



Control de plagas del manzano de sidra por aves silvestres

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

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

RODRIGO MARTÍNEZ SASTRE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. rmsastre@serida.org

ROCÍO PEÑA GARCÍA. Departamento Biología de Organismos y Sistemas. Unidad Mixta de Investigación en Biodiversidad. Universidad de Oviedo. rocpengar@gmail.com

Mediante experimentos de campo, demostramos el importante papel de las aves insectívoras como predadores de artrópodos del manzano de sidra de Asturias. La presencia de aves en las pumaradas reduce notoriamente la cantidad y el daño de insectos plaga en el manzano. Eso sucede incluso teniendo en cuenta que algunos de los artrópodos consumidos por las aves son, a su vez, potenciales predadores de las plagas. Aves y artrópodos auxiliares actúan, en cualquier caso, de forma aditiva y complementaria sobre las plagas del manzano. La biodiversidad animal en las pumaradas asturianas proporciona, por tanto, un notorio servicio ecosistémico de control biológico de plagas.



Carbonero común depredando insectos en una pumarada.

Foto © Marcos Miñarro

Las aves insectívoras silvestres son tradicionalmente consideradas como beneficiosas para la agricultura, al depredar sobre invertebrados herbívoros (moluscos, insectos, etc.) que resultan dañinos para las plantas de cultivo. Este papel de control biológico de plagas determina

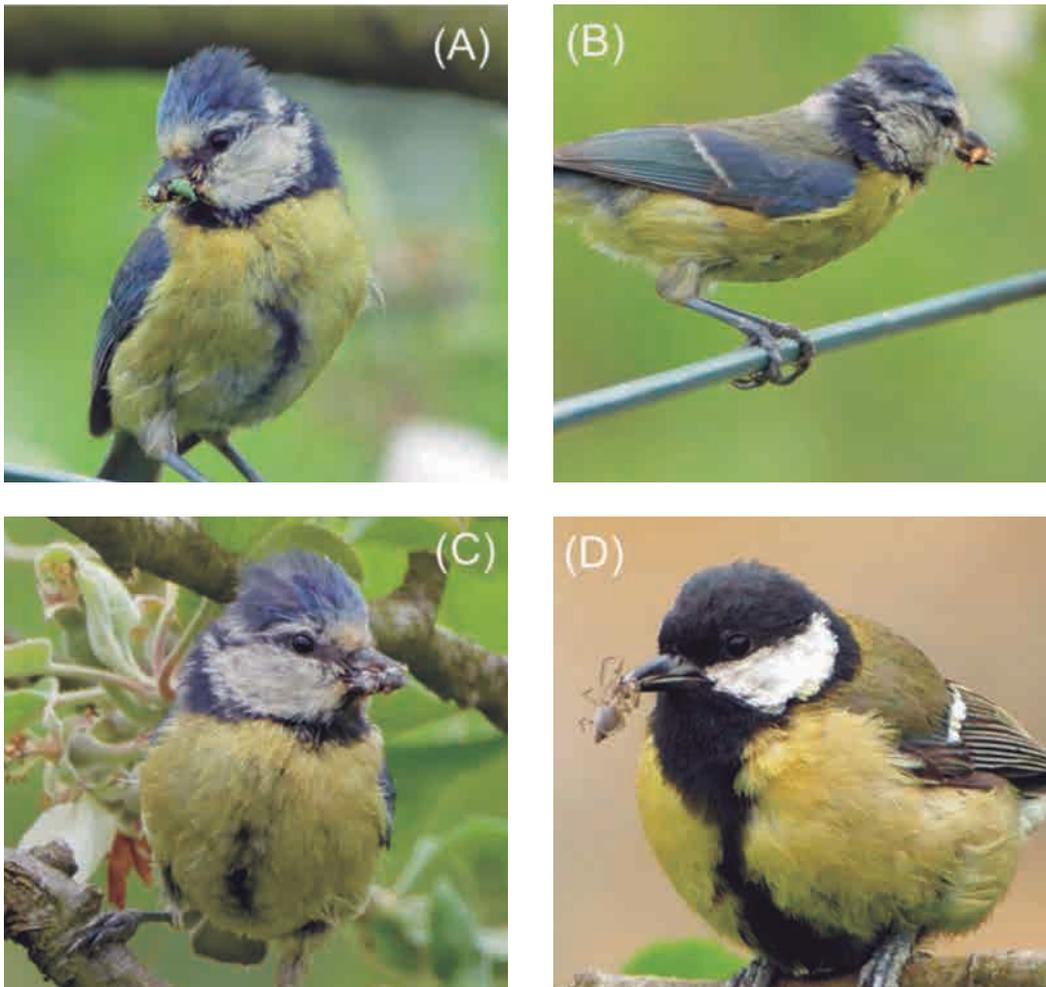
que la función ecológica proporcionada por la biodiversidad de aves se clasifique como un servicio ecosistémico (Whelan et al., 2008). Investigaciones recientes (García et al., 2018) subrayan la alta diversidad de aves insectívoras de las pumaradas de Asturias, pero ¿ejercen estas

aves un control efectivo sobre las poblaciones de artrópodos que viven sobre el manzano de sidra? Para tener una primera idea acerca de esta cuestión, podemos visitar una pumarada con cajas-nido para aves, y observar a los pájaros adultos cuando ceban a sus polluelos (Figura 1). Nos sorprenderá la altísima frecuencia con la que, por ejemplo, herrerillos y carboneros aportan alimento al nido y, sobre todo, nos resultará llamativa la variedad de sus presas (Figura 1A-C), que incluye importantes plagas del manzano, como pulgones o gorgojos de la flor (Miñarro et al., 2011). Sin embargo, también notaremos que las aves consumen artrópodos auxiliares, como arañas o tijeretas (Figura 1D), también enemigos naturales de las mencionadas plagas (Miñarro et al., 2011). ¿Cuál es, entonces, el efecto final de las aves sobre las plagas del manzano? En este artículo, respondemos esta pregunta partiendo de la teoría ecológica sobre redes tróficas y exponiendo resul-

tados de experimentos que permiten cuantificar, de forma precisa, el efecto de las aves sobre los artrópodos (García et al. 2018). Así mismo, distinguimos experimentalmente el papel de aves y artrópodos auxiliares como enemigos naturales de plagas del manzano (Miñarro y García, 2018).

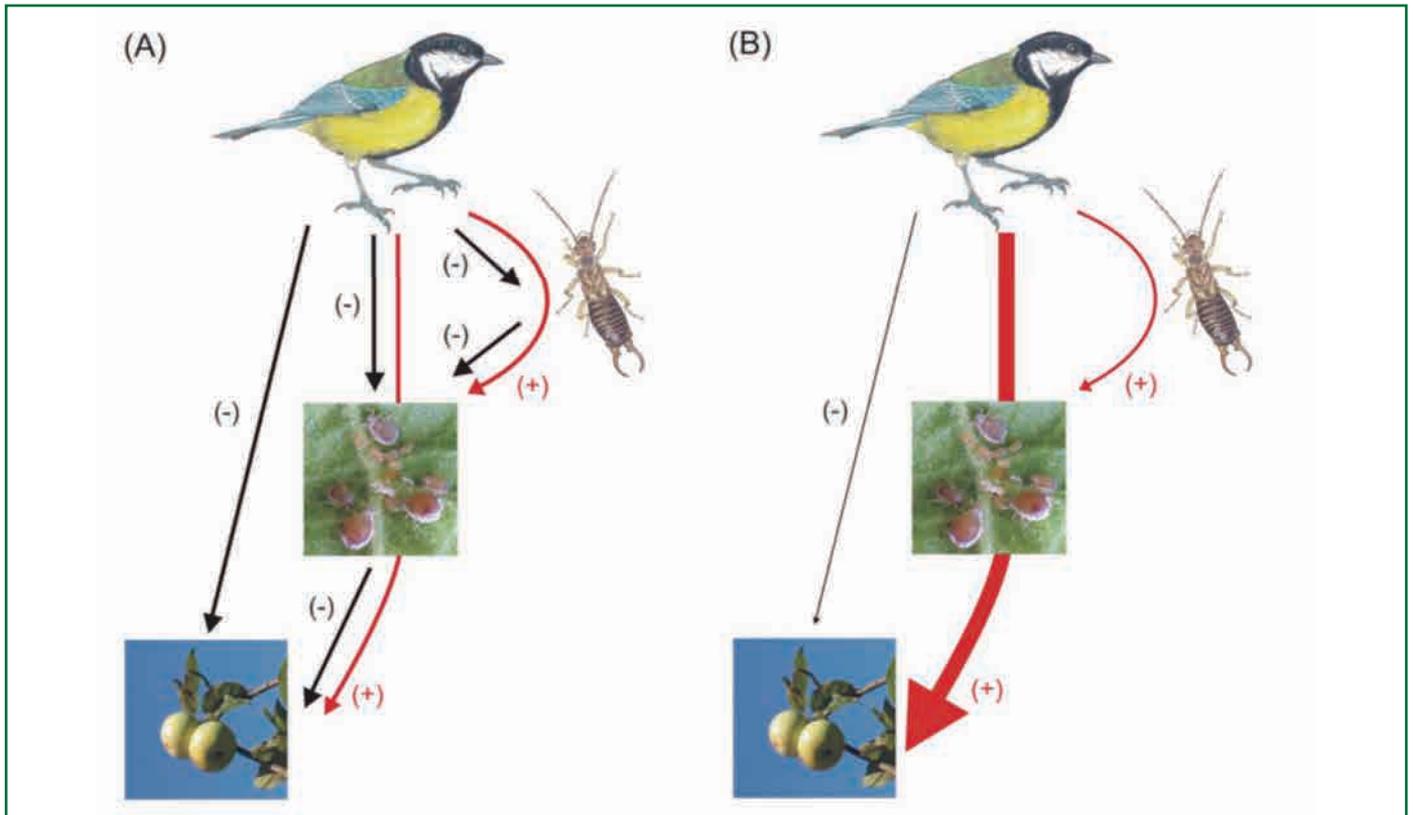
Las aves como controladoras de plagas: una visión basada en las redes tróficas

Para entender el efecto de las aves insectívoras sobre el manzano, necesitamos situar a aves y manzano en los niveles extremos de una red trófica donde plagas y artrópodos auxiliares ocupan posiciones intermedias (Maas et al., 2016; Whelan et al., 2016). La red representa cómo los organismos de un nivel, a través de la depredación y el consumo, pueden disminuir la abundancia de los



←
Figura 1.-Ejemplos de depredación de aves sobre artrópodos, tanto perjudiciales como beneficiosos para el manzano de sidra.
 A) herrerillo común (*Cyanistes caeruleus*) con curculiónidos verdes (*Polydrusus formosus*);
 B) herrerillo común con larva del gorgojo de la flor del manzano (*Anthonomus pomorum*);
 C) herrerillo común con pulgones cenicientos (*Dysaphis plantaginea*);
 D) carbonero común (*Parus major*) con araña.

Fotos © Marcos Miñarro.



↑
Figura 2.—Representación de red trófica incluyendo, como distintos niveles, el manzano, sus plagas, los artrópodos predadores de plagas (p.ej., tijereta *Forficula auricularia*) y las aves (p.ej., carbonero común *Parus major*).

A) Esquema teórico señalando, en negro, las interacciones directas, de efecto negativo (en cuanto que el aumento de actividad del nivel superior impacta negativamente en el inferior) y, en rojo, las interacciones indirectas, de efecto positivo (por concatenación de efectos negativos a través de un nivel intermedio).

B) La misma red que en A) subrayando los efectos globales principales observados en el manzano de sidra, y con grosos de flecha proporcionales a la importancia de cada efecto.

Fotos © Marcos Miñarro.
 Dibujos © Daniel García.

del nivel inmediatamente inferior (Figura 2A). Llamamos a estas relaciones de consumo “interacciones directas”, y les asignamos un signo negativo para representar que su efecto lleva a una *reducción* de la abundancia. Por ejemplo, tanto las aves como los artrópodos auxiliares son capaces de reducir las poblaciones de insectos herbívoros pueden disminuir la producción de manzana. También podemos pensar en una interacción directa entre aves y manzano, cuando estas picotean el fruto en otoño. Por otra parte, las aves actuarían como predadores apicales, situados en el vértice de la red, capaces de atacar no sólo a las plagas sino también a los artrópodos auxiliares. Como consecuencia de esa complejidad, en la red surgen “interacciones indirectas” entre aquellos niveles relacionados entre sí a través de otro nivel intermedio (flechas rojas, Figura 2A). Una interacción indirecta sería, por ejemplo, la influencia de las aves en el manzano a través de su efecto sobre las plagas. Paradójicamente, estas interacciones indirectas conducen a efectos de signo opuesto a los de las directas. Así, al co-

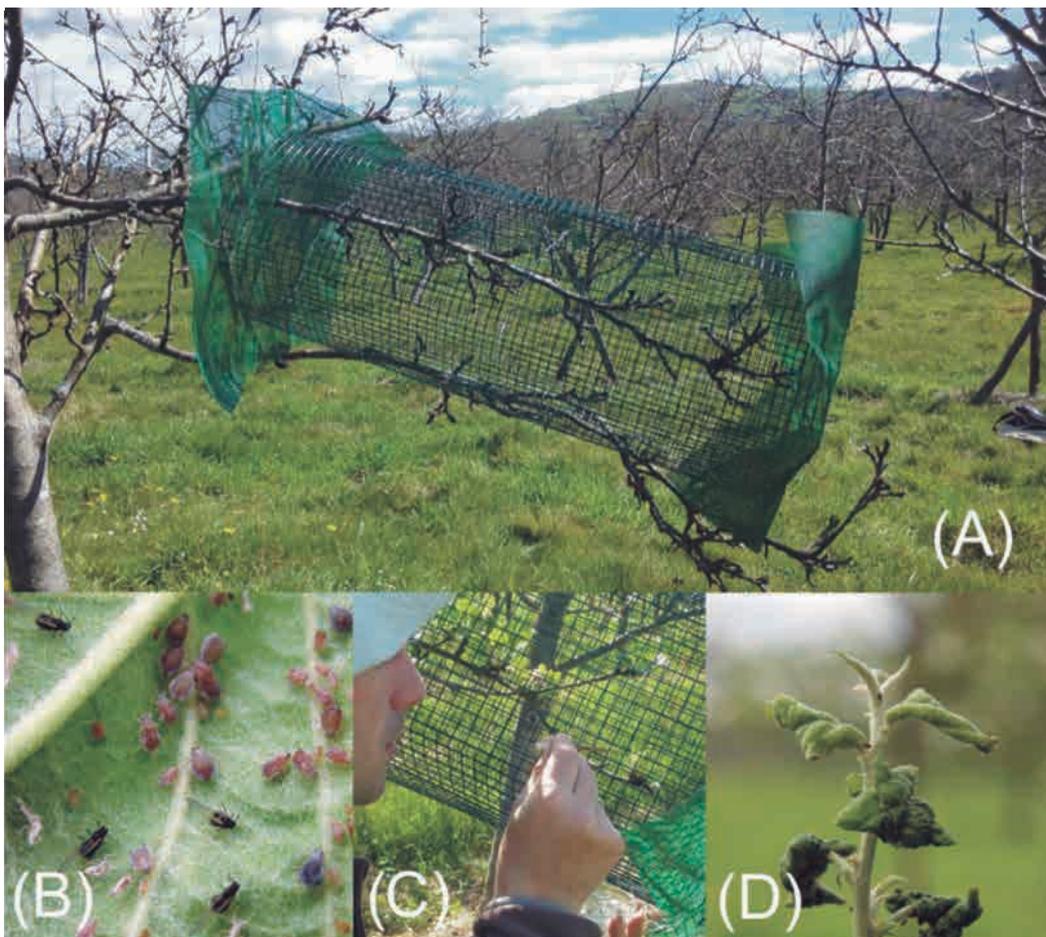
mer plagas, las aves permitirían un *aumento* (i.e. un efecto de signo positivo) en la producción del manzano. Siguiendo la misma lógica, al comer artrópodos auxiliares las aves podrían llegar a beneficiar incluso a las propias plagas, al librarlas de sus predadores intermedios. Por tanto, la influencia global final de las aves insectívoras sobre el manzano dependerá de sus efectos sobre plagas, predadores intermedios y el propio manzano, y también del papel de los artrópodos auxiliares sobre las plagas. Así, podría ocurrir que las aves perjudicaran al manzano si dañaran frecuentemente la manzana y apenas ejercieran control de plagas, por ejemplo, al consumir más artrópodos intermedios que plagas. Como demostraremos a continuación, este no parece ser el caso de las pumaradas asturianas. Al contrario, las aves parecen tener un efecto global positivo sobre el manzano de sidra, ya que su capacidad para controlar plagas importantes y, de rebote, disminuir sus daños, compensaría los picoteos esporádicos de manzana y la relajación del control biológico que también ejercen los artrópodos auxiliares (Figura 2B).



¿Cómo de importante es el efecto de las aves? Evidencias experimentales

Para comprobar experimentalmente si las aves controlan las poblaciones de artrópodos en el manzano de sidra, comparamos los artrópodos encontrados en ramas donde habíamos impedido el acceso de las aves con los muestreados en ramas de los mismos árboles pero sin ningún tipo de manipulación (Cuadro 1). Asumimos que lo único que diferenciaba las ramas "excluidas" de las ramas "control" era la presencia de aves, y que el resto de condiciones eran similares. Las exclusiones se construyeron con jaulas de malla metálica y plástica, que dejaban pasar a los insectos pero no a las aves, y que no alteraban el microclima alrededor de la rama (Cuadro 1A). Este esquema se replicó, en la primavera de 2016, en 40 árboles distribuidos en 4 pumaradas. Además, en este primer experimento, tratamos de verificar el efecto de las aves

sobre alguna plaga concreta cuyos daños en las plantas fueran también fáciles de evaluar. Elegimos el pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea*), cuyas hembras, inoculadas en los brotes, formaron rápidamente colonias notorias por provocar el enrollamiento del extremo de las hojas en crecimiento (Cuadro 1B-D). Los resultados del experimento, recogidos en García et al. (2018), fueron rotundos: la presencia de aves supuso una reducción del daño por pulgón (medido como proporción de brotes atacados) cercana al 70% (Figura 3). La exclusión de las aves supuso, además, que la abundancia global de artrópodos (medida como biomasa) se multiplicara por siete (Figura 4A). Replicamos el experimento en 2017, sin inocular pulgones e incluyendo 125 árboles distribuidos por 25 pumaradas, y encontramos el mismo patrón de diferencias: las aves redujeron la biomasa de artrópodos en el manzano en un 80% (Figura 4B). Ambos experimentos sirvieron también para diferenciar el efecto de las aves en



↙ Cuadro 1.-Cómo evaluamos el efecto depredador de las aves sobre las plagas y el daño en el manzano

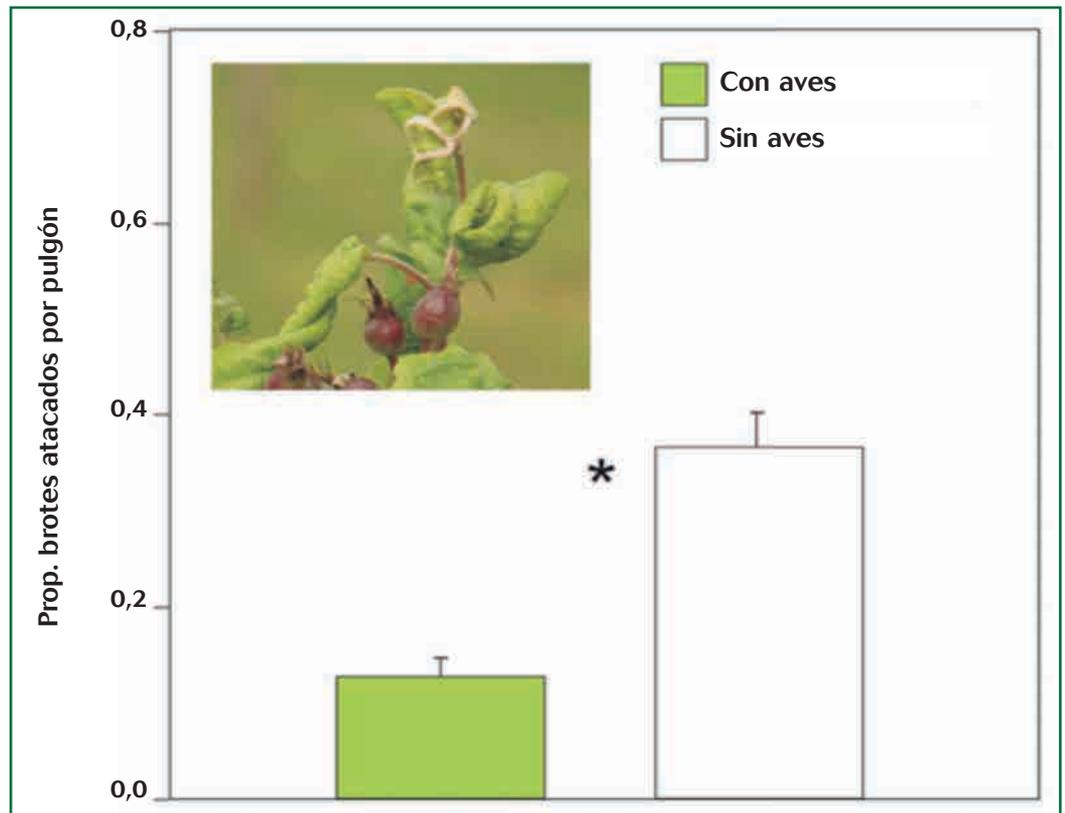
Para medir el efecto depredador de las aves comparamos la abundancia de artrópodos en ramas de manzanos donde, de forma natural, las aves pueden acceder sin restricciones, con la de ramas de los mismos árboles donde impedimos el acceso de las aves, mediante jaulones (A) colocados a mediados de abril (antes de la emergencia de los brotes nuevos). A finales de junio vareamos todas las ramas para hacer caer a los artrópodos en una bandeja y así recolectarlos. En 2016, realizamos un primer experimento sobre 40 árboles, distribuidos en 4 pumaradas. En este experimento, quisimos también evaluar el efecto de control biológico sobre el pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea*) (B), inoculando, a mediados de mayo, 6 hembras sobre las ramas control y las excluidas (C). Cuantificamos los daños sobre la planta a través de los brotes atacados por los pulgones (D). En 2017, quisimos verificar la extensión de los resultados anteriores, y repetimos el experimento (sin añadir pulgones) sobre 125 árboles distribuidos en 25 pumaradas de la región central de Asturias.

© Fotos Daniel García (A-C) y Marcos Miñarro (B-D).



→

Figura 3.-Efecto de las aves en el daño del pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea*) en el manzano de sidra, cuantificado como la proporción de brotes foliares atacados por pulgones (identificables por la curvatura de las hojas). Se representan los valores promedio (+ EE) de 40 árboles, para ramas excluidas (sin aves) y sin excluir (con aves), así como la significación estadística de la diferencia entre tratamientos (*: $P \leq 0.05$; modelo lineal generalizado mixto).
Foto © Marcos Miñarro.

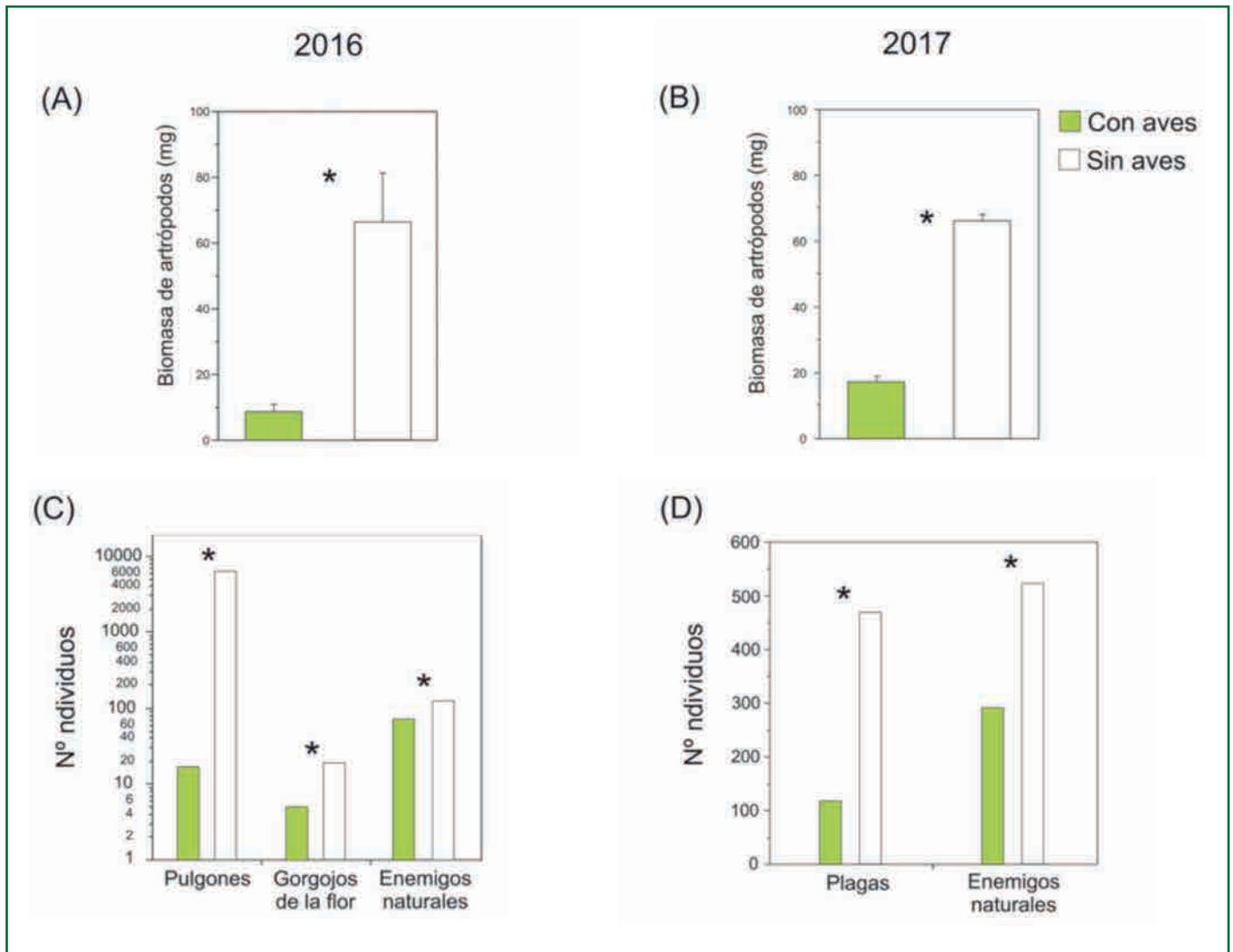


el número de individuos de distintos tipos de artrópodos, tanto plagas, como pulgones y gorgojos de la flor, como enemigos naturales de dichas plagas, como arañas y tijeretas (Figura 4C-D). La presencia de aves supuso una reducción importante de la abundancia, tanto de la de plagas como de la de sus enemigos naturales. No obstante, esta reducción fue más marcada en el caso de las plagas. Aunque en 2016 esta diferencia podía estar, en cierto modo, exagerada por el efecto de las poblaciones inoculadas de pulgón ceniciento (Figura 4C), también fue patente en 2017 (Figura 4D). Es esperable que las aves consuman con mayor intensidad los insectos plaga, habitualmente poco móviles y más abundantes (p.ej. los pulgones), que los artrópodos predadores, relativamente más escasos y capaces de escapar o defenderse con facilidad (p.ej. las arañas). En resumen, los experimentos demuestran que las aves ejercen un importante papel de control biológico sobre las plagas del manzano, disminuyendo sus daños, a pesar de que también depredan sobre otros enemigos naturales en la red trófica. El efecto indirecto de reducir la presión de estos predadores in-

termedios no parece lo suficientemente fuerte como para compensar el efecto directo de las aves sobre plagas.

¿Pueden complementarse aves y artrópodos predadores en el control de plagas?

Los experimentos de exclusión también pueden proporcionar información sobre el grado de depredación ejercido por las aves, en comparación al que pueden llevar a cabo, simultáneamente, los artrópodos auxiliares. En este sentido, realizamos un experimento para comparar la depredación de aves y artrópodos “no voladores” (que se desplazan habitualmente caminando por las ramas, p.ej. arañas y tijeretas) sobre el gorgojo de la flor del manzano (Miñarro y García, 2018). El experimento consistió en ofrecer adultos de gorgojo, pegados sobre ramitas de manzano, a aves y artrópodos, en tratamientos que restringían el acceso a uno, otro o ambos tipos de predadores, además de un tratamiento “control” con gorgojos accesibles a cualquier predador



(Cuadro 2). Los gorgojos excluidos de todos los predadores apenas desaparecieron del experimento, mientras que sí fueron notoriamente eliminados de las ramas accesibles a las aves, de las visitables por artrópodos no voladores y de las de acceso libre para ambos (Figura 5). Es más, el experimento mostró con claridad que, cuando actuaban por separado, aves y artrópodos auxiliares depredaron los adultos de gorgojo de la flor con intensidades equivalentes. Cuando actuaban simultáneamente, sus presiones resultaron aditivas (Figura 5). Este efecto aditivo probablemente surgió porque ambos tipos de predadores pueden llegar actuar de forma complementaria, por ejemplo, repartiendo su actividad en distintos momentos, durante el día las aves y durante la noche las tijeretas. En resu-

men, los niveles máximos de depredación sobre el gorgojo de la flor se consiguieron con la combinación de aves y artrópodos auxiliares, incluso a pesar de que, como sugerimos anteriormente, algunos de estos artrópodos sean también presa de las aves.

Conclusiones y recomendaciones de manejo

Nuestros estudios experimentales demuestran que las aves insectívoras silvestres tienen una evidente capacidad de control biológico sobre las plagas del manzano de sidra de Asturias. Las aves, en conjunto, generan una presión depredadora generalista, que afecta a diversas especies plaga del manzano (pulgones,

↑
Figura 4.-Efecto de las aves en la abundancia de artrópodos en el manzano de sidra, evaluado a través de experimentos en distintos años de estudio (izda.: 2016; dcha.: 2017). La abundancia se representa (A-B) como biomasa total en mg (media + EE), o (C-D) como número de individuos de distintos grupos funcionales (nótese la escala logarítmica en C), para ramas excluidas (sin aves) y sin excluir (con aves). Se indica la significación estadística de la diferencia entre tratamientos (*: $P \leq 0.05$; modelos lineales generalizados mixtos).

