



Figura 1. Paisaje agrícola en la Cuenca del Ebro con una rotación típica de cultivos extensivos. A derecha, maíz; a la izquierda, trigo cosechado; adyacente a los campos de trigo y maíz, alfalfa y en el fondo más campos de alfalfa, maíz, cereales de invierno y algún huerto de frutales (Belén Lumbierres).

Cultivos extensivos: influencia del paisaje en el control biológico y movimiento de depredadores entre cultivos

Dr. Filipe Madeira

Departament de
Producció Vegetal
i Ciència Forestal –
Agrotecnio Centre.
Universitat de
Lleida. Laboratòrio
Colaborativo
Montanhas de
Investigação Bragança,
Portugal. fmadeira@
pvcf.udl.cat

En la cuenca del Ebro, la alfalfa y el maíz son los cultivos extensivos que predominan en el paisaje en verano. Los enemigos naturales en estos cultivos tienen un papel importante en el control de plagas. El movimiento de los enemigos naturales entre cultivos depende de la estructura del paisaje en el que la agricultura se inserta. Así pues, los cambios en la composición del paisaje pueden tener influencia en la abundancia y dinámica de los insectos. En los últimos años, hemos evaluado los efectos de la estructura del paisaje en la abundancia de algunos depredadores en la alfalfa así como su movimiento entre el maíz y la alfalfa. Un aumento de frutales en el paisaje afecta negativamente a la abundancia de *Orius* spp., mientras que el aumento de maíz tiene un efecto positivo en la abundancia de *Propylea quatuordecimpunctata*. Por el contrario, la abundancia de *Coccinella septempunctata* está poco afectada por la estructura del paisaje. La abundancia de presa y la fenología son las variables locales que más afectan a la abundancia de los depredadores. La alfalfa actúa como fuente de depredadores para el maíz, en la etapa vegetativa temprana del maíz y se revierte su papel de fuente entre cultivos después del corte de la alfalfa para convertirse en destino. Las rotaciones de cultivos extensivos en los paisajes son importantes para la conservación de los depredadores.

En muchas regiones, el paisaje de cultivos está formado por cultivos anuales y perennes. Tradicionalmente, los cultivos anuales se describen como hábitats 'efímeros' porque están sujetos a perturbaciones frecuentes y necesitan ser colonizados por enemigos naturales (EN) cada año. En contraste, los cultivos perennes se describen como hábitats 'fuente' porque son sistemas con relativamente poca perturbación y potencialmente más proclives a mantener la estabilidad de las poblaciones de artrópodos (Wisinger, 1997). Sin embargo, algunos cultivos perennes como la alfalfa sufren cortes periódicos durante la temporada de crecimiento, lo que causa una perturbación en los EN residentes que los obliga a desplazarse a hábitats alternativos. Además, estos cultivos perennes necesitan ser recolonizados por EN después de la perturbación. De esta manera, en los paisajes agrícolas formados por cultivos extensivos se puede subestimar el papel ecológico que desempeñan los cultivos anuales, ya que pueden actuar como un hábitat alternativo para los EN después de las perturbaciones en los cultivos perennes. Los avances en las estrategias de control biológico por conservación requieren una comprensión de las dinámicas poblacionales de los EN, movimiento dentro y entre los hábitats, así como una visión del papel que juega cada hábitat en el paisaje. Esto es especialmente cierto cuando el paisaje está formado principalmente por cultivos extensivos, formado por cultivos anuales y perennes que sufren varias perturbaciones durante la temporada.

En la cuenca del Ebro (NE de España), el paisaje agrícola en áreas irrigadas está formado principalmente por rotaciones de cultivos extensivos (cereales de invierno, maíz y alfalfa), huertos de frutales, barbechos, pequeñas zonas boscosas y márgenes (Figura 1). La alfalfa y el maíz son los cultivos extensivos que predominan en el paisaje de verano a otoño. En esta zona se produce alrededor del 60% y 30% de la alfalfa y maíz, respectivamente, de toda España. Estos dos cultivos tienen la particularidad que no comparten muchos herbívoros, pero comparten prácticamente todos los EN (Pons y Eizaguirre, 2009). El maíz, siendo un cultivo anual, tiene la necesidad de ser colonizado por EN cada año; un caso distinto es el cultivo de la alfalfa, cultivo plurianual que permaneciendo en el campo 4/5 años es considerado

teóricamente un hábitat más estable y fuente de EN para la colonización del maíz (Pons y col., 2005). Los EN presentes en estos cultivos son los grandes responsables para que la mayoría de herbívoros presentes en estos cultivos se mantengan año tras año por debajo de las densidades de población que causan pérdidas económicas (Pons y col., 2005; Albajes y col. 2011). En nuestra zona, los antocóridos y los coccinélidos son de los depredadores más abundantes, desempeñando un papel fundamental en el control biológico de algunas plagas en estos dos cultivos y haciendo que contribuyan de manera prometedora a los servicios de los ecosistemas dentro de este paisaje agrícola. *Orius majusculus* Reuter y *O. niger* Wolf son las especies de Anthocoridae más comunes jugando un papel muy importante en la prevención de homópteros (cicadélidos y pulgones) y trips (Pons y Eizaguirre, 2009), mientras que *Coccinella septempunctata* L., *Propylea quatuordecimpunctata* L. e *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) son los tres coccinélidos afidófagos más comunes teniendo un papel importante en la prevención de los pulgones (Pons y Eizaguirre, 2009).

En los últimos años, como consecuencia de la transformación de algunas zonas de secano a regadío, así como a cambios en la demanda del mercado, se han llevado a cabo modificaciones de la composición del paisaje agrícola. Estas modificaciones han llevado en años recientes a un gran aumento de la superficie de frutales de hueso, siendo cada vez más común encontrar un paisaje mixto formado principalmente por cultivos extensivos y frutales. Una de las consecuencias de la expansión de los frutales ha sido el incremento en la cantidad de insecticidas empleados en esos paisajes.

Es cierto que el manejo de la parcela afecta a la abundancia de plagas y sus EN dentro del cultivo y en los cultivos adyacentes, pero en los últimos años diversos estudios concluyen que algunos efectos pueden estar modulados también por las características del paisaje (Rusch y col. 2010). Por lo tanto, cambios en la composición del paisaje puede tener influencia en la abundancia y la dinámica (movimiento) de los insectos en los cultivos. Muchas veces se asume que mayores áreas de hábitats

seminaturales o perennes en el paisaje mejora el control de plagas y que, por el contrario, una mayor intensificación de cultivos tiene efectos negativos en la abundancia de EN. Sin embargo, a veces una mayor o menor área de esos hábitats en el paisaje muestran respuestas inconsistentes de los EN (Karp y col. 2018). Por ello es crucial entender cuáles son las variables del paisaje en una determinada región que más afectan los insectos, antes de asumir una conclusión general e introducir modificaciones en el manejo integrado de plagas o en el manejo del paisaje.

En los últimos diez años, nuestro grupo está llevando a cabo varios proyectos con el objetivo de conocer la influencia del paisaje en la abundancia de EN y plagas en los cultivos de alfalfa y maíz, así como caracterizar el movimiento de los principales EN entre estos cultivos.

Efectos de la estructura del paisaje en la abundancia de depredadores en la alfalfa

Para determinar los efectos del paisaje en la abundancia de *Orius* spp. y coccinélidos, hemos seleccionaron campos de alfalfa en un gradiente de mayor a menor proporción de cultivos extensivos y frutales. El estudio duró tres años, y en total se han muestreado cincuenta campos. Cada año, en primavera y verano el paisaje alrededor del campo muestreado se caracterizó en un radio de 0,5 km. Los elementos del paisaje identificados se han agrupado en siete categorías (%): alfalfa, maíz, cereales de invierno, frutales, bosque, hábitat no agrícola y márgenes. Aparte de estas variables de paisaje también se ha tenido en cuenta la diversidad del paisaje (Índice de Shannon), y variables 'locales' del campo muestreado: fenología, edad del cultivo y abundancia de potenciales presas de los depredadores. La abundancia de los depredadores se estimó mediante trampas amarillas pegajosas.

La abundancia de tres depredadores (*Orius* spp., *C. septempunctata* y *P. quatuordecimpunctata*) estuvo influenciada por la composición del paisaje y por las variables locales del campo. La abundancia de *Orius* spp. esta positivamente afectada por la abundancia de presa, por la fenología y por hábitats no agrícolas, y negativamente afectada por la proporción de frutales en el pai-



fytosave

fitovacuna **vegetal**

Activa y estimula la inmunidad innata de las plantas frente a Oídio y Mildiu

Nuevo uso en
uva de mesa y
vid de vinificación



 AUTORIZADO
para uso en
**CULTIVO
ECOLÓGICO**



Fitosanitario de bajo riesgo

Prevenir es Seguridad, Eficacia, Rentabilidad...

Prevenir es Proteger

nº de registro ES-00209

**LIDA**
plant research



www.lidaplantresearch.com

saje (primavera) y márgenes (verano). La abundancia de *C. septempunctata* parece poco afectada por la estructura del paisaje; únicamente se observó un efecto positivo de la abundancia de presa en primavera. En el caso de *P. quatuordecimpunctata*, la abundancia únicamente se ve afectada en verano, positivamente con el área de maíz y negativamente con el área de bosque y con la edad de la alfalfa (Tabla 1).

Movimiento de depredadores entre alfalfa y maíz

El estudio de movimiento se realizó en campos adyacentes sembrados con alfalfa y maíz. En cada cultivo se recogieron *Orius majusculus*, *O. niger*, *C. septempunctata* y *P. quatuordecimpunctata* en cuatro momentos del desarrollo y manejo de los cultivos de maíz y alfalfa: maíz en etapa vegetativa temprana, tres días después del corte de alfalfa, tres semanas después del corte de la alfalfa y cuando el maíz se había secado o cosechado. Para determinar el movimiento de depredadores entre cultivos, realizamos análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. El uso de esta técnica nos permitió usar las propias plantas como marcadores, y esto es especialmente cierto cuando tenemos plantas C3 (alfalfa) y C4 (maíz), pues el isótopo estable de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) de las plantas C4 es claramente más alto que el de las plantas C3. Los herbívoros que se alimentan de plantas C3 o C4 reflejan la composición isotópica general de sus alimentos, así como los depredadores que se alimentan de estos herbívoros. Recientemente, se ha demostrado que el uso de estos isótopos estables es adecuado para rastrear el movimiento

Season	<i>Orius</i> spp.	<i>C. septempunctata</i>	<i>P. quatuordecimpunctata</i>
Primavera	Herbívoros*** Hábitat no agrícola** Fenología* Frutales*	Pulgones***	
Verano	Herbívoros*** Fenología** Hábitat no agrícola** Márgenes**		Maíz*** Edad Alfalfa* Bosque*
*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001			

Tabla 1. Variables del paisaje y locales que presentan un efecto positivo (verde) o negativo (rojo) en la abundancia de los depredadores, *Orius* spp., *C. septempunctata* y *P. quatuordecimpunctata* en el cultivo de alfalfa en primavera y verano en la Cuenca del Ebro.

de depredadores (Madeira y col. 2014).

En este estudio hemos observado que los *Orius* y coccinélidos que colonizaron el maíz en la etapa vegetativa temprana se habían movido desde la alfalfa, actuando este cultivo como un cultivo dominante en ese período de la temporada.

Después de un corte en la alfalfa, observamos movimiento desde la alfalfa hacia al maíz en todos los depredadores. Sin embargo, en el caso de *C. septempunctata* y *O. niger* se observó que la mayoría provenía de la alfalfa, mientras que sólo algunos *O. majusculus* y *P. quatuordecimpunctata* se han movido de la alfalfa.

Tres semanas después del corte de la alfalfa, todos los depredadores (excepto *C. septempunctata*) que recolonizaron la alfalfa provinieron del maíz.

Cuando el maíz se secó o se cosechó, hubo movimiento de depredadores (excepto *C. septempunctata*) del maíz hacia a la alfalfa.

Conclusiones

El aumento de áreas de frutales en paisajes dominados por cultivos ex-

tensivos tiene efectos negativos en la abundancia de *Orius* spp. en la alfalfa.

Por el contrario, una mayor proporción de maíz en el paisaje tiene un impacto positivo en la abundancia de *P. quatuordecimpunctata* en la alfalfa.

Las variables locales de cada campo, como la fenología y la cantidad de presa afectan la abundancia de los depredadores.

La alfalfa es la fuente de depredadores para la colonización temprana del maíz, mientras que el maíz actúa como fuente de estos depredadores para recolonizar la alfalfa después del corte.

Los campos de maíz pueden actuar como una alternativa / complemento a la estrategia que ha sido preconizada de corte en bandas de la alfalfa, especialmente en zonas en que los campos son pequeños, como en muchas regiones del Mediterráneo.

Las rotaciones de cultivos extensivos (alfalfa y maíz) en los paisajes son importantes para la conservación de los depredadores, y así mejorar el manejo de plagas a través del control biológico.

Bibliografía

- Albajes, R., Lumbierres, B., Pons, X. 2011. Two heteropterans predators in relation to weed management in herbicide-tolerant corn. *Biological Control*, 59:30-36.
- Karp, D.S., Chaplin-Kramer, R., Meehan, y col. 2018. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115: E7863-E7870.
- Madeira, F., di Lascio, A., Carlino, P., Costantini, M.L., Rossi, L., Pons, X. 2014. Stable carbon and nitrogen isotope signatures to determine predator dispersal between alfalfa and maize. *Biological Control*, 77: 66-75.
- Pons, X., Eizaguirre, M. 2009. Cultivos extensivos en regadío: cereales, maíz y alfalfa. , Pgs. 384–398 en: J.A. Jacas y A. Urbaneja, eds. *Control Biológico de Plagas Agrícolas*. PHYTOMA, Valencia, España.
- Pons, X., Núñez, E., Lumbierres, B., Albajes, R. 2005. Epigeal aphidophagous predators and the role of alfalfa as a reservoir of aphid predators for arable crops. *European Journal of Entomology*, 102: 519–525.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.P., Roger-Estrade, J. 2010. Biological control of insect pests in agroecosystems. Effects of crop management, farming systems, and seminatural habitats at the landscape scale: A review. *Advances in Agronomy*, 109: 219–259.
- Wissinger, S. 1997. Cyclic colonization in predictably ephemeral habitats: A template for biological control in annual crop systems. *Biological Control*, 10: 4-15.