



El gorgojo de la flor del manzano: ¿un problema para las pumaradas de Asturias?

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. mminarro@serida.org

DANIEL GARCÍA GARCÍA. Departamento Biología de Organismos y Sistemas. Unidad Mixta de Investigación en Biodiversidad. Universidad de Oviedo. danielgarcia@uniovi.es

En el primer estudio sobre la importancia del gorgojo de la flor como plaga de los manzanos de sidra en Asturias, identificamos los factores que regulan su nivel de infestación y los agentes de su control biológico. Nuestros resultados muestran que el ataque del gorgojo depende de características de la propia pumarada y del paisaje circundante que reflejan la disponibilidad de recursos (alimento, reproducción y refugio) para el insecto. También descubrimos que tres tipos de enemigos naturales (parasitoides, aves y artrópodos depredadores) se complementan para atacar a los gorgojos en diferentes etapas de su ciclo de vida.

El gorgojo de la flor del manzano (*Anthonomus pomorum*), también conocido como antonomo, es un escarabajo pequeño, de unos 5-6 mm, de color marrón y negro, y con un característico dibujo en forma de V de color claro en el extremo posterior del dorso (Miñarro et al., 2011). Este insecto se reproduce en las flores del manzano, desecándolas y, en consecuencia, impidiendo la formación de la manzana, es decir, el cuajado (Figura 1). Es, por

tanto, una plaga potencial de los manzanos, aunque hasta ahora no se habían realizado estudios para definir su estatus como plaga en las pumaradas de sidra de Asturias.

Durante los años 2015 y 2016, en el marco de la colaboración entre el SERIDA y la Universidad de Oviedo para estudiar la importancia de la biodiversidad para la provisión de los servicios de polinización



Figura 1.- Inflorescencias del manzano con varias flores dañadas por el gorgojo (las marrones cerradas).
©Marcos Miñarro

y control de plagas en frutales, se realizó un estudio en 23 pumaradas (ubicadas en los concejos de Gijón, Noreña, Sariego, Siero y Villaviciosa) con el objetivo de determinar: 1) cómo de importante es el gorgojo como plaga de nuestros manzanos; 2) cuáles son los enemigos naturales que controlan esta plaga; y 3) cuáles son los factores (a escala de plantación y de paisaje) que determinan el nivel de infestación de gorgojo y su control biológico. El trabajo acaba de ser publicado en una revista científica en la que pueden consultarse detalles de la metodología aplicada (Miñarro y García, 2018). En este artículo, resumimos los principales resultados de la investigación, interpretándolos en términos de manejo de esta plaga potencial.

¿Es el gorgojo una plaga para los manzanos de Asturias?

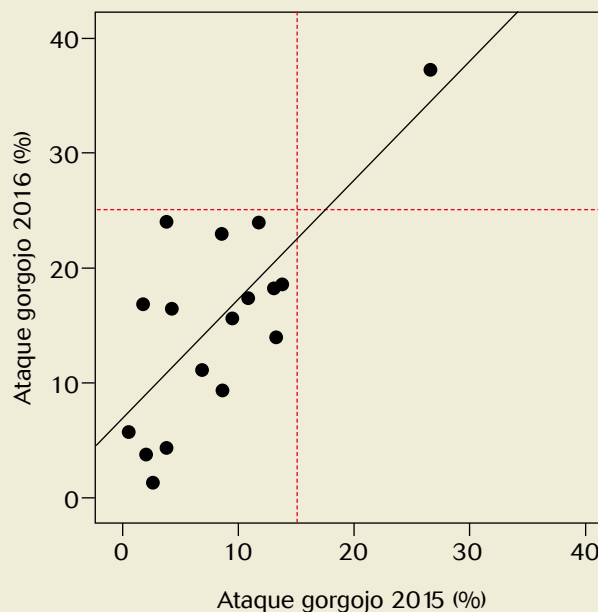
Detectamos la presencia de gorgojo en las 23 pumaradas de estudio, por lo que podemos considerar que este insecto está ampliamente extendido por la región. No obstante, el porcentaje de flores atacadas por el mismo varió ampliamente (0,4-37,4%) dependiendo de la pumarada y el año. El ataque medio en 2016 (14,7%) fue casi el doble que en

2015 (8,0%). Además, el ataque del primer año predijo bien el del siguiente en cada pumarada: parcelas muy atacadas en 2015 mostraron también ataques altos en 2016, mientras que las poco afectadas en 2015 tampoco lo fueron en 2016 (Figura 2).

Pero, ¿resultan estos niveles de daño económicamente nocivos para el cultivo?, es decir, ¿afectan negativamente a los niveles de cosecha? Aunque el gorgojo impide que las flores se conviertan en frutos, esta pérdida reproductiva no necesariamente se traduce en una reducción de la cosecha de manzanas, ya que muchas flores, aún sin ser atacadas, tampoco se convierten en frutos. De hecho, nuestros datos sobre cuajado en manzano de sidra muestran que menos del 30% de las flores llega a producir manzanas (Miñarro y García, 2016). Por tanto, es interesante considerar cuántas flores deben ser atacadas por los gorgojos antes de que haya efectos netos negativos sobre la cosecha. En un experimento con dos variedades de manzana de mesa ('Golden Delicious' y 'Royal Gala') se eliminaron entre una y tres de las cinco flores de una inflorescencia y se descubrió que, cuando quedaban al menos tres flores, el cuajado y el rendimiento eran similares en inflorescencias



Figura 2.- Ataque de gorgojo en 2015 y 2016. Cada punto corresponde a una de las 17 pumaradas que fueron muestreadas ambos años. La línea roja vertical representa un ataque del 15% en 2015, y la horizontal del 25% en 2016. Todas las fincas menos una están por debajo de esos niveles de daño. El nivel de daño entre años se correlacionó positivamente ($r=0,74$; $P<0,001$).



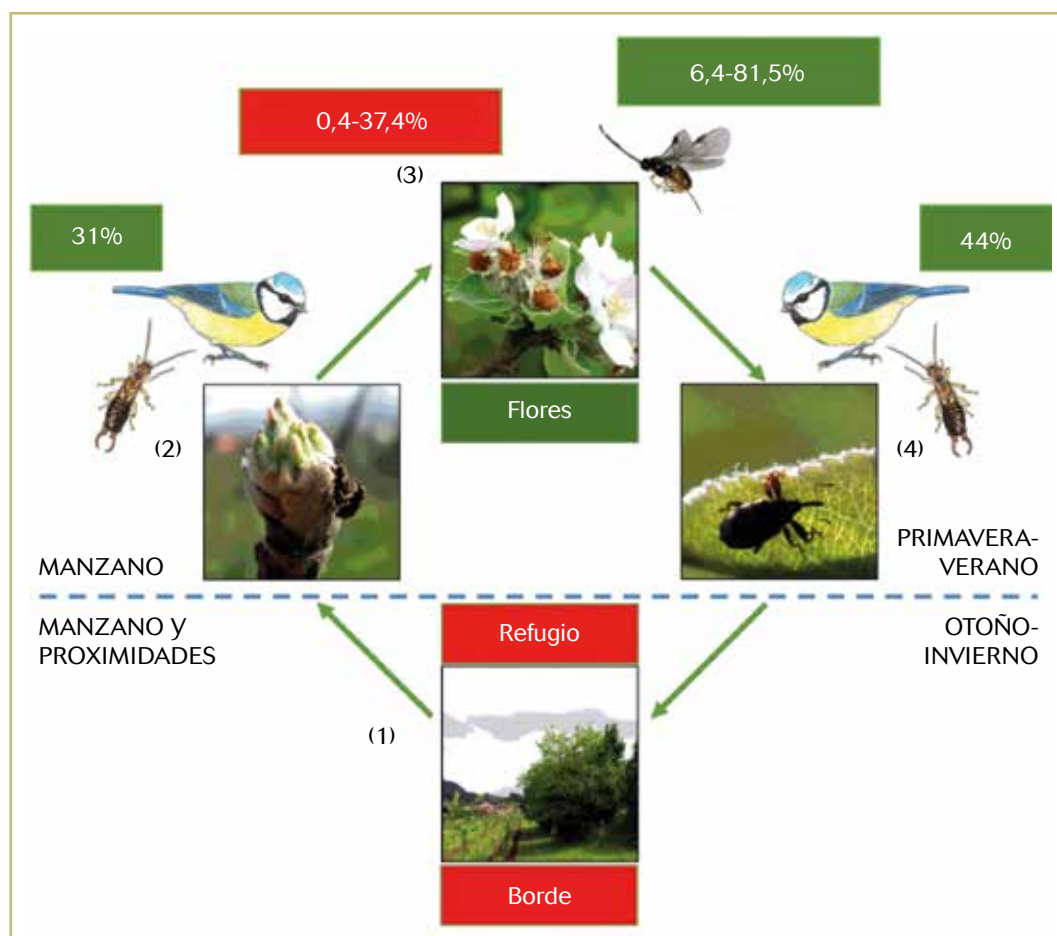
manipuladas y no manipuladas (Miranda et al., 2005). Sólo se observó una reducción del rendimiento cuando quedaron dos o menos flores por racimo. Así que, en teoría, la producción no se vería comprometida a menos que el ataque de gorgojo superase el 40% (2 de cada 5 flores), situación que no detectamos en nuestro estudio: en 2015, todas las pumaradas menos una sufrieron ataques menores al 15% y en 2016, todas menos una estuvieron por debajo del 25% (Figura 2).

Otro factor que reduce la variabilidad de la cosecha es que las manzanas son más pesadas cuando la carga de fruta es menor, debido a la menor competencia entre los frutos (Miranda et al., 2005). La carga afecta a su vez al retorno floral del año siguiente: cargas altas de manzana inhiben la inducción floral y, por lo tanto, la producción de fruta al año siguiente. Así pues, el ataque del gorgojo podría tener incluso un efecto de aclareo de flores que disminuyese el número de frutos por inflorescencia, amortiguando así la alternancia bianual de cosechas (vecería). De hecho, esta alternancia es un problema clave en Asturias, donde la producción anual de manzana en pumaradas individuales, y también a escala regional, puede variar más de cinco veces entre años consecutivos.

Con estos resultados y los argumentos anteriores, no podemos afirmar que el gorgojo suponga un grave impacto económico en los manzanos asturianos. Dicho esto, se necesita más investigación para cuantificar el efecto real del ataque del gorgojo sobre el cuajado, el rendimiento y la regularidad productiva para comprender mejor la importancia de esta plaga y establecer umbrales económicos de daño.

¿Cuáles son los enemigos naturales que controlan esta plaga?

Para estudiar los diferentes enemigos naturales de los gorgojos aplicamos diferentes enfoques y escalas espacio-temporales. Para estudiar el parasitismo que sufren las larvas mientras se desarrollan en el interior de las flores, hicimos muestreos en las 23 pumaradas y en los dos años de estudio. Para evaluar la depredación que sufren los gorgojos adultos por parte de aves y artrópodos depredadores, hicimos experimentos antes y después de floración. Nuestros resultados mostraron que parasitoides, aves y artrópodos depredadores atacan a los gorgojos en distintos momentos de su ciclo vital, y que tienen un efecto aditivo que ayuda a controlar la plaga (Figura 3).



Los parasitoides estuvieron presentes en todas las pumaradas, con un total de siete especies atacando a las larvas del gorgojo (Figura 4), y con hasta cinco especies a la vez en una misma pumarada. El ataque de los parasitoides afectó al 6,4-81,5% de las larvas de gorgojo, dependiendo del sitio y del año. En promedio, los parasitoides eliminaron un tercio de los gorgojos (34,1% en 2015 y 32,4% en 2016). Sin embargo, este complejo parasitoide es ineficaz para prevenir el daño en los manzanos en un año dado, ya que atacan a los gorgojos una vez que ya están dentro de las flores, y por tanto éstas ya están dañadas. Dicho esto, hay que señalar que los parasitoides sí contribuirían a reducir la población de gorgojos (un tercio en promedio) de un año para otro.

Aves y artrópodos depredaron sobre los gorgojos adultos, eliminando hasta el 31% de los adultos antes de floración y el 44% tras la floración. Así pues, estos depredadores reducen los daños a las

flores tanto en un año dado (al evitar la puesta de huevos) como al año siguiente (al disminuir la población de gorgojos tras la floración). Además de eliminar gorgojos adultos, se sabe que las aves también abren capullos florales para alimentarse directamente de las larvas de gorgojo, aunque nosotros no hemos cuantificado este efecto. Los resultados del presente estudio sobre depredación de aves están respaldados por los de otro experimento en estas mismas plantaciones en el que se comprobó que las aves insectívoras tienen un fuerte efecto en la reducción de la población de insectos plaga, gorgojos inclusive (García et al., 2018). Es probable que aves insectívoras abundantes, como los carboneros y herrerillos, las currucas capirotadas y los mosquiteros, sean las principales especies de aves depredadoras de gorgojo. Entre los artrópodos que podrían depredar sobre el gorgojo estarían hormigas, arañas o tijeretas, todos ellos abundantes en nuestras pumaradas (Miñarro et al., 2011).

Figura 3.- Resumen del ciclo de vida del gorgojo y de los factores que afectan a sus poblaciones. En rojo se señalan los factores que favorecen al gorgojo, y por tanto perjudican al productor de manzana, y en verde, lo contrario.

(1) El gorgojo pasa el invierno como adulto, preferiblemente escondido bajo la corteza de los manzanos u otros árboles cercanos. La presencia de dichos refugios invernales favorece las poblaciones de gorgojos.

(2) A principios de primavera, los adultos abandonan los cuarteles de invierno y se alimentan de manzanos perforando las yemas hinchadas, próximas a abrirse, y chupando los jugos. Alternan la alimentación y el descanso durante varios días hasta que se produce la cópula y la puesta de huevos. Estos adultos son atacados por aves y artrópodos, que eliminan hasta el 31% de la población. (3) Al inicio de la floración (estado D-E), las hembras ponen los huevos en los botones de flor. Cuanto mayor sea la cantidad de flor, menor es el porcentaje de daño del gorgojo, por un efecto de dilución. Las larvas se alimentarán de las partes reproductivas de la flor impidiendo su desarrollo.

En este momento, las larvas son atacadas por parasitoides, que en algunos casos matan hasta el 81 % de las mismas.

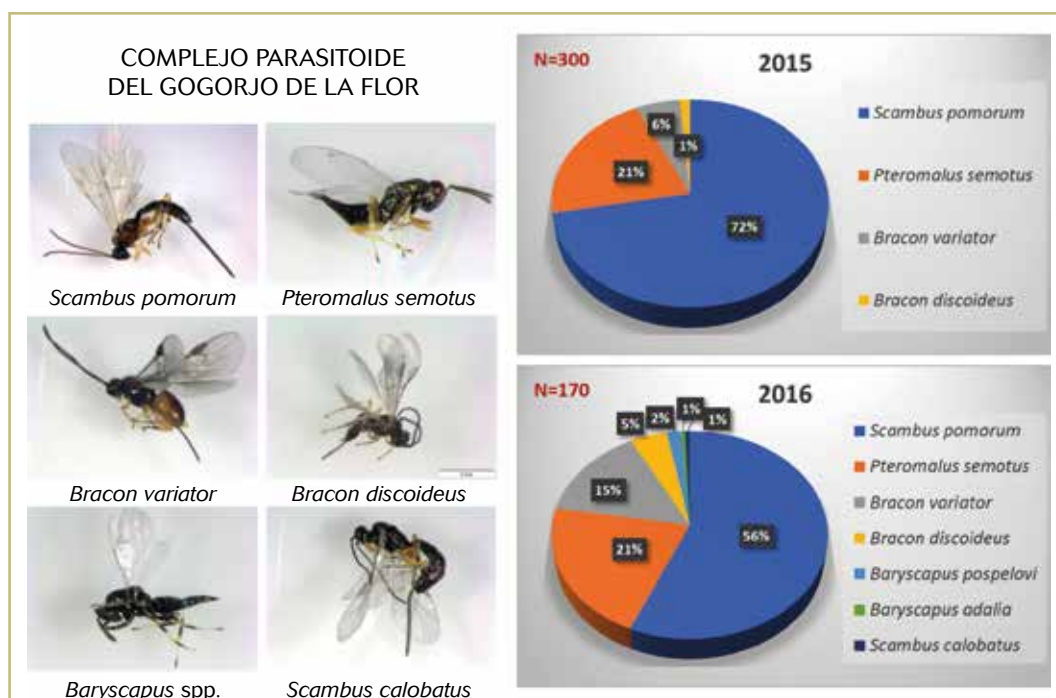
(4) Finalmente, las larvas pupan dentro de la flor y emerge una nueva generación de adultos. Estos adultos jóvenes se alimentan durante varios días en el envés de las hojas del manzano antes de buscar los refugios de invierno. En esta etapa, vuelven a ser atacados por depredadores, que eliminan casi la mitad de la población.

©Fotos Marcos Miñarro y dibujos Daniel García.



Figura 4.- Complejo parasitoide del gorgojo de la flor del manzano. Se representan las siete especies parasitoides (*Baryscapus* spp. representa a dos especies) y la abundancia relativa de cada una en los dos años de muestreo.

©Marcos Miñarro



Las tasas de parasitismo (6,4-81,5%) y de depredación observadas (31-44 %) son lo suficientemente altas como para considerar que estos enemigos naturales ejercen en su conjunto un efecto de regulación sobre la dinámica poblacional del gorgojo.

¿Cuáles son los factores que determinan el nivel de ataque del gorgojo?

Las pumaradas estudiadas recibieron en general pocas o ninguna aplicación pesticida (entre 0 y 2 al año), aunque ninguna contra el gorgojo, por lo que no esperamos que la variación tan amplia en los niveles de ataque de gorgojo (0,4-37,4%) tuviese relación con el uso de pesticidas. Por el contrario, sí identificamos otros factores, tanto a escala local (plantación) como paisajística, que explican esas diferencias en el nivel de ataque.

En primer lugar, el nivel de floración es el principal responsable de las diferencias interanuales en el daño del gorgojo. Como ya se ha comentado y es de sobra conocido, la producción de manzana en Asturias sufre una marcada vecería, resultando los años impares mucho más pro-

ductivos que los pares. En 2015, un año de floración intensa, el ataque de gorgojos para el global de plantaciones fue menor (8,0%) que en 2016 (14,7%), un año de floración escasa. Esta caída en la tasa de ataque en el año de abundante floración parece el resultado de un efecto de dilución: un mismo número de flores atacadas (el gorgojo no parece poder aumentar el número de adultos y larvas de forma drástica de un año para otro) en relación a un mayor número total de flores iniciales lleva necesariamente a un menor porcentaje de daño. Este mismo efecto de dilución se observó a nivel de plantación: el ataque del gorgojo disminuyó al aumentar el nivel de floración en las pumaradas, es decir, las pumaradas con mayor cantidad de flores presentaron niveles de ataque de gorgojo menores (Figura 5A).

El paisaje que rodea la pumarada también afecta al nivel de ataque del gorgojo. En primer lugar, el porcentaje de flores atacadas aumentó con la extensión cubierta por pumaradas alrededor de las plantaciones. Dicho de otro modo, pumaradas rodeadas por otras pumaradas cercanas sufrieron mayores niveles de daño (Figura 5B). Esto se explica porque el antonomo es una plaga especialista, que utiliza el manzano para

alimentarse, aparearse, reproducirse y refugiarse durante el invierno y, por lo tanto, es razonable esperar un aumento en sus poblaciones relacionado con una mayor cobertura de su hospedador, el manzano. En segundo lugar, la cobertura de vegetación leñosa (bosques, sebes, árboles aislados) alrededor de las plantaciones también tuvo un efecto positivo en el ataque de gorgojos (Figura 5C), y es que ese tipo de vegetación ofrecería refugio invernal para los gorgojos adultos, que frecuentemente hibernan bajo la corteza de distintos árboles. Por último, el ataque del gorgojo disminuyó con la distancia de los manzanos al borde de la plantación (Figura 5D). Al final del invierno, los gorgojos viajan desde sus refugios boscosos hasta las pumaradas, donde tendrá lugar la reproducción. El gorgojo es bastante sedentario, y tiende a permanecer en el primer manzano que coloniza (que suele ser de los más

próximos al borde) o a moverse sólo distancias cortas. Este tipo de patrón de colonización explicaría el efecto borde detectado en nuestro estudio.

En resumen, todas estas características que explican las diferencias en la incidencia del gorgojo entre pumaradas reflejan la importancia de la disponibilidad de recursos para alimentarse (yemas y hojas del manzano), para la reproducción (flores del manzano) y para la hibernación (vegetación leñosa, incluyendo al propio manzano) para la prevalencia de esta plaga (Figura 3).

En contraste con los resultados para los gorgojos, e inesperadamente, no detectamos ningún factor que explicase las variaciones en la abundancia o la riqueza de los parasitoides. En otros trabajos hemos evaluado qué factores locales y paisajísticos afectaban a los depredadores de los

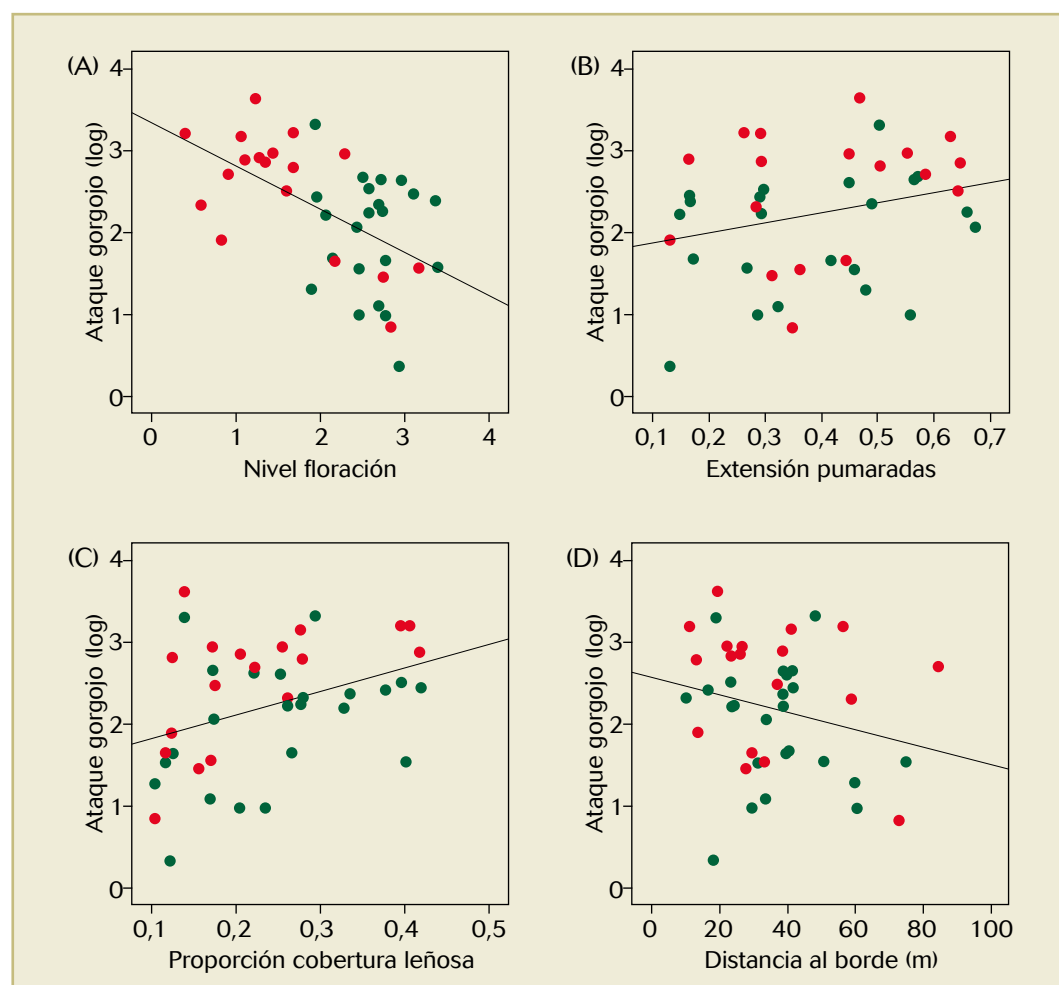


Figura 5.- Efecto de factores locales y paisajísticos sobre el ataque de gorgojo. Efectos de (A) el nivel de floración, (B) la extensión de pumaradas en un radio de 125 m, (C) la proporción de rodales de bosque y setos en un radio de 1 km, y (D) la distancia al borde de la plantación. Los puntos indican distintas pumaradas, con distintos colores para distintos años (verde: 2015; rojo: 2016). Las rectas indican la tendencia de la relación (todas $P < 0.05$, en modelos lineales generalizados mixtos).

gorgojos adultos. Por ejemplo, la abundancia y riqueza de aves insectívoras en estas mismas pumaradas aumenta cuanto más extensos son las copas de los manzanos dentro de las plantaciones y los rodales de hábitats leñosos alrededor de las plantaciones (García et al., 2018). La diversidad de artrópodos depredadores como arañas, hormigas o tijeretas también está influenciada por las características del paisaje y por el manejo de la plantación (Miñarro et al., 2009; Lefebvre et al., 2017).

Recomendaciones de manejo

Nuestros resultados sugieren que el gorgojo de la flor del manzano no es una amenaza agronómica grave en Asturias y que, gracias a la diversidad funcional de los enemigos naturales, las pumaradas disponen de un mecanismo de control biológico suficientemente eficaz como para mantener la plaga en niveles no dañinos. Además, los niveles de esta plaga son predecibles porque el porcentaje de flores dañadas dependerá del daño del año anterior. Esto tiene dos implicaciones de manejo. En primer lugar, permite a los productores predecir el nivel de daño en su pumarada y tomar decisiones en base a esa predicción. En segundo lugar, si se logra un buen control de la población probablemente no se necesiten más medidas de control durante algunos años, hasta que la densidad del gorgojo pueda volver a aumentar.

Los resultados también indican la necesidad de gestionar el paisaje, aunque se reconoce que la gestión a una escala tan grande está generalmente fuera del alcance del productor. Aunque el paisaje boscoso alrededor de las pumaradas puede proporcionar un entorno adecuado para el gorgojo, estaría también favoreciendo la biodiversidad de aves insectívoras y artrópodos depredadores, que contribuyen decisivamente en el control de todas las plagas del manzano, incluido el gorgojo (García et al., 2018). Por lo tanto, el papel del paisaje debe evaluarse de forma integradora, como un balance entre servicios ecosistémicos positivos (control de plagas, polinización) y negativos (promoción de algunas plagas como el gorgojo).

Como estrategia general para incrementar la presencia de enemigos naturales y promover así el control biológico de las plagas se recomienda una intensificación ecológica a nivel de finca. Por ejemplo, las cajas nido para pájaros insectívoros (ver detalles de ocupación en pumaradas y un posible diseño de caja nido en Miñarro, 2009) pueden promover el control biológico de plagas agrícolas (Benayas et al., 2017). Otras medidas de manejo, como la conservación de las sebes o de flores en el suelo de la pumarada o sus alrededores, también favorecen la biodiversidad de enemigos naturales que controlan las plagas.

Finalmente, los insecticidas sólo deben considerarse en casos de ataque muy intenso. En este caso se recomienda: 1) aplicar el insecticida el año de floración (y producción) escasa, ya que es cuando se registra más daño, cuando más se resiente la cosecha y cuando mejorar la cosecha contribuye más a la regularidad productiva; 2) tener en cuenta el efecto borde (mayor daño en los bordes de la plantación), reduciendo la pulverización desde el borde hacia el centro de la plantación; y 3) realizar la aplicación después de que los adultos hayan colonizado el cultivo y antes de que ocurra la puesta de huevos, y preferiblemente en días cálidos, cuando los adultos son más activos (los insecticidas se dirigen sobre todo a eliminar a los adultos).

Agradecimientos

A los proyectos INIA RTA2013-00139-C03-01 (MinECo y FEDER) y PCIN2014-145-C02-02 (MinECo, BiodivERsA-FACCE2014-74) y CGL2015-68963-C2-2-R (MinECo) por la financiación. A Kent Twizell, David Luna, Carlos Guardado, Alejandro González y Alejandro Núñez por su colaboración en la toma de datos. A los técnicos de Campoastur S. Coop. Asturiana por ayudarnos en la selección de las plantaciones. A los productores por dejarnos realizar los ensayos en sus pumaradas. A Vladimir Žikic, Hossein Lotfalizadeh y David Luna por la identificación de las especies parasitoides.

Bibliografía

- Benayas, J.M.R., Meltzer, J., de las Heras-Bravo, D., Cayuela, L. 2017. Potential of pest regulation by insectivorous birds in Mediterranean woody crops. *PloS one* 12: e0180702.
- García, D., Miñarro, M., Martínez-Sastre, R. 2018. Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 254: 233-243.
- Lefebvre, M., Papaix, J., Mollot, G., Deschodt, P., Lavigne, C., Ricard, J-M., Mandrin, J-F., Franck, P. 2017. Bayesian inferences of arthropod movements between hedgerows and orchards. *Basic and Applied Ecology* 21: 76-84.
- Miñarro, M. 2009. Aves y agricultura: la importancia de mantener los pájaros en las pumaradas. *Tecnología Agroalimentaria* 6: 10-14. (disponible online: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4063&anyo=>).
- Miñarro, M., García, D. 2016. Manzana, kiwi y arándano: sin insectos no hay frutos ni beneficios. *Tecnología Agroalimentaria* 18: 4-8. (disponible online: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=6725&anyo=>).
- Miñarro, M., García, D. 2018. Unravelling pest infestation and biological control in low input orchards: the case of apple blossom weevil. *Journal of Pest Science*. doi.org/10.1007/s10340-018-0976-y.
- Miñarro, M., Espadaler, X., Melero, V.X., Suárez-Álvarez, V. 2009. Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 133-142.
- Miñarro, M., Dapena, E., Blázquez, M.D. 2011. Guía ilustrada de las enfermedades, las plagas y la fauna beneficiosa del cultivo del manzano. Ed. SERIDA. 211 pp. (disponible online: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5019>).
- Miranda, C., Santesteban, L.G., Royo, J.B. 2005. Removal of the most developed flowers influences fruit set, quality, and yield of apple clusters. *HortScience* 40: 353-356.



Figura 6.- El gorgojo de la flor del manzano