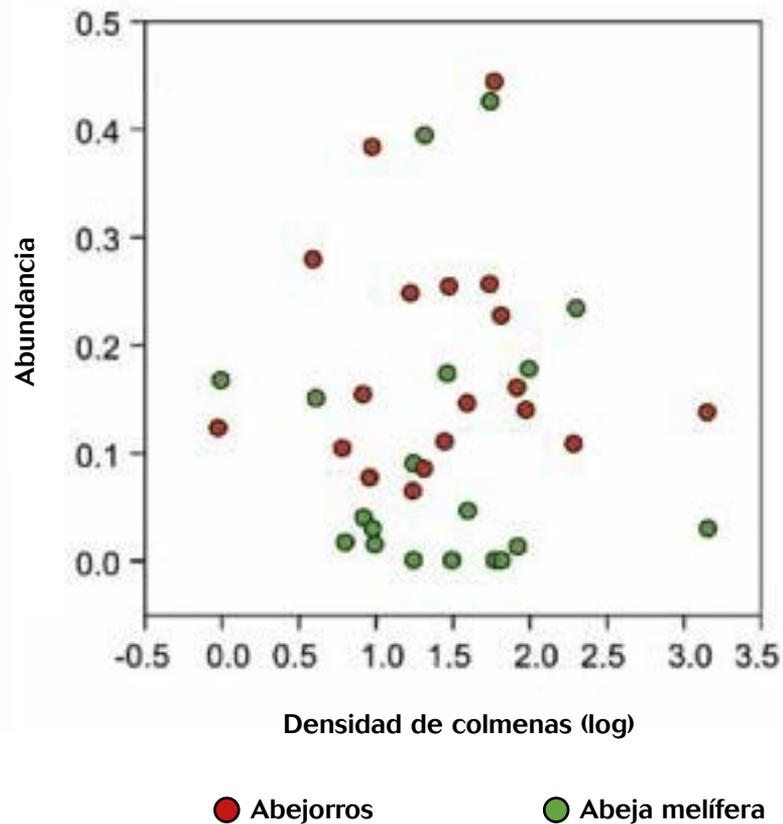
La estructura del paisaje que rodea los cultivos sí explicó la variabilidad local de las comunidades de polinizadores. En el tipo *highbush*, la abeja melífera y los abejorros respondieron de manera opuesta a la estructura del paisaje: plantaciones con mayor cobertura de hábitat

↓
Figura 5.-Ejemplo de los efectos de la abundancia de polinizadores sobre la producción del arándano tipo *highbush* de acuerdo a los modelos estadísticos. Efecto de la abundancia de abejorros sobre el porcentaje de cuajado del fruto (A) y efecto de la abundancia de abeja melífera sobre el peso del fruto.



→

Figura 6.-Abundancia de abejorros y abeja melífera en función de la densidad de colmenas en el cultivo. Se puede observar que la abundancia no aumenta con la densidad de colmenas, lo que indica que la abundancia de polinizadores es independiente del uso de colmenas en el cultivo.

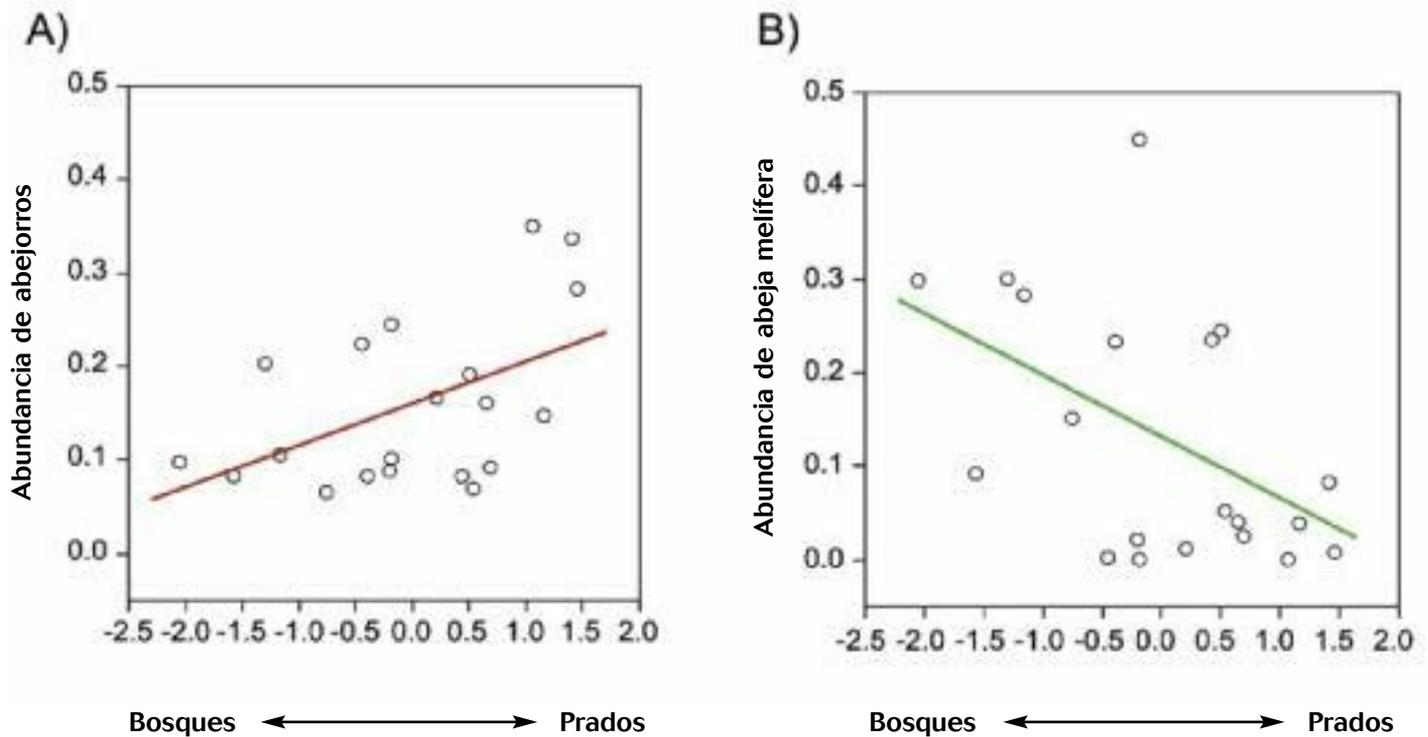


seminatural y menor cobertura de pastos a su alrededor tuvieron más visitas de abejas melíferas pero menos de abejorros (Figura 7). Además, la abundancia de abejas también fue mayor en plantaciones rodeadas por otras plantaciones frutales en comparación con aquellas rodeadas por suelo urbanizado. Por otro lado, las visitas de abejorros también se vieron favorecidas por la presencia de eucalipto alrededor del cultivo. En el tipo *rabbiteye*, el paisaje sólo afectó a la abundancia de abejorros (aunque en menor medida que en el tipo *highbush*), que también se vio más favorecida por la abundancia de pastos que de hábitat seminatural. El paisaje puede afectar a los conjuntos de polinizadores locales al proporcionar parches ricos en recursos de anidación, alimentación y refugio alrededor de los cultivos (Miñarro et al., 2018). Así, el paisaje puede incrementar las poblaciones de polinizadores, que luego se desplazan al cultivo atraídos por su floración, o, al contrario, resultar más atractivos que el propio cultivo, restando polinizadores al mismo.

Recomendaciones de manejo para fomentar las visitas de polinizadores al arándano

Los abejorros son el mejor y principal polinizador del arándano de Asturias, por lo que los productores de arándano deberían fomentar sus poblaciones, máxime cuando la producción depende de la abundancia de las poblaciones locales de estos insectos. Nuestros resultados muestran también que el uso de colmenas, tanto de abeja melífera como de abejorros, no tiene efectos significativos sobre la cantidad de polinizadores que visitan las flores de arándano, lo que cuestiona la necesidad de su empleo en este cultivo, especialmente las de abeja melífera, ya que es peor polinizador.

Recomendamos cualquier estrategia que promueva las comunidades de abejorros silvestres en las plantaciones y sus alrededores, como el aumento de los hábitats de nidificación y, sobre todo, la cantidad, diversidad y disponibilidad temporal de los recursos florales. El arándano



ofrece recursos alimenticios muy abundantes pero disponibles solo durante un periodo de tiempo limitado, el mes o mes y medio que dura la floración del cultivo. Los polinizadores, sin embargo, necesitan alimento en una ventana temporal mucho más amplia, tanto antes como después del periodo de floración del arándano. Los polinizadores están muy influenciados por la estructura del paisaje alrededor de las plantaciones, por lo que las acciones generales de gestión deberían abordarse a escala del paisaje más que a escala local. Sin embargo, esto casi nunca está en la mano del productor, que normalmente tiene limitado su radio de acción a la plantación. Dentro de ese radio de acción, el manejo adecuado de *les sebes* (setos) adyacentes para promover su floración, reduciendo la poda en la medida de lo posible, resulta beneficioso para los polinizadores (Miñarro y Prida, 2013).

Agradecimientos

Al proyecto INIA RTA2017-00051-C02-01 (MinEco y FEDER) por la financiación. A los productores por dejarnos investigar en sus plantaciones. A Alejandro Núñez, David Luna

y Rodrigo Martínez por su colaboración en la toma de datos. Y a Alejandro Núñez también por su inestimable contribución a la identificación de los polinizadores.

Bibliografía

- GARCÍA, J.C.; GARCÍA, G.; CIORDIA, M. (2018). El cultivo del arándano en el norte de España. Ed. SERIDA, Consejería de Desarrollo Rural y Recursos Naturales de Principado de Asturias.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D. (2016). Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios. *Tecnología Agroalimentaria* 18: 4-8.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D. (2021). Complementary contribution of wild bumblebees and managed honeybee to the pollination niche of an introduced blueberry crop. *Insects* 12, 595.
- MIÑARRO, M.; GARCÍA, D.; MARTÍNEZ-SASTRE, R. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad. *Ecosistemas* 72: 81-90.
- MIÑARRO, M.; PRIDA, E. (2013). Hedgerows surrounding organic apple orchards in north-west Spain: potential to conserve beneficial insects. *Agricultural and Forest Entomology* 15: 382-390. ■

↑
Figura 7.-Ejemplo de los efectos de la estructura del paisaje sobre la abundancia de polinizadores de acuerdo a los modelos estadísticos. Se representan las variaciones de abundancia de abejorros (A) y abeja melífera (B) en arándano tipo *highbush*, en relación a un gradiente desde zonas con alta cobertura de hábitat leñoso seminatural (bosques) a zonas con alta cobertura de pastos.

