



Márgenes verdes como estrategia para favorecer la diversidad de enemigos naturales de plagas en el cultivo del arroz

NÉSTOR PÉREZ-MÉNDEZ[✉]; EVA PLA; NURIA TOMÁS; ANDREA BERTOMEU; ORIOL FERRÉ & MAR CATALA-FORNER[✉]

Institut de Recerca en Tecnologies Agroalimentàries (IRTA), Estació Experimental de l'Ebre. Amposta, España.

RESUMEN. La sociedad demanda cada vez más alimentos producidos de forma sostenible, lo cual motiva un cambio de paradigma hacia una producción agrícola más respetuosa con el ambiente y la biodiversidad. Aunque aplicar herbicidas es útil para controlar malezas, puede conllevar algunas contrapartidas como la pérdida de hábitat para especies de artrópodos, potenciales aliados de los agricultores al ser enemigos naturales de ciertas plagas. Para aumentar la biodiversidad en general y la diversidad de enemigos naturales de plagas en particular, una práctica alternativa sería no usar herbicidas en los márgenes de los lotes, que son áreas donde las malezas no compiten de forma directa con los cultivos. En este trabajo evaluamos cómo la vegetación natural en los márgenes de los campos de arroz del Delta del Ebro afecta la diversidad (riqueza de morfoespecies) y la abundancia de artrópodos que podrían actuar como enemigos de plagas de este cultivo. Para ello llevamos a cabo una serie de muestreos en márgenes que presentaban vegetación natural y en márgenes desprovistos de vegetación por la aplicación de herbicidas. Nuestros resultados indican que tanto la diversidad como la abundancia de artrópodos fueron aproximadamente el doble en márgenes con vegetación natural (riqueza de morfoespecies: 35.3 ± 2.1 ; abundancia: 124 ± 62) que en márgenes tratados con herbicidas (21.0 ± 9.6 ; 65 ± 35). Es importante destacar que el grupo de los quironómidos, una plaga clave del arroz, supone el 84% de todos los artrópodos muestreados (teniendo en cuenta ambos tipos de márgenes). El resto de las especies detectadas no representa una amenaza para el arroz. Por el contrario, la mayoría de ellas (e.g., sírfidos, arañas, coleópteros o avispas, entre otros) pueden actuar como enemigos potenciales de plagas. Estos resultados sugieren que promover márgenes verdes en los bordes del cultivo de arroz sería una alternativa adecuada para amortiguar la pérdida de biodiversidad y para promover el control biológico por parte de los enemigos naturales de plagas.

[Palabras clave: biodiversidad, artrópodos, insectos, agricultura, control de plagas, sostenibilidad, intensificación ecológica]

ABSTRACT. Green field margins as a strategy to promote the diversity of natural enemies of pests on rice cropping. The increasing demand of environmentally-friendly produced food by society is motivating a change in the agricultural paradigm. The use of herbicides, although traditionally important for the control of weeds, may entail the loss of habitat for insect species that are potential allies of farmers, such as natural enemies of pests. To improve the diversity of natural enemies of pests, an alternative practice could be to avoid the use of herbicides in those areas where weeds do not compete directly with the crop, such as the field margins. To investigate this question, we evaluated how the presence of natural vegetation on rice field margins in the Ebro Delta affects the diversity (morphospecies richness) and abundance of arthropods that can potentially act as enemies of rice pests. We performed several arthropod samplings on rice margins with natural vegetation and rice margins with naked soil (herbicide treatments). Our results indicate that both the diversity and the abundance of arthropods was practically double in margins with natural vegetation (morphospecies richness: 35.3 ± 2.1 ; abundance: 124 ± 62) than in margins that had been treated with herbicides (21.0 ± 9.6 ; 65 ± 35). It is important to highlight that the chironomids group represents 84% of all the sampled arthropods when accounted for both types of margins. The rest of the arthropods detected do not pose a threat to rice cropping. On the contrary, most species can act as potential enemies of pests (e.g., syrphids, spiders, beetles or wasps among others). These results suggest that promoting green margins on rice fields can be a promising strategy for mitigating the loss of biodiversity while promoting biological control by natural enemies of pests.

[Keywords: biodiversity, arthropods, insects, agriculture, pest control, sustainability, ecological intensification]

INTRODUCCIÓN

La expansión de la agricultura como respuesta a la creciente demanda global de alimentos ha propiciado que la actividad agrícola, junto con la ganadera, ocupe en la actualidad más del 40% de la superficie terrestre del planeta. Las prácticas de manejo más comunes mediante las que se gestionan estas áreas productivas se encuentran amparadas en el paradigma de la intensificación agrícola (Foley et al. 2011). Esta estrategia se sustenta en el uso de insumos agrícolas (e.g., fertilizantes, herbicidas o plaguicidas) que sustituyen, en gran medida, a servicios ecosistémicos provistos por un amplio rango de organismos como plantas (provisión de hábitat), microorganismos del suelo (ciclaje de nutrientes), insectos polinizadores (polinización) o enemigos naturales de plagas (control biológico). En la última década, y como respuesta a la creciente demanda de productos obtenidos a través de sistemas productivos respetuosos con el medio ambiente, comenzaron a plantearse nuevos paradigmas, como el de la intensificación ecológica, que contempla un uso más eficiente de los insumos (aunque no implica un uso cero) a la vez que se promueve la biodiversidad en los agroecosistemas (e.g., enemigos naturales de plagas) como actores fundamentales en diferentes procesos de la producción agrícola (Garibaldi et al. 2019).

El uso de herbicidas ha sido importante para minimizar el impacto de las malezas que compiten por los recursos con el cultivo, permitiendo así, una mejora sustancial del rendimiento agrícola. Sin embargo, el uso excesivo de estos insumos, especialmente en zonas no productivas (e.g., márgenes de cultivo), ha traído emparejados algunos problemas como la resistencia a herbicidas de algunas especies o la pérdida de hábitat y recursos para muchas especies que son aliados de los agricultores, como los enemigos naturales de plagas. Por ejemplo, las larvas de sírfidos (orden Diptera, familia Syrphidae) son unos controladores eficientes de pulgones (White et al. 1995; Meyer et al. 2009). Sin embargo, la falta de vegetación en las zonas agrícolas puede limitar su presencia, ya que los adultos se alimentan fundamentalmente de polen y néctar de flores (Rotheray and Gilbert 2011). Una estrategia potencial para paliar estos efectos negativos es evitar el uso de herbicidas, en particular en aquellas áreas donde las malezas no compiten directamente con el cultivo, y sustituirlo por un desbroce mecánico. Esta estrategia podría conllevar tres

ventajas fundamentales: a) reducir o ralentizar la resistencia de malezas a herbicidas, b) reducir el impacto sobre la biodiversidad ya que proveería recursos tróficos y de nidificación, y c) aprovechar el control de plagas que ofrecen los enemigos naturales. A pesar de los beneficios potenciales de esta práctica agrícola, no existen demasiadas evidencias que soporten estas cuestiones.

El arroz (*Oryza sativa* L.) supone la base de la alimentación para un tercio de la población mundial y ocupa un 12% de la superficie global cultivada. España produce 900000 toneladas de arroz cada año, de las cuales el 20% se produce en el Delta del Ebro (Tarragona, España) (MAPAMA 2019). Una práctica común en los arrozales es el uso de márgenes de terreno para individualizar y conectar las diferentes parcelas y que permite un manejo individualizado del agua de cada parcela. De manera tradicional, estas zonas no productivas se tratan con herbicidas para evitar que se establezcan malezas y para facilitar que pasen los agricultores. Esta práctica es común no sólo en España, sino en gran parte de las explotaciones arroceras de otras regiones del mundo, como en América del Sur (e.g., la Argentina, Brasil o Uruguay), donde los márgenes del arrozal se tratan a menudo con herbicidas para mantenerlos desnudos. Con el fin de mejorar la diversidad de enemigos naturales de plagas arroceras, una práctica alternativa podría ser el uso de desbroce mecánico en los márgenes del cultivo, de forma que se preservara hábitat natural que ofreciera alimento y refugio para muchas especies de artrópodos a lo largo de todo el año. Sin embargo, hasta ahora no existen demasiadas evidencias sobre la eficacia de esta estrategia para promover la presencia de potenciales enemigos naturales de plagas como arañas, moscas, avispas o coleópteros en las zonas arroceras del Delta del Ebro. El objetivo de este estudio es evaluar la influencia de la presencia de vegetación natural en los márgenes de los campos de arroz sobre la diversidad (riqueza de morfoespecies) y abundancia de artrópodos que pueden actuar potencialmente como enemigos naturales de plagas del arroz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Parque Natural del Delta del Ebro (Tarragona, España) (40°43'04.3" N - 0°41'24.7" E),

considerado uno de los humedales mejor conservados y de mayor biodiversidad de Europa. La temperatura media anual es 18 °C y la precipitación anual es 500 mm. Presenta dos estaciones bien marcadas con inviernos fríos y veranos cálidos. Aproximadamente, el 65% de la superficie del delta está destinada al cultivo del arroz (~21000 ha). El ciclo del arroz suele comenzar en la primera semana de mayo con la siembra y, dependiendo de la variedad, suele terminar las últimas semanas de septiembre con la siega.

Diseño experimental y análisis de datos

Para llevar a cabo el experimento seleccionamos 3 fincas de arroz (superficie media=2.24 ha) distribuidas a lo largo del Delta del Ebro y cultivadas con la misma variedad de arroz (Bomba). Dada la precipitación acumulada en la zona y que las parcelas de arroz permanecen inundadas la mayor parte del año, la humedad no es normalmente limitante para el establecimiento de vegetación natural en los márgenes del arrozal. Sin embargo, de forma convencional los márgenes se tratan con diferentes herbicidas (e.g., bentazona, MCPA, glifosato o penoxsulan) para mantener el suelo desnudo durante la mayor parte del año. En cada finca seleccionamos márgenes que tuvieran una longitud mínima de 300 m y una separación entre ambos de, al menos, 100 m. Se eligieron dos tipos de margen: 1) desnudo, que había sido tratado de forma tradicional con herbicida (a partir de ahora, 'sin vegetación'), y 2) desbrozado sólo de forma mecánica y que, por tanto, contenía vegetación nativa (a partir de ahora 'con vegetación') (Figura 1). Las fincas presentaron una comunidad de plantas muy similar en cuanto a diversidad y cobertura; predominaban especies nitrófilas del género *Sonchus* (familia Asteraceae) y varias especies de gramíneas (familia Poaceae), excepto en una de las fincas (Localidad 1), donde *Iris pseudacorus* (familia Iridaceae) dominaba la comunidad. Para caracterizar la diversidad de artrópodos en ambos tipos de márgenes, durante el verano de 2019 (21 de junio al 02 de julio) se llevaron a cabo una serie de muestreos. Instalamos en cada margen tres trampas de caída (*pitfalls*) separadas por 50 m e intercaladas con tres conjuntos de trampas de color (*pantraps*; amarillo, azul y blanco) separadas también por 50 m (Figura 1). Las trampas fueron rellenas con una solución compuesta por agua, sal y jabón para romper la tensión superficial del agua y evitar que los individuos escaparan. La colocación de

las trampas de caída nos permitió muestrear la artropofauna asociada a la superficie del suelo mientras que las trampas de color nos permitieron caracterizar la comunidad de insectos voladores, que se ven atraídos por los diferentes colores de las trampas. Las trampas de caída se mantuvieron abiertas durante cinco días mientras que las de color lo estuvieron durante 24 h. Todos los artrópodos capturados se conservaron en etanol al 70% para su posterior identificación. Los individuos fueron separados por morfoespecies y asignados a una de las siguientes categorías taxonómicas: Diptera, Coleoptera, Himenoptera, Dermaptera, Ortoptera, Aracnida y un grupo conformado



Figura 1. A) Distribución espacial de las localidades experimentales. Los círculos naranja representan la localización de las fincas de estudio. B) Diseño experimental y disposición de trampas de color (cuadrado) y trampas de caída (círculos) dentro de cada finca para muestrear artrópodos voladores y artrópodos del suelo, respectivamente. Los márgenes con vegetación se indican en gris claro y los márgenes sin vegetación en gris oscuro. Las parcelas de arroz corresponden a los rectángulos grandes sin relleno situados entre los márgenes.

Figure 1. A) Spatial distribution of the experimental locations. Orange circles represent the location of the study farms. B) Experimental design and distribution of both pantraps (squares) and pitfalls (circles) within each farm for trapping flying and ground arthropods, respectively. Margins with vegetation are represented in light grey and margins without vegetation in dark grey. Rice fields are represented by the unfilled large rectangles located between the margins.

por el resto de grupos minoritarios (otros) que incluye lepidópteros, odonatos, neurópteros, isópodos y hemípteros. Se trabajó a nivel de morfoespecie por dos razones fundamentales: 1) el objetivo del trabajo está enfocado a comparar los patrones de diversidad (riqueza) entre ambos tipos de márgenes y no tanto en la identidad taxonómica *per se* de las especies, y 2) la identificación a nivel de especie es complicado para algunos de los grupos de artrópodos estudiados por lo que, dado el objetivo del trabajo, nos parece adecuado usar la riqueza de 'unidades taxonómicas reconocibles' o 'morfoespecies' como un *proxy* de la diversidad de especies (Oliver and Beattie 1996).

Para examinar las diferencias en la riqueza y abundancia de artrópodos entre los márgenes con vegetación y los márgenes sin vegetación se aplicaron dos modelos GLMM (del inglés, *Generalized Linear Mixed Model*) con la riqueza de especies (Modelo 1) y con la abundancia de artrópodos (Modelo 2) como variables respuesta, la presencia o no de vegetación como factor fijo y la finca como factor aleatorio. Se utilizó una distribución binomial negativa,

que tiene en cuenta la sobredispersión de los datos, un fenómeno estadístico muy típico en este tipo de datos con conteos. De igual forma se aplicaron los mismos modelos para cada grupo taxonómico por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las zonas arroceras suelen caracterizarse por una alta abundancia y diversidad de artrópodos (Jarvis et al. 2007). En nuestro estudio, y teniendo en cuenta los dos tipos de márgenes, se muestreó un total de 3520 individuos, de los cuales 84% pertenecieron a la familia Chironomidae (orden Diptera), un grupo de dípteros nematóceros que suponen una plaga importante durante la fase de establecimiento del cultivo del arroz (Catala et al. 2013). De los 568 individuos restantes, 51% pertenecieron a diferentes familias de moscas, 15% arácnidos, 12% coleópteros, 8% himenópteros (abejas y avispas) y el resto (14%) a diferentes familias de otros grupos minoritarios (e.g., ortóptera, hemíptera, dermaptera, etc.) (Figura 2A). Respecto a la diversidad de artrópodos (riqueza de morfoespecies), se observa un

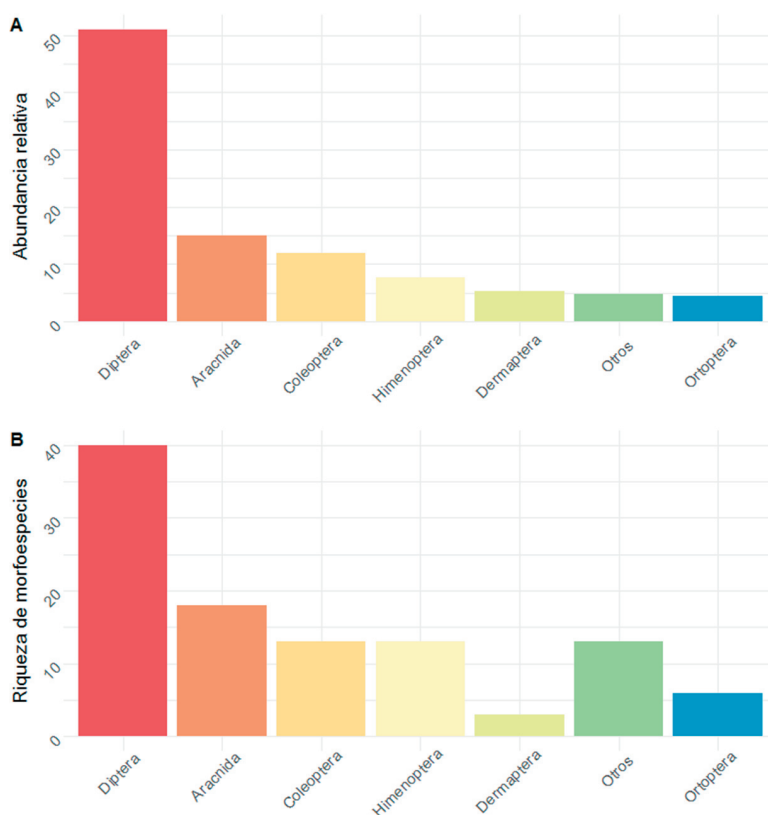


Figura 2. Abundancia relativa y riqueza de morfoespecies de los principales grupos funcionales de artrópodos muestreados.

Figure 2. Morphospecies richness and relative abundance of the main functional groups of sampled arthropods.

patrón muy similar al de la abundancia; el orden díptera presentó el mayor número de morfoespecies ($n=40$), seguido por arácnidos ($n=18$) y coleópteros e himenópteros con 13 morfoespecies cada uno (Figura 2B). La alta abundancia y riqueza de dípteros sugiere que este grupo tolera mejor la matriz agrícola que otros grupos de artrópodos. Estos resultados coinciden con trabajos previos en los que ciertas familias de moscas como los sírfidos (Syrphidae), cuyas larvas se alimentan de insectos de cuerpo blando (e.g., pulgón), pueden verse favorecidas en ambientes agrícolas (Scheweiger et al. 2007; Meyer et al. 2008; Winfree et al. 2011).

Dado que la vegetación asociada a los campos de cultivos ofrece recursos de alimentación y de nidificación a la gran mayoría de especies de artrópodos, nuestra hipótesis fue encontrar mayor diversidad y abundancia en márgenes que habían sido desbrozados mecánicamente, frente a aquellos donde se había tratado con herbicida (Winfree et al. 2011). Nuestros resultados fueron consistentes, dado que la riqueza total de artrópodos fue considerablemente mayor en márgenes con vegetación que en los márgenes sin vegetación ($P<0.05$) y además el patrón fue consistente entre fincas. La abundancia sigue el mismo patrón ($P<0.05$), excepto en la localidad 1, donde la abundancia en márgenes sin vegetación fue mayor (Figura 3). Esto podría explicarse porque en la localidad 1, la comunidad vegetal, al contrario que en las otras dos donde hay una mayor diversidad de plantas, está dominada prácticamente por una única especie (*Iris pseudacorus*). Esto podría limitar la cantidad de recursos disponibles, evidenciándose en una baja abundancia de artrópodos (White 2008).

El patrón observado de mayor diversidad en márgenes con vegetación es consistente cuando observamos las tendencias para cada grupo taxonómico (Tabla 1), a pesar de que sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas para himenópteros y para el grupo 'otros'. Estas tendencias parecen apoyar los resultados encontrados en estudios previos que muestran que el grupo de himenópteros (en especial abejas y avispas) es muy vulnerable a la pérdida de hábitat y a cambios en el uso del suelo (Winfree et al. 2011).

Es interesante destacar que la familia de los quironómidos, una plaga del arroz que tiene un impacto muy marcado en su producción, supone un 84% de todos los individuos censados. Este resultado demuestra la necesidad de generar nuevas estrategias que permitan controlar sus poblaciones mediante la implantación de márgenes verdes que promuevan la presencia de sus enemigos naturales. Ninguna de las otras morfoespecies de artrópodos muestreadas en los márgenes supone *a priori* una amenaza para el cultivo del arroz. Por el contrario, muchos de estos artrópodos fueron identificados como efectivos enemigos naturales de plagas, incluyendo de quironómidos, como diversas familias de moscas (e.g., Syrphidae), arañas, coleópteros (e.g., familias Coccinellidae o Carabidae) o avispas depredadoras y parásitas entre otros (Hajek and Eilenberg 2018).

Queda por conocer cómo se relaciona la diversidad y la abundancia de estos enemigos naturales con la abundancia de plagas asociadas al cultivo de arroz, y el impacto sobre los diferentes componentes del rendimiento del cultivo. Por lo tanto, sería interesante ampliar el número de localidades muestreadas y monitorear la abundancia de

Tabla 1. Diferencias (media±desviación típica) en riqueza de morfoespecies y abundancia (número de individuos por margen) para cada grupo taxonómico (exceptuando quironómidos) cuando se compara márgenes con vegetación y márgenes sin vegetación. Los asteriscos (*) muestran diferencias significativas ($P<0.05$) entre los dos tipos de márgenes.

Table 1. Differences (mean±standard deviation) in morphospecies richness and abundance (number of individuals per margin) for each taxonomic group (Chironomidae family not included) when comparing margins with and without vegetation. Asterisks (*) indicate statistically significant differences ($P<0.05$) between the two types of margins.

Grupo taxonómico	Riqueza (nro. de morfoespecies/margen)		Abundancia (individuos/margen)	
	Con vegetación	Sin vegetación	Con vegetación	Sin vegetación
Diptera	14.0±5.3	9.3±7.0	58.3±47.1	38.0±27.1
Aracnida	6.0±4.4	3.0±2.6	16.7±7.5	11.7±12.6
Coleoptera	3.3±2.1	4.0±1.0	16.0±11.8	6.7±2.3
Himenoptera	4.3±0.6	1.7±1.5 *	12.0±7.0	2.7±3.0
Dermaptera	1.0±1.0	0.7±0.6	6.3±6.5	3.7±3.2
Ortoptera	3.0±1.7	1.0±0.0	7.3±1.5	1.0±0.0
Otros	3.7±1.5	1.3±1.1	7.3±2.5	1.7±1.5 *

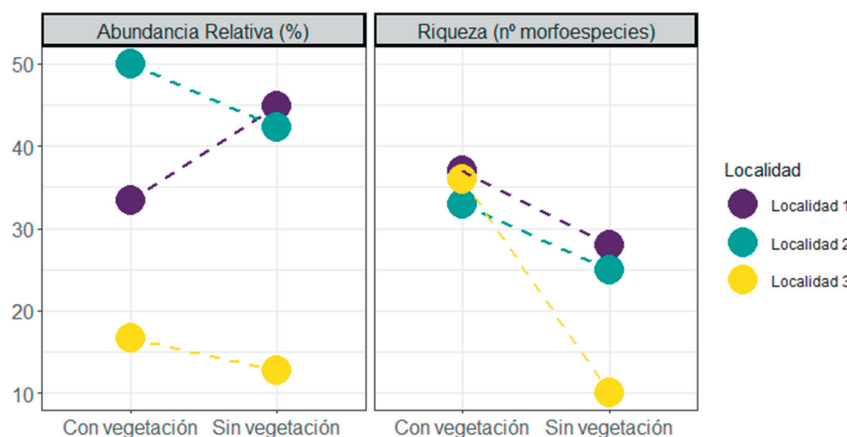


Figura 3. Abundancia relativa (exceptuando quironómidos) y riqueza de morfoespecies de artrópodos en márgenes con vegetación y márgenes sin vegetación en las tres localidades seleccionadas.

Figure 3. Relative abundance (Chironomidae family is not included) and richness of arthropods morphospecies in margins with and without vegetation across the three different sampled localities.

diferentes plagas en campos con márgenes con y sin vegetación. Se pretende así relacionar las prácticas de manejo (uso de herbicida *vs.* desbroce mecánico) con la abundancia y la diversidad de enemigos naturales con la abundancia de plaga del arroz y el impacto en el rendimiento agrícola. Por el momento, este estudio muestra el efecto positivo de mantener márgenes de vegetación en los campos de arroz para promover la diversidad de enemigos naturales de plagas. Estos resultados podrían ser extrapolables a otras zonas agrícolas donde predominan cultivos extensivos, por ejemplo, en las grandes extensiones de monocultivo de soja o arroz en América del Sur (e.g., la Argentina o Brasil), donde los márgenes podrían aportar no sólo hábitat para múltiples especies sino también heterogeneidad al paisaje (Garibaldi

et al. 2017). Por tanto, promover márgenes verdes en los bordes del cultivo puede ser una estrategia esperanzadora que permita amortiguar la pérdida de biodiversidad asociada a las zonas productivas, a la vez que se promueve el control biológico por parte de los enemigos naturales de plagas con un menor impacto ambiental.

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo fue realizado gracias a la financiación por parte de la empresa Kellogg. Queremos también agradecer el trabajo de campo y laboratorio realizado por Ariadna Barrull y Salvador Pijuán. Por último, queremos agradecer la inestimable colaboración de David Vila, Manolo Gilabert y Miquel Balada, que desinteresadamente ofrecieron sus campos de arroz para llevar a cabo este estudio.

REFERENCIAS

- Catala, M. M., N. Tomás, and E. Pla. 2013. Cómo cuantificar los quironómidos (Diptera: Chironomidae) en un arrozal: descripción de un método sencillo, rápido y fiable. *Phytoma España: La Revista Profesional De Sanidad Vegetal* 250:100-103.
- Garibaldi, L. A., B. Gemmill-Herren, R. D'Annolfo, B. E. Graeub, S. A. Cunningham, and T. Breeze. 2017. Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods and food security. *Trends in Ecology and Evolution* 32:68-80. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.10.001>.
- Garibaldi, L. A., N. Pérez-Méndez, M. P. Garratt, B. Gemmill-Herren, F. E. Miguez, and L. V. Dicks. 2019. Policies for ecological intensification of crop production. *Trends in Ecology and Evolution* 34(4):282-286.
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D. Mueller, C. O'Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J. Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockström, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, and D. P. M. Zaks. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>.
- Hajek, A. E., and J. Eilenberg. 2018. *Natural enemies: an introduction to biological control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/9781107280267>.
- Jarvis, D. I., C. Padoch, and H. D. Cooper (eds.). 2007. *Managing biodiversity in agricultural ecosystems*. Columbia University Press, Columbia, USA. <https://doi.org/10.7312/jarv13648>.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA). 2019. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE) 2018.
- Meyer, B., F. Jauker, and I. Steffan-Dewenter. 2009. Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. *Basic and Applied Ecology* 10(2):178-186. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2008.01.001>.
- Oliver, I., and A. J. Beattie. 1996. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology* 10(1):99-109. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10010099.x>.

- Rotheray, G. E., and F. Gilbert. 2011. The natural history of hoverflies. Forrest text, UK.
- Schweiger, O., M. Musche, D. Bailey, R. Billeter, T. Diekötter, F. Hendrickx, F. Herzog, J. Liira, J.P. Maelfait, M. Speelmans, and F. Dziock. 2007. Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to land use across temperate Europe. *Oikos* **116**(3):461-472. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15372.x>.
- White, T. C. R. 2008. The role of food, weather and climate in limiting the abundance of animals. *Biological Reviews* **83**:227-248. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2008.00041.x>.
- White, A. J., S. D. Wratten, N. A. Berry, and U. Weigmann. 1995. Habitat manipulation to enhance biological control of Brassica pests by hover flies (Diptera: Syrphidae). *Journal of Economic Entomology* **88**(5):1171-1176. <https://doi.org/10.1093/jee/88.5.1171>.
- Winfrey, R., I. Bartomeus, and D. P. Cariveau. 2011. Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* **42**:1-22. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145042>.