

Sostenibilidad en los sistemas agrícolas: consecuencias de la intensificación agrícola sobre la fauna

José Guerrero-Casado^{1,2}, Ramón H. Zambrano³, Francisco S. Tortosa^{2,3}

1 Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

2. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

3. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador.

Resumen

La intensificación agrícola llevada a cabo desde inicios del siglo XX han transformado profundamente los agrosistemas, y como consecuencia, la diversidad animal que albergan se ha visto drásticamente reducida. En este artículo, se pone de manifiesto los resultados de varios trabajos de investigación donde se exploran los efectos de la intensificación agrícola sobre la fauna que habita en los olivares del sur de España, así como la potencialidad de las cubiertas herbáceas para fomentar la diversidad faunística en estos ambientes. Estos trabajos demuestran como sistemas agrícolas con ciertas medidas agroambientales favorecen la abundancia y diversidad de aves y reptiles, además de proporcionar alimento para ciertos mamíferos, disminuyendo así el daño que estos producen a los cultivos. Por otro lado, en un estudio preliminar realizado en la Costa Ecuatoriana, también hemos demostrado como la intensificación agrícola ha disminuido la diversidad de reptiles, los cuales fueron más abundantes en zonas más heterogéneas. En resumen, estos trabajos demuestran que las actuales prácticas agrícolas tienen un efecto cuantificable sobre la fauna silvestre en zonas tan alejadas como España y Ecuador, y que ciertas medidas agroambientales deben de ejecutarse para fomentar la diversidad faunística en estos ecosistemas.

Palabras Clave: Agricultura, biodiversidad, intensificación agrícola, sostenibilidad,

Introducción

A partir de la revolución industrial, las técnicas y métodos agrícolas han cambiado sustancialmente para conseguir una mayor rentabilidad de los productos agrícolas por unidad de superficie, es decir, producir más en el mismo espacio. Además, para cubrir la creciente demanda debido al crecimiento poblacional, el área total en el mundo dedicada a los cultivos ha aumentado en un 466 % entre 1700 y 1980 (Meyer & Turner, 1992). De forma resumida, la intensificación agrícola llevada a cabo para aumentar la producción se caracteriza por: 1) aumento de la mecanización; 2) aumento del uso de productos agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes); 3) eliminación de la vegetación natural para evitar competencia con los cultivos; 4) aumento de la densidad de siembra y plantación; y 5) sustitución del sistema de policultivo por el monocultivo (McLaughlin & Mineau, 1995).

Al eliminar la vegetación tanto por medios químicos como por medios mecánicos, también se disminuye en gran parte la disponibilidad de refugio por dos motivos fundamentalmente: 1) eliminación de la vegetación herbácea que crece entre los cultivos y 2) eliminación de la vegetación que rodea a los cultivos (setos y linderos). En ambos casos, esta escasez de refugio tiene como consecuencia una mayor vulneración frente a la depredación, lo cual también hace que ciertas especies de vertebrados sean menos abundantes en estos medios (Weibull, Bengtsson, & Nohlgren, 2000; WILSON, WHITTINGHAM, & BRADBURY, 2005).

La intensificación agrícola también se ha caracterizado por el paso de sistemas policultivo a monocultivo, lo cual ha conducido a una pérdida de la heterogeneidad del paisaje (homogenización), viéndose fuertemente reducida la cantidad de microhábitats o micronichos disponibles, y por lo tanto reduciendo considerablemente la diversidad animal, debido a que muchas especies no encuentran sus requerimientos vitales (Figura 1). Es bien conocido cómo en los ambientes agrícolas donde existe un mosaico de vegetación natural con zonas próximas sin cultivar albergan una interesante comunidad faunística en comparación con las zonas muy simplificadas. Una mayor heterogeneidad ambiental implica mayor protección contra los depredadores, zonas apropiadas para la cría o lugares de alimentación (BENGTSSON,

AHNSTRÖM, & WEIBULL, 2005; Tschardtke, Klein, Kruess, Steffan-Dewenter, & Thies, 2005; Weibull et al., 2000).

Otras de las prácticas agrícolas que mayor impacto tiene sobre la fauna es el uso de “biocidas”, ya que estos productos químicos eliminan buena parte de la comunidad de artrópodos que, además, son la base de la alimentación de pequeños vertebrados. Además de reducir la disponibilidad de alimento, los productos agroquímicos también afectan directamente a la fauna silvestre por producir la muerte directa de animales por intoxicación (Brühl et al., 2013). Esta muerte puede producirse directamente por contacto directo con el plaguicida, o bien por ingerir presas muertas por plaguicidas o con restos de los mismos sobre la superficie corporal de las presas.

El efecto combinado de todos estos factores ha reducido considerablemente la biodiversidad que albergan los agrosistemas, tanto en términos de especies presentes como en la abundancia de las mismas (Benton, Vickery, & Wilson, 2003; McLaughlin & Mineau, 1995). Sin embargo, a parte de los efectos sobre la diversidad animal, la intensificación agrícola tiene otras consecuencias negativas como el incremento de la erosión, pérdida de la fertilidad del suelo, contaminación de las aguas, eutrofización de los ríos y lagos, y finalmente impactos más globales contribuyendo al cambio climático (Matson et al., 1997). Finalmente, cabe resaltar que estos hábitat han perdido gran parte los servicios ecosistémicos que pueden ofrecer, como polinización, resistencia a invasiones biológicas o control biológico de plagas (Ribeiro, Santos, Sillero, Carretero, & Llorente, 2009).

Uno de los retos actuales es identificar qué elementos concretos derivados de la intensificación agrícola son responsables de la pérdida de biodiversidad y qué soluciones se pueden aportar para fomentar la diversidad faunística en estos ambientes. Por lo tanto, en este trabajo, se revisan algunas consecuencias que dicha intensificación agrícola ha tenido sobre varios grupos faunísticos, exponiendo en cada caso las posibles soluciones o alternativas que mejoran la biodiversidad en los ecosistemas agrarios.

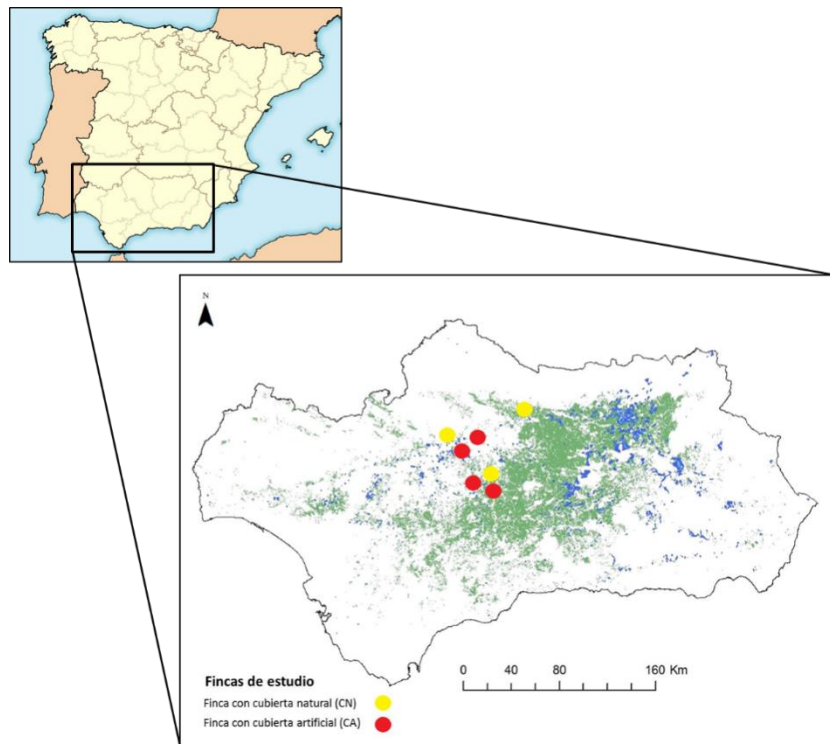


Figura 1. En el cuadro de arriba se muestra la ubicación de Andalucía dentro de España. En el cuadro inferior se muestra la superficie cubierta por olivares (verde) y los puntos de muestreo de cubiertas sembradas (rojo) y cubiertas naturales (amarillo).

Los olivares mediterráneos como modelo de estudio de complejidad estructural y biodiversidad en los agroecosistemas.

Al igual que muchas zonas agrícolas, los olivares mediterráneos situados en el sur de España (Figura 1) han sufrido una fuerte intensificación que ha conducido a una pérdida de heterogeneidad por eliminación de cualquier remanente de vegetación natural. Con respecto al estrato herbáceo, su eliminación antes de que empiece la temporada seca es habitual para evitar la competencia hídrica. Además, la falta de cubierta vegetal provoca grandes pérdidas de suelo por erosión, lo que ha favorecido que algunos agricultores mantengan la cubierta vegetal en las zonas centrales de las calles entre olivos (Gómez, Battany, Renschler, & Fereres, 2006). Por lo tanto, el objetivo global de estos trabajos fue testar la pérdida de diversidad en los olivares de sur de

España en distintos grupos faunísticos y comprobar si las cubiertas vegetales son una herramienta útil para minimizar estos efectos.

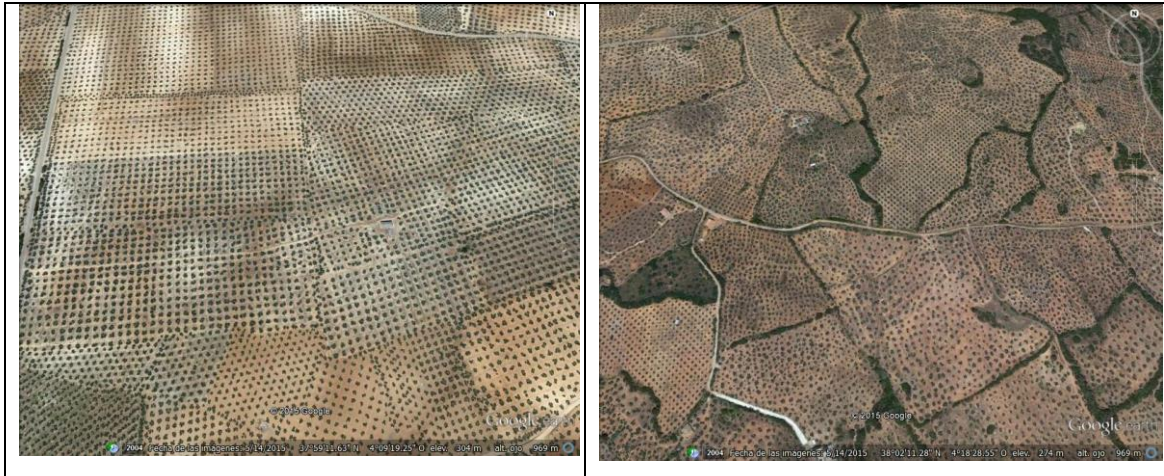


Figura 2. Foto aérea mostrando olivares con (derecha) y sin (izquierda) restos de vegetación natural entre las distintas parcelas de cultivo. En ambos casos se observa que predominan los suelos desnudos, sin vegetación herbácea. Fuente: Google Earth.

Consecuencias de la intensificación agrícola sobre las aves

En Europa, un 43% de la superficie del continente está dedicado a la agricultura, albergando en total hasta un 50 % de todas especies de aves existentes en el continente (Pain & Pienkowski, 1997). Esto quiere decir que los hábitats agrícolas tienen su avifauna asociada, incluyendo especies endémicas y/o con un cierto grado de amenaza, y que por lo tanto, la intensificación agrícola ha producido importantes cambios en el medio natural de muchas aves. Por ejemplo, en un trabajo realizado por (Donal, Gree, & Heath, 2001), demostraron que las poblaciones de aves de medios agrícolas descendieron en casi todos los países europeos entre 1970 y 1990, y que esta tendencia negativa era explicada en gran medida solo por el aumento en la producción de cereal. Este relación entre aumento de la producción y descenso de la abundancia de aves se debe a que los medios por los cuales se ha conseguido aumentar la producción implica una serie de modificaciones en el medio que hace que esto hábitats sean inapropiados para muchas especies de aves, ya que la disponibilidad de refugio y de alimento se ha visto drásticamente

reducida. Así, (WILSON et al., 2005), demostraron como el alimento de muchas aves granívoras e insectívoras se ha visto reducido drásticamente en los medios agrícolas, lo cual finalmente se traduce en una reducción de la comunidad de aves.

El aumento de la heterogeneidad ambiental por medio de la siembra de cubiertas vegetales y/o la implantación de setos y linderos es una medida con un efecto generalmente positivo sobre la fauna avícola. En un interesante estudio (Castro-Caro, Barrio, & Tortosa, 2014), se demostró que la siembra de cubiertas vegetales en olivares aumentó la riqueza y abundancia de especies tanto en sistemas homogéneos como en paisajes más heterogéneos (Figura 3). Por lo tanto, podemos concluir que medias agro-ambientales como las cubiertas vegetales y la implantación de setos y linderos pueden contribuir sensiblemente a favorecer la comunidad de aves en estos medios sin repercutir negativamente sobre la producción de los cultivos.

Un factor muy relevante para la biodiversidad de aves en zonas agrícolas es el incremento de depredación que se produce cuando los paisajes se vuelven progresivamente más simples. El esfuerzo de búsqueda por parte de los depredadores disminuye considerablemente cuando los parches susceptibles de albergar a nidos son escasos y fáciles de rastrear por parte de los depredadores (A. J. Carpio, Guerrero-Casado, Tortosa, & Vicente, 2013). Por este motivo, entre las especies más perjudicadas por esta simplificación destacan las especies que nidifican en el suelo, las cuales también se ven fuertemente perjudicadas por las labores agrícolas con maquinaria pesada que frecuentemente destruyen sus nidos, disminuyendo así en gran parte el éxito reproductor de las especies (Guerrero et al., 2012). La eliminación de la vegetación natural hace que sea escasa la disponibilidad de lugares adecuados para anidar donde los nidos no sean fácilmente localizados por los depredadores, y por lo tanto las tasas de depredación son muy elevadas en estos sistemas tan simplificados. En un diseño experimental con nidos artificiales para determinar el efecto de la densidad de nidos sobre la depredación, (A. Carpio, Castro-Caro, & Tortosa, 2016) evidenciaron cómo la presencia de una cubierta herbácea minimizó considerablemente la tasa de depredación de los nidos ubicados en el suelo. Esta menor tasa de

depredación probablemente se deba a un efecto combinado de una mayor disponibilidad de refugio que dificulte la detección de los nidos y a una mayor abundancia de alimento en los cultivos con cubierta herbácea.

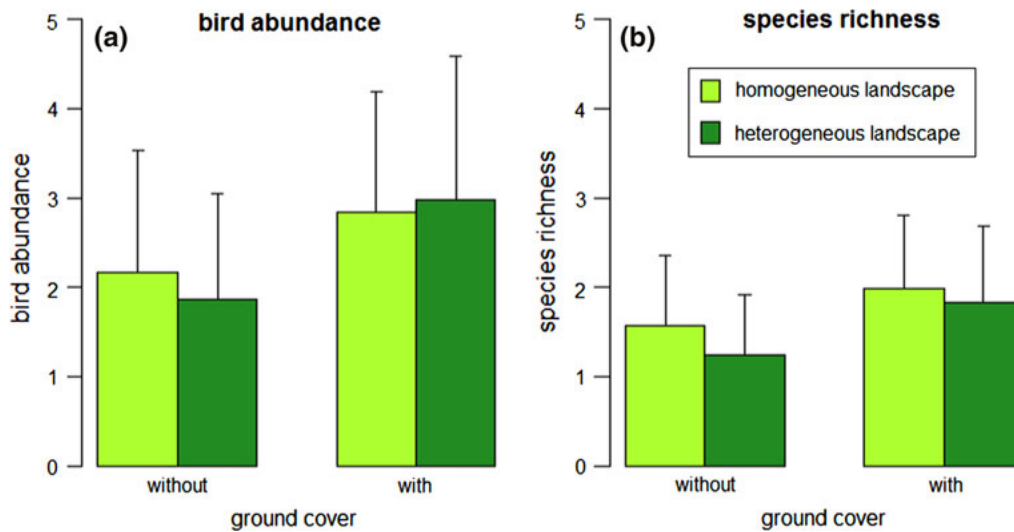


Figura 3. Efecto de la presencia de cubiertas vegetales en la abundancia y riqueza de aves en olivares de ambientes homogéneos y heterogéneos. Obtenido de Castro-Caro et al 2014.

Consecuencias de la intensificación agrícola sobre los mamíferos

El mayor impacto que ha causado la intensificación agrícola sobre la fauna de mamíferos es debido a la transformación que han sufrido sus hábitats naturales para aumentar la superficie cultivada, lo cual en términos globales reduce la disponibilidad de hábitat para los mamíferos y por extensión reduciendo el tamaño de sus poblaciones a escala nacional y/o planetaria. Este hecho es especialmente evidente para las especies de mayor tamaño, las cuales necesitan áreas de campeo mucho mayores para cubrir sus necesidades. Sin embargo, algunas especies de mamíferos de pequeño tamaño que habitan en los agrosistemas también han sufrido los efectos de los pesticidas y de la simplificación del hábitat, viéndose sus poblaciones reducidas en este tipo de ambientes.

Además, como consecuencia de la falta de alimento natural en los cultivos por la aplicación de los herbicidas, varias especies de mamíferos (como el conejo, jabalí y el corzo), se han visto forzadas a alimentarse de los cultivos para cubrir sus necesidades (Guerrero-Casado, Carpio, Prada, & Tortosa, 2015; Herrero, García-Serrano, Couto, Ortuño, & García-González, 2006). Esta situación ha provocado importantes daños en cultivos en diversas zonas, generando importantes pérdidas económicas. Dos trabajos científicos (Barrio, Bueno, & Tortosa, 2010; Guerrero-Casado et al., 2015) demostraron como los daños a los cultivos por conejo estaban condicionados por la cantidad de alimento disponible, siendo mucho mayor el daño causado en zonas con escasa disponibilidad de alimento. Dicho de otra manera, si existe otra fuente alternativa de alimento, los animales no se ven obligados a comer de los cultivos, viéndose reducida significativamente los daños causados. Estos autores demostraron como las cubiertas vegetales en los cultivos leños podrían ser una buena alternativa para proporcionar alimento y así reducir el daño producido a los cultivos.

Consecuencias de la intensificación agrícola sobre los reptiles y anfibios

Los anfibios son uno de los grupos más afectados por la aplicación de agroquímicos debido a la absorción de dicha sustancias a través de la piel y por la contaminación de las aguas donde tiene lugar el desarrollo de sus larvas (Brühl et al., 2013). Además, existe un factor adicional relacionado con la sobreexplotación de los recursos hídricos para el regadío de los cultivos, lo cual reduce en gran medida la disponibilidad de lugares óptimos para la reproducción. Por todas estas razones, los anfibios son frecuentemente utilizados como bioindicadores de la calidad y la contaminación ambiental, por lo que zonas agrícolas con escasa abundancia y diversidad de estos animales son un fiel indicativo de la intensificación agrícola. En cuanto a los reptiles, algunos trabajos también han manifestado el efecto de la simplificación del paisaje y la aplicación de plaguicidas hacen que la abundancia de este taxón sea mucho menor que en otras zonas con mayor proporción de vegetación natural (Ribeiro et al., 2009).

Una aproximación teórica al problema que puede suponer la agricultura para la biodiversidad puede ser realizada mediante un análisis a

escala regional sobre qué usos del suelo inciden significativamente sobre la distribución de la diversidad de reptiles y anfibios. En un trabajo realizado por (A. J. Carpio, Oteros, Tortosa, & Guerrero-Casado, 2016), se demostró como las zonas con monocultivos de olivares se asociaron con un déficit de biodiversidad en anfibios y reptiles, mientras que las zonas forestales y pastizales, así como áreas de cultivo heterogéneas son más favorables al mantenimiento de la biodiversidad. Un caso particular son los olivares de regadío, con tratamientos agrícolas super-intensivos, en los que curiosamente tuvieron un especial efecto negativo sobre la riqueza de especies de anfibios, lo cual posiblemente se deba a un mayor uso de agroquímicos aplicados a través de la red de irrigación, cuya aplicación causa la contaminación de las aguas.

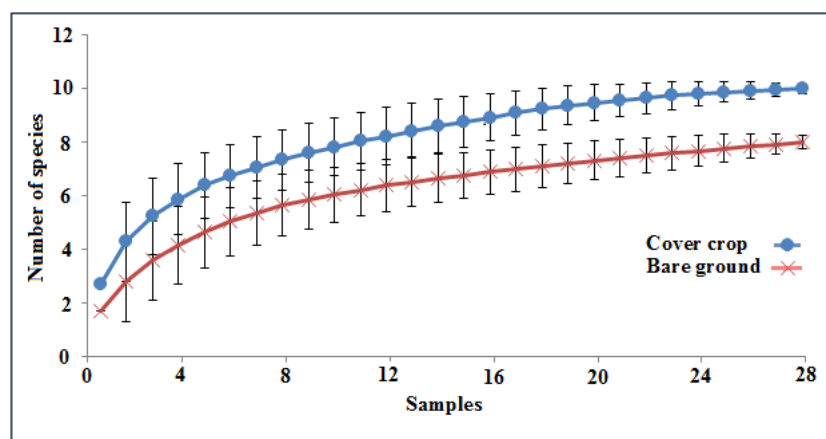


Figura 4. Número de especies de reptiles en olivares mediterráneos de acuerdo al esfuerzo de muestreo en suelos desnudos (bare ground) vs aquellos con cubierta vegetal (Cover crop)

En otro trabajo reciente elaborado por Carpio y col., (datos no publicados), mostraron como a nivel de parcela, aquellos olivares que mantenían cubierta vegetal albergaban un mayor número de especies, lo que resultó evidente desde los primeros muestreos, tal y como se muestra en la figura 4.

Efectos de las prácticas agrícolas sobre la abundancia y diversidad de saurios en la Costa Ecuatoriana

Al igual que en numerosas zonas de Europa, la costa ecuatoriana ha sufrido grandes transformaciones debido al crecimiento de las zonas dedicadas a la agricultura y ganadería, hasta el punto de que apenas quedan extensiones

significativas del hábitat original (Tapia-Armijos, Homeier, Espinosa, Leuschner, & de la Cruz, 2015). La matriz actual está conformada con parches de distinta extensión donde se alternan cultivos de frutales, básicamente banano y cacao, junto con parcelas de pastizal. A diferencia de Europa, los monocultivos son menos extensos y la heterogeneidad ambiental y diversidad es mucho mayor. A pesar de ello, nos planteamos el objetivo de determinar la diversidad de lacértidos presentes en parcelas cultivadas y pastizales con distintos tipos de bordes.

Los resultados obtenidos hasta el momento fueron bastantes sorprendentes, ya que sólo fueron registradas dos especies de saurios (*Stenocercus iridescens* y *Ameiva* sp.) de las que potencialmente podrían habitar en esta zona. Además, la abundancia de estas especies dependió de la heterogeneidad del hábitat, siendo su abundancia mayor en hábitats complejos como pastizales mezclados con hábitats heterogéneos.

Conclusiones

Numerosos trabajos han demostrado que las actuales prácticas agrícolas inciden de forma negativa sobre la fauna de los agrosistemas, disminuyendo la riqueza de especies y la abundancia de aquellas especies que lo habitan. Sin embargo, existen algunas medidas agroambientales que favorecen la diversidad faunística en estos ecosistemas, como la siembra de cubiertas de vegetales en los cultivos leñosos y la plantación y/o mantenimiento de los setos y linderos tanto en cultivos leñosos como herbáceos.

Los estudios preliminares realizados en la costa ecuatoriana nos permiten concluir que la diversidad de reptiles en zonas agrícolas es mucho menor de lo potencialmente podría albergar, y que esta baja riqueza de especies encontrada posiblemente sea debida a la incompatibilidad con ciertas prácticas agrícolas. Por lo tanto, a pesar de la gran complejidad estructural de la costa ecuatoriana en comparación con algunas zonas de Europa, la intensificación agrícola también ha tenido sus efectos sobre la fauna en estos ecosistemas, y por lo tanto es necesario realizar más estudios para determinar

el efecto real y las posibles soluciones para mejorar el estatus de la fauna en esta zona del país.

Bibliografía

- Barrio, I., Bueno, C., & Tortosa, F. (2010). Alternative food and rabbit damage in vineyards of southern Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880910000976>
- BENGTSSON, J., AHNSTRÖM, J., & WEIBULL, A.-C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 261–269. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18(4), 182–188. [http://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00011-9](http://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011-9)
- Brühl, C. A., Schmidt, T., Pieper, S., Alscher, A., Stuart, S. N., Pounds, J. A., ... Burkhardt, J. G. (2013). Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Scientific Reports*, 3, 1783–1786. <http://doi.org/10.1038/srep01135>
- Carpio, A., Castro-Caro, J., & Tortosa, F. (2016). The Influence of Nest Density on Nest Predation in Olive Groves Depends on Habitat Features. *Ardeola*. Retrieved from <http://www.bioone.org/doi/abs/10.13157/arla.63.2.2016.ra1>
- Carpio, A. J., Guerrero-Casado, J., Tortosa, F. S., & Vicente, J. (2013). Predation of simulated red-legged partridge nests in big game estates from South Central Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 60(2), 391–394. <http://doi.org/10.1007/s10344-013-0786-8>
- Carpio, A. J., Oteros, J., Tortosa, F. S., & Guerrero-Casado, J. (2016). Land use and biodiversity patterns of the herpetofauna: The role of olive groves. *Acta Oecologica*, 70, 103–111. <http://doi.org/10.1016/j.actao.2015.12.007>
- Castro-Caro, J. C., Barrio, I. C., & Tortosa, F. S. (2014). Is the effect of farming

- practices on songbird communities landscape dependent? A case study of olive groves in southern Spain. *Journal of Ornithology*, 155(2), 357–365.
<http://doi.org/10.1007/s10336-013-1010-z>
- Donal, P. F., Gree, R. E., & Heath, M. F. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 268(1462), 25–9.
<http://doi.org/10.1098/rspb.2000.1325>
- Gómez, J. A., Battany, M., Renschler, C. S., & Fereres, E. (2006). Evaluating the impact of soil management on soil loss in olive orchards. *Soil Use and Management*, 19(2), 127–134. <http://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2003.tb00292.x>
- Guerrero, I., Morales, M. B., Oñate, J. J., Geiger, F., Berendse, F., Snoo, G. de, ... Tschardtke, T. (2012). Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors. *Biological Conservation*, 152, 74–80.
<http://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.04.001>
- Guerrero-Casado, J., Carpio, A. J., Prada, L. M., & Tortosa, F. S. (2015). Short communication. The role of rabbit density and the diversity of weeds in the development of cover crops in olive groves. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(3), e03SC01. <http://doi.org/10.5424/sjar/2015133-7022>
- Herrero, J., García-Serrano, A., Couto, S., Ortuño, V. M., & García-González, R. (2006). Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 52(4), 245–250.
<http://doi.org/10.1007/s10344-006-0045-3>
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., Swift, M. J., Meyer, W. B., Turner, B. L., ... Crosson, P. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science (New York, N.Y.)*, 277(5325), 504–9.
<http://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>
- McLaughlin, A., & Mineau, P. (1995). The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55(3), 201–212.
[http://doi.org/10.1016/0167-8809\(95\)00609-V](http://doi.org/10.1016/0167-8809(95)00609-V)

- Meyer, W., & Turner, B. (1992). Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change on JSTOR. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 39–61. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2097281?seq=1#page_scan_tab_contents
- Pain, D. J., & Pienkowski, M. W. (1997). *Farming and birds in Europe : the common agricultural policy and its implications for bird conservation*. Academic Press.
- Ribeiro, R., Santos, X., Sillero, N., Carretero, M. A., & Llorente, G. A. (2009). Biodiversity and Land uses at a regional scale: Is agriculture the biggest threat for reptile assemblages? *Acta Oecologica*, 35(2), 327–334. <http://doi.org/10.1016/j.actao.2008.12.003>
- Tapia-Armijos, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & de la Cruz, M. (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s - Losing a Hotspot of Biodiversity. *PloS One*, 10(9), e0133701. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0133701>
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857–874. <http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Weibull, A.-C., Bengtsson, J., & Nohlgren, E. (2000). Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography*, 23(6), 743–750. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00317.x>
- WILSON, J. D., WHITTINGHAM, M. J., & BRADBURY, R. B. (2005). The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis*, 147(3), 453–463. <http://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2005.00440.x>