

# Efectos de la gestión agraria en las aves de los cultivos cerealistas: un proceso multiescalar

M.B. Morales<sup>1,\*</sup>, I. Guerrero<sup>1</sup>, J.J. Oñate<sup>1</sup>

(1) Grupo de Ecología y Conservación de Ecosistemas Terrestres (TEG). Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. España.

\* Autor de correspondencia: M.B. Morales [[manuel.morales@uam.es](mailto:manuel.morales@uam.es)]

> Recibido el 3 de octubre de 2012, aceptado el 16 de enero de 2013.

**Morales, M.B., Guerrero, I., Oñate, J.J. (2013). Efectos de la gestión agraria en las aves de los cultivos cerealistas: un proceso multiescalar. *Ecosistemas* 22(1):25-29. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.05**

La intensificación agraria en las últimas décadas ha producido un notable declive de las poblaciones de aves que se reproducen en los agro-ecosistemas europeos. En España, dicho proceso está afectando a especies muy ligadas a las pseudo-estepas cerealistas mediterráneas, cuyas principales poblaciones mundiales se encuentran, precisamente, en la península Ibérica. En años recientes, diversos estudios vienen tratando de identificar los factores de gestión agraria más directamente implicados en dicho declive, tanto los que operan a mayor escala espacial (p.ej. escala de paisaje), como los que intervienen en la gestión concreta de cada campo de cultivo. Paralelamente, otros trabajos se han centrado en la evaluación de la efectividad de las medidas puestas en marcha para tratar de frenar dicho declive (i.e., medidas agroambientales). En el presente artículo, realizamos una síntesis de los resultados obtenidos en España en el marco de un amplio estudio europeo sobre el efecto de la intensificación agraria en la biodiversidad de los cultivos de cereal, identificando qué factores de gestión son más relevantes a cada escala y cuáles son las implicaciones para una gestión de estos sistemas que contemple el mantenimiento de sus comunidades de aves.

**Palabras clave:** diversidad funcional, gestión a nivel de campo, gestión a nivel de paisaje, Intensificación agraria, pseudo-estepas cerealistas

**Morales, M.B., Guerrero, I., Oñate, J.J. (2013). Effects of agricultural management on birds breeding in cereal cultures: a multi-scale process. *Ecosistemas* 22(1):25-29. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.05**

Agricultural intensification over the last decades has brought about a remarkable population decline of bird species breeding in European agro-ecosystems. In Spain, agricultural intensification is affecting species closely linked to Mediterranean cereal pseudo-steppes and whose main world populations are found in the Iberian Peninsula. In recent years, several studies have attempted to identify the agricultural management factors more directly involved in farmland bird declines, including those operating at large spatial scales (e.g. landscape scale) and those related to the specific management of each cultivated field. At the same time, other studies have focused on assessing the effectiveness of measures undertaken to halt such population declines (i.e. agri-environmental measures). In the present article, we synthesize the results obtained in Spain of a large scale European collaborative project on the effect of agricultural intensification on the biodiversity harboured by dry cereal cultures, identifying the most relevant management factors at each spatial scale, and discussing the implication of these results for and agricultural management compatible with the conservation of farmland bird communities.

**Key words:** Agriculture intensification, cereal pseudo-steppes, field-scale management, functional diversity, landscape-scale management.

## Introducción

La última síntesis del estado de conocimiento sobre la ecología y conservación de las aves ligadas a medios agrarios en España se la debemos a Francisco Suárez (Suárez 2004). En su contribución al libro de homenaje al Profesor Bernis *La Ornitología Hoy* (Tellería 2004), no sólo realizó la hasta ahora más completa revisión de tal conocimiento, sino que delineó claramente el camino por el cual habrían de discurrir los estudios posteriores sobre aves y agricultura, tanto en nuestro país, como fuera de él. Entre los aspectos que, a juicio de Suárez, requerían un mayor esfuerzo investigador figuran la respuesta de dichas comunidades a los diferentes factores de intensificación agraria y el efecto de las distintas escalas espaciales en sus patrones de distribución, abundancia y riqueza. Estos aspectos son cruciales para el diseño de medidas de gestión que compatibilicen la actividad agraria con la conservación de las comunidades de aves en nuestros agro-ecosistemas. En este trabajo, sintetizamos los resultados relativos a las aves obtenidos por los autores de este

artículo en el marco de un amplio estudio europeo sobre el efecto de la intensificación agraria en la biodiversidad de los cultivos de cereal (*Agricultural Policy Induced Changes in Biodiversity and Ecosystem Services, AGRIPOPES*). Estos resultados se refieren, por tanto, a especies censadas exclusivamente en zonas de cultivo cerealista que utilizan los campos tanto para la nidificación (en suelo) como para la alimentación, y cuya identidad se recoge en la **Tabla 1**. En la discusión de los mismos, incidimos, precisamente, en esos dos aspectos a los que Suárez otorgó prioridad: (i) la identificación de los factores de gestión con mayor efecto en la estructura de las comunidades de aves agrícolas a distintas escalas espaciales y (ii) sus implicaciones para una gestión de los ecosistemas agrarios que contemple el mantenimiento de su diversidad biológica.

## Las aves de los campos de cereal

Las aves ligadas a medios agrarios (*farmland birds* en inglés) vienen experimentando un marcado declive en toda Europa como

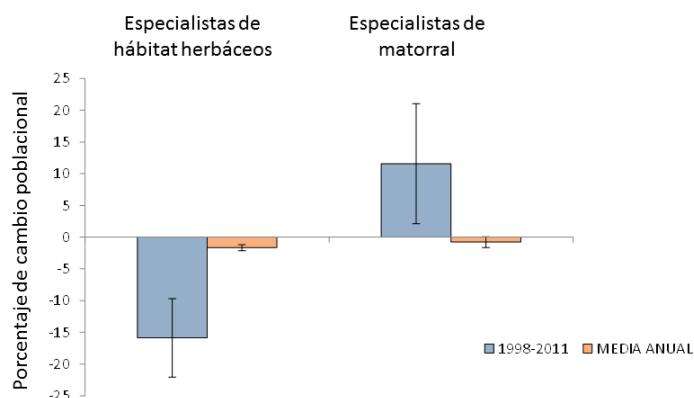
**Tabla 1.** Lista de especies de aves censadas en diferentes zonas cerealistas europeas, y a las que se refieren los trabajos sintetizados en este artículo.

Nombre vernáculo	Nombre científico
Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>
Aguilucho cenizo	<i>Circus pygargus</i>
Aguilucho lagunero	<i>Circus aeruginosus</i>
Perdiz roja	<i>Alectoris rufa</i>
Perdiz pardilla	<i>Perdix perdix</i>
Codorniz	<i>Coturnix coturnix</i>
Faisán vulgar	<i>Phasianus colchicus</i>
Guión de codornices	<i>Crex crex</i>
Avutarda común	<i>Otis tarda</i>
Sisón común	<i>Tetrax tetrax</i>
Ostrero eurasiático	<i>Haematopus ostralegus</i>
Avefría europea	<i>Vanellus vanellus</i>
Aguja colinegra	<i>Limosa limosa</i>
Zarapito real	<i>Numenius arquata</i>
Agachadiza común	<i>Gallinago gallinago</i>
Alondra común	<i>Alauda arvensis</i>
Cogujada común	<i>Galerida cristata</i>
Terrera común	<i>Calandrella brachydactyla</i>
Totovía	<i>Lullula arborea</i>
Bisbita campestre	<i>Anthus campestris</i>
Bisbita común	<i>Anthus pratensis</i>
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>
Collalba gris	<i>Oenanthe oenanthe</i>
Tarabilla norteña	<i>Saxicola rubetra</i>
Tarabilla común	<i>Saxicola torquata</i>
Buitrón	<i>Cisticola juncidis</i>
Carricero políglota	<i>Acrocephalus palustris</i>
Escribano hortelano	<i>Emberiza hortulana</i>
Escribano cerillo	<i>Emberiza citrinella</i>
Triguero	<i>Emberiza calandra</i>

consecuencia de la fuerte intensificación de la agricultura en el continente desde hace por lo menos tres décadas (Donald et al. 2001; Robinson y Sutherland 2002; Stoate et al. 2009). Las consecuencias de este proceso para el conjunto de la biodiversidad Europea son muy importantes, dado que los hábitats agrarios albergan una gran proporción de la misma; por ejemplo, más del 50 % de todas las especies de aves de la UE (Pain y Pienkowski 1997; Agencia Europea de Medio Ambiente 2005).

En España, donde los aprovechamientos agrarios ocupan la mitad del territorio (18.5 millones de ha de tierras de cultivo más 7.1 millones de ha de pastos, MAPYA 2003), el declive de las poblaciones de aves asociadas queda suficientemente documentado por los resultados del programa de seguimiento a largo plazo de aves comunes (SACRE), puesto en marcha por SEO/BirdLife en 1998. Su último informe muestra una marcada tendencia poblacional negativa, tanto del conjunto de las aves ligadas a medios agrarios, como de aquellas asociadas específicamente a los cultivos de cereal (SEO/BirdLife 2012).

Muchas de las aves ligadas a cultivos cerealistas de secano en la península Ibérica pueden considerarse especies genuinamente esteparias, que han ocupado esos cultivos por su similitud estructural con las estepas naturales de las que proceden (Suárez et al. 1992; Santos y Suárez 2005). Se trata de aves propias de espacios abiertos, que nidifican y se alimentan en el suelo, y que presentan una serie de adaptaciones comunes, relacionadas con las elevadas tasas de depredación que sufren y la heterogeneidad espacio-temporal en la distribución de recursos propia de estos ambientes (De Juana 2005). De hecho, la mayoría no se limita a ocupar cultivos cerealistas, sino que pueden aparecer, algunas incluso con mayor abundancia, en pseudo-estepas de origen antrópico dominadas por



**Figura 1.** Promedio ( $\pm$  error típico) del porcentaje total y de la media anual de cambio poblacional entre 1998 y 2011 para especies de aves comunes "especialistas de hábitats herbáceos" (*Coturnix coturnix*, *Alauda arvensis*, *Galerida cristata*, *Melanocorypha calandra*, *Cisticola juncidis*, *Emberiza calandra*) y "especialistas de matorral" (*Galerida theklae*, *Calandrella brachydactyla*, *Anthus campestris*, *Oenanthe oenanthe*, *O. hispánica*, *Sylvia conspicillata*), de acuerdo con el informe del programa SACRE 2011 (SEO/BirdLife 2012). El porcentaje total de cambio poblacional difirió significativamente entre especialistas herbáceos y de matorral (Test de la U de Man-Whitney,  $Z = -2,08$ ,  $p < 0,05$ ), mientras que la diferencia para la media anual no fue estadísticamente significativa (Test de la U de Man-Whitney,  $Z = -0,56$ ,  $p > 0,05$ ).

vegetación natural como pastizales y matorrales abiertos de escaso porte (Suárez et al. et al. 1992; Santos y Suárez 2005; Yanes y Delgado 2006). Sin embargo, es entre aquellas especies que dependen más estrechamente de cultivos cerealistas y formaciones herbáceas donde se han producido los declives más acentuados. Esta diferencia queda reflejada por los porcentajes de cambio poblacional estimados a partir de los datos del programa SACRE (período 1998-2011; SEO/BirdLife 2012) para dos grupos de aves comunes esteparias (Carrascal y Palomino 2008), las de mayores densidades en zonas de cultivo cerealista y otros hábitats predominantemente herbáceos ("especialistas de hábitats herbáceos": codorniz, alondra común, calandria común, cogujada común, buitrón, triguero) y las de mayores densidades en áreas de matorral ("especialistas de matorral": cogujada montesina, terrera común, bisbita campestre, collalba rubia, collalba gris, curruca tomillera). Como muestra la Figura 1, el porcentaje de cambio promedio en el primer grupo fue negativo y de magnitud significativamente mayor que en el segundo, donde el porcentaje de cambio promedio fue positivo. Sin embargo, no hubo diferencias entre grupos en la evolución media anual de las poblaciones.

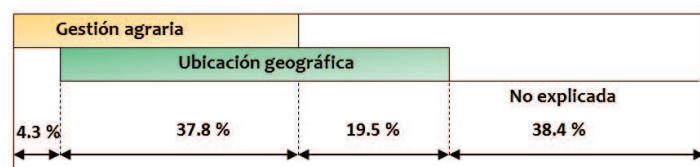
El diagnóstico, por tanto, es claro: las aves ligadas a los medios agrarios en España se encuentran, globalmente, en declive. Por supuesto, este declive afecta también a las aves del sistema agrario que más superficie ocupa en el país, los cultivos cerealistas de secano (SEO/BirdLife 2012). Además, parece que las especies que acusan los declives más pronunciados son las que dependen más estrechamente de cereales y pastizales. Y es, precisamente, en esa comunidad de aves más típicamente asociada a los cultivos de cereal en Europa (Tabla 1) en la que se han centrado los trabajos cuyos resultados resumimos aquí. De ahí la utilidad potencial de dichos trabajos para orientar una gestión agraria más compatible con la conservación de estas especies.

## Variación a gran escala: aves y gestión agraria a través de Europa

A pesar de las similitudes estructurales que presentan los paisajes cerealistas europeos (áreas predominantemente llanas y más o menos desprovistas de vegetación arbórea y arbustiva), parece lógico esperar diferencias en la composición y estructura de sus comunidades de aves, en virtud de la gran variación climática y de grado de intensificación agraria que se da en el continente. De esta forma, cuando comparamos las comunidades de aves ligadas a los

campos de cereal en España con las de cualquier otro país europeo, encontramos tanto especies exclusivas de cada lugar, como comunes a todos ellos, así como variación en sus abundancias relativas. Por tanto, cabe preguntarse qué contribuye más a esa variación, si las condiciones ambientales ligadas directamente a la ubicación o el tipo de gestión agraria que se desarrolla en cada zona. En nuestro estudio muestreamos las abundancias de las especies de aves nidificantes en los campos de cereal en ocho zonas a lo largo y ancho de Europa, desde el centro de España al sur de Suecia y desde Irlanda al este de Polonia. Un análisis de correspondencias canónicas nos permitió identificar las especies más claramente asociadas a cada zona de estudio, así como a distintos factores de gestión agraria relacionados con la intensificación, como son la producción por parcela, la cantidad de pesticidas y fertilizantes aplicados, la frecuencia de laboreo, o la superficie de cada explotación sometida a medidas agroambientales (Guerrero et al. 2011). El análisis mostró primeramente cómo las especies más claramente esteparias y de distribución mediterránea se asociaban al eje constituido por la zona de estudio española, lo cual pone de manifiesto la fuerte originalidad biogeográfica de la comunidad ibérica de aves ligadas a cultivos cerealistas. Por su parte, el análisis también mostró una asociación diferencial de las especies a los factores de intensificación. Por ejemplo, especies como la avutarda común (*Otis tarda*) y el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) se asociaron a factores que favorecen paisajes más intensivos y dominados por el cultivo de cereal, mientras que otras, como el sisón común (*Tetrax tetrax*) y la cogujada común (*Galerida cristata*), se asociaron a factores relacionados con la disponibilidad de recursos como la riqueza de plantas arvenses. Estos resultados se utilizaron en un ulterior análisis de partición de la varianza que arrojó los resultados mostrados en la Figura 2. Como puede verse, la ubicación geográfica explica, por sí sola, mucha más variación en la composición de las comunidades de aves ligadas a los cultivos cerealistas europeos (casi un 20 %) que la gestión agraria en cada zona (algo más del 4 %), aunque esta última fracción de varianza fue estadísticamente significativa. Sin embargo, la mayor fracción de varianza explicada correspondió a los efectos mixtos de localización y gestión (prácticamente un 38 %).

En síntesis, la ubicación geográfica es el factor que más influye en la composición de las comunidades de aves ligadas a cultivos cerealistas en Europa, aunque gran parte de esa influencia no se puede desligar de la gestión agraria que se realiza en cada zona, la cual, sin duda, está también condicionada geográficamente (p.ej., los climas más secos limitan la producción y, consecuentemente, la aplicación de insumos; Pala et al. 1996). En consecuencia, una gestión a escala europea de estos cultivos más compatible con el mantenimiento de sus comunidades de aves debe fomentar una menor intensificación de los mismos, aunque evitando recetas universales y ajustando los límites a las condiciones de cada región.



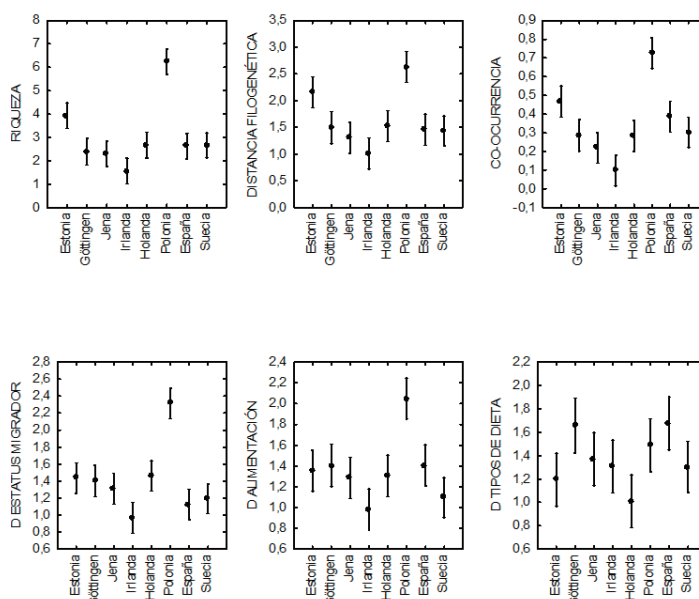
**Figura 2.** Porcentaje de la varianza total en abundancia de aves ligadas a campos de cereal obtenida en ocho zonas de estudio europeas que resultó explicada por la ubicación geográfica de cada zona, la gestión agraria dominante y el efecto combinado de ambos factores. Modificado de Guerrero et al. (2011).

## Variación a gran escala: gestión agraria y funcionalidad de las comunidades de aves

Las variables de gestión agraria discutidas en el apartado anterior se utilizaron también para analizar las diferencias en diversidad funcional de las distintas comunidades de aves. La variedad de rasgos funcionales fue medida a través de diferentes índices,

como la diversidad de dieta, la diversidad de estrategias de alimentación o la diversidad de estatus migratorio (Índice de Simpson en todos los casos, ver p.ej. Krebs 1999). También se consideraron otros índices estructurales, como la distancia filogenética o la probabilidad de co-ocurrencia entre pares de especies (Guerrero et al. 2011). Los resultados mostraron que las variables relacionadas con la intensificación agraria, como la producción o el tamaño de la explotación, influyeron negativamente en los índices. Por el contrario, otras variables relacionadas con la disponibilidad y calidad del hábitat cerealista (superficie ocupada por cultivos de cereal, riqueza de coleópteros y de plantas arvenses) tuvieron efecto positivo en esos índices. Finalmente, cuando se evaluaron las diferencias en los índices entre zonas de estudio, resultó que las zonas de estudio del este europeo, como las de Polonia, y en algunos casos también las de Estonia, dominadas por comunidades típicamente eurosiberianas de amplia distribución en el continente, arrojaron valores de estos índices significativamente superiores a los de las demás, incluida la española (Fig. 3). La única excepción fue la diversidad de tipos de dieta, para la que Göttingen arrojó el valor más alto, seguida de la zona de estudio española.

Parece, por tanto, que las comunidades de aves cerealistas ibéricas, a pesar de su originalidad biogeográfica y su alta proporción de especies de distribución restringida en Europa, podrían estar viendo erosionada su diversidad filogenética y funcional por la creciente intensificación agraria, aunque la diversidad de tipos de dieta mantuvo valores altos. Es posible que las comunidades de los países del este europeo no hayan experimentado esta reducción de diversidad funcional de forma tan marcada debido a su más reciente incorporación a la Política Agraria Común.



**Figura 3.** Diferencias entre ocho zonas de estudio europeas en los valores promedio de riqueza, distancia filogenética, probabilidad de co-ocurrencia y distintos índices de diversidad funcional, medida con el índice de Simpson (diversidad de estatus migratorio, diversidad de estrategias de alimentación y diversidad de tipos de dieta, ver detalles en Guerrero et al. 2011), de las comunidades de aves ligadas a cultivos cerealistas. Las barras de error indican los intervalos de confianza al 95 %. Se muestra el país que alberga cada zona, excepto en el caso de Alemania, en que se detallan las dos zonas incluidas.

## Variación a escala local: gestión de la parcela frente a gestión del paisaje

Cuando evaluamos el efecto de la gestión agraria en nuestra zona de estudio, situada en la campiña cerealista madrileña, las variables que más influyeron en la riqueza de especies estuvieron relacionadas tanto con la gestión de las propias parcelas muestre-



adas, como con el efecto de la gestión en el paisaje (Guerrero et al. 2010). Así, algunas variables indicadoras de creciente intensificación, como la densidad de siembra y la cantidad de potasio aportado como fertilizante, parecen tener un efecto negativo en la riqueza. Sin embargo, otra variable igualmente asociada a la intensificación como el tamaño de la parcela muestreada (Baessler y Klotz 2006; Persson et al. 2010) se relacionó positivamente con la riqueza, lo que no debe sorprender ya que estas aves son especialistas de zonas abiertas, prefieren buena visibilidad y evitan el riesgo de depredación asociado a los bordes (Santos y Suárez 2005). A nivel de paisaje, por su parte, la riqueza de especies también se asoció negativamente a la diversidad de usos del suelo, lo que es igualmente coherente con las características biológicas de este grupo de aves, ya que el aumento de tal diversidad suele implicar, en estos paisajes, la aparición de hábitats desfavorables como cultivos leñosos, zonas arbustivas y áreas construidas.

Diversos trabajos han puesto de manifiesto, precisamente, la influencia de la configuración y composición del paisaje en la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas de los ecosistemas agrarios (Tschardt et al. 2005), siendo las aves uno de los grupos mejor estudiados (véase, por ejemplo, Concepción y Díaz 2011; Wrettenberg et al. 2010). El efecto modulador del paisaje sobre las comunidades de los sistemas agrarios (p.ej., mayor riqueza de especies como consecuencia de la presencia de parches arbustivos o forestales en el paisaje, véase una completa revisión en Tschardt et al. 2012) puede guiar la gestión de dichos sistemas para mantener su biodiversidad. Una forma de conseguir esto podría ser la adaptación de las medidas agroambientales de la UE a los contextos paisajísticos de cada zona de estudio para maximizar su eficiencia (Concepción et al. 2008; Kleijn et al. 2011; Concepción y Díaz 2013).

Nuestros resultados confirman esta influencia del paisaje en la estructura de las comunidades de aves ligadas a los cultivos de cereal. Pero al mismo tiempo ponen de manifiesto la especial relevancia que tiene la gestión concreta de cada parcela para la reproducción de las aves que nidifican en las mismas (Guerrero et al. 2012). La Figura 4 muestra los resultados de un análisis de partición de varianza que cuantifica la variación en la densidad total de aves y de territorios reproductores en siete zonas de estudio europeas, y que resultó explicada por variables de paisaje, de gestión de la parcela y por la propia zona de estudio. Como es posible apreciar, el paisaje tuvo mucho más peso que la gestión de la parcela en la densidad total de individuos, pero al considerar exclusivamente la densidad de territorios de nidificación, la influencia de la gestión de la parcela aumentó de forma significativa, mientras que el paisaje perdió peso. Probablemente, este resultado se deba a que los individuos establecen sus territorios reproductores de acuerdo con la calidad de los mismos en términos de disponibilidad

de alimento (insectos, arvenses) y microhábitat (estructura de la vegetación), y la gestión de las parcelas afecta directamente a dichos parámetros (Guerrero et al. 2010). Así, cuando se analizaron sólo los datos de una especie tan ligada a los cultivos de cereal en Europa como la alondra común (*Alauda arvensis*), la influencia de la gestión de la parcela en la densidad de territorios superó a la del paisaje (Guerrero et al. 2012). En definitiva, la cantidad de aves que se reproducen en los cultivos cerealistas europeos, y consecuentemente la persistencia de sus poblaciones, depende en gran medida de la gestión concreta, más o menos intensiva, que se realice en cada parcela. Es decir, la conservación de estas especies, además del diseño y aplicación de medidas ajustadas al contexto paisajístico, debe seguir contemplando la extensificación de los tratamientos y labores que se realizan en las parcelas.

## Conclusiones

Los resultados de los trabajos aquí sintetizados indican, en primer lugar, que en el contexto general de declive de las aves ligadas a medios agrarios en España, las ligadas a los cultivos cerealistas son las que experimentan la regresión más marcada, incluso frente a las que prefieren otros tipos de hábitats abiertos como las estepas de matorral.

En segundo lugar, la composición de las comunidades de aves ligadas a los cultivos cerealistas a escala europea está muy influida por la ubicación geográfica, aunque no puede disociarse de la gestión agraria dominante en cada región, la cual explica, por sí misma, un porcentaje significativo de dicha composición. Además, la intensificación agraria se asocia a una reducción de la diversidad taxonómica y funcional de estas comunidades de aves en el conjunto de Europa. En todo caso, la asociación entre geografía y gestión aconseja un diseño de las medidas dirigidas a conservar las comunidades de aves de estos sistemas adaptado a los diferentes contextos agrarios.

En tercer lugar, las aves ligadas a los cultivos cerealistas en España conforman una comunidad fuertemente diferenciada de las presentes en otras zonas de Europa, integrada por especies de carácter mediterráneo y estepario. Sin embargo, esta comunidad parece ser funcionalmente menos diversa que las de otras zonas europeas donde la agricultura se ha mantenido menos intensiva (este de Europa).

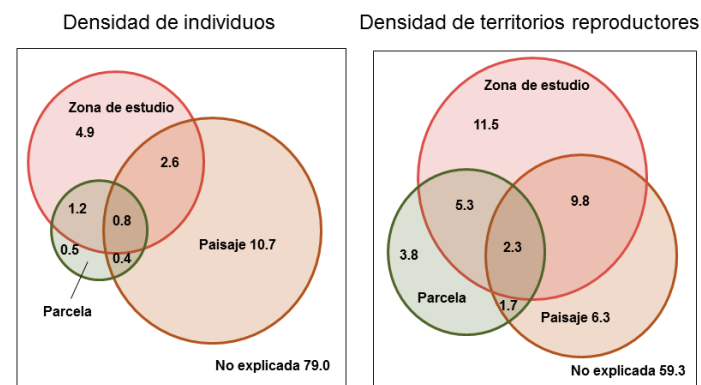
Por último, la gestión agraria que se lleva a cabo a nivel de parcela (aplicación de pesticidas y fertilizantes, frecuencia de laboreo, densidad de siembra, etc.) influye de manera particularmente importante en la densidad de aves que establecen sus territorios de reproducción en cada parcela. Por tanto, sin olvidar los efectos de gestión a escala de paisaje, la extensificación de la gestión a nivel de parcela parece fundamental para asegurar la persistencia poblacional de las especies de aves ligadas a los cultivos cerealistas.

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de todos aquellos (agricultores y ayudantes en campo) que contribuyeron a la obtención de los resultados aquí resumidos. Igualmente, agradecemos a los editores de *Ecosistemas* su amable invitación para participar en este número. Este trabajo contribuye al proyecto AGRIPOPES del Programa *Eurodiversity* de la *European Science Foundation* (financiado en España por el MICINN), así como al proyecto REMEDINAL-2 de la Comunidad de Madrid. Los comentarios de dos revisores anónimos mejoraron la versión final de este artículo.

## Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente 2005. *Agriculture and environment in EU-15—the IRENA indicator report*. European Environmental Agency. Copenhagen. Denmark.
- Baessler, C., Klotz, S. 2006. Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115:43-50.



**Figura 4.** Porcentajes de la varianza total en la densidad de individuos (a) y en la densidad de territorios reproductores (b) de especies de aves ligadas a campos de cereal en siete zonas de estudio europeas (Suecia, Estonia, Polonia, Alemania - Göttingen y Jena- Holanda y España) explicada, por la zona de estudio, la gestión agraria a escala de parcela y la gestión agraria a escala de paisaje. Modificado de Guerrero et al. (2012).

- Carrascal, L.M., Palomino, D. 2008. *Las Aves Comunes Reproductoras en España. Población en 2004-2006*. SEO/BirdLife. Madrid. España.
- Concepción, E.D., Díaz, M., Baquero, R.A., 2008. Effects of landscape complexity on the ecological effectiveness of agri-environment schemes. *Landscape Ecology* 23:135-148.
- Concepción, E.D., Díaz, M. 2011. Field, landscape and regional effects of farmland management on specialist open-land birds: Does body size matter? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 142: 303-310.
- Concepción, E.D. y Díaz, M. 2013. Efectividad de las medidas agroambientales para la conservación de la biodiversidad: Limitaciones y perspectivas de futuro. *Ecosistemas* 21(1):44-49.
- De Juana, E. 2005. Steppe birds: a characterisation. En: Bota, G., Morales, M.B., Mañosa, S., Camprodon, J. (eds.) *Ecology and Conservation of Steppe-land Birds*, pp. 25-48. Lynx Edicions. Barcelona, España..
- Donald, P.F., Green, R.E., Heath, M.F., 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London (Biology)* 268:25-29.
- Guerrero, I., Martínez, P., Morales, M.B., Oñate, J.J. 2010. Agricultural factors influencing bird, carabid and weed richness in a high conservation value, low-intensity cereal system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138:03-108.
- Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F., Clement, L.W., Dennis, C., Eggers, S., Emmerson, M., Fischer, C., Flohre, A., Geiger, F., Hawro, V., Inchausti, P., Kalamees, A., Kinks, R., Liira, J., Meléndez, L., Pärt, T., Thies, C., Tschardtke, T., Olszewski, A., Weisser, W.W. 2011. Taxonomic and functional diversity of farmland bird communities across Europe: effects of biogeography and agricultural intensification. *Biodiversity and Conservation* 20:3663-36813.
- Guerrero, I., Morales, M.B., Oñate, J.J., Geiger, F., Berendse, F., de Snoo, G., Eggers, S., Pärt, T., Bengtsson, J., Clement, L.W., Weisser, W.W., Olszewski, A., Ceryngier, P., Hawro, V., Liira, J., Dennis, C., Emmerson, M., Fischer, C., Flohre, A., Thies, C., Tschardtke, T. 2012. Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: landscape versus field level management factors. *Biological Conservation* 152:74-80.
- Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H.G., Tschardtke, T. 2011. Does conservation on farmland contribute to halt biodiversity decline? *Trends in Ecology and Evolution* 26:474-481.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman. Nueva York. USA.
- MAPYA 2003. *Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España.
- Pain, D., Pienkowski, M.W. 1997. *Farming and birds in Europe*. Academic Press. Londres. UK.
- Pala, M., Matar, A., Mazid, A. 1996. Assessment of the effects of environmental factors on the response of wheat to fertilizer in on-farm trials in a Mediterranean type environment. *Experimental Agriculture* 32:339-349.
- Persson, A.S., Olsson, O., Rundlöf, M., Smith, H.G. 2010. Land use intensity and landscape complexity—analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136:169-176.
- Robinson, R.A., Sutherland, W.J. 2002. Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* 39:157-176.
- SEO/BirdLife. 2012. *Resultados del Seguimiento de Aves Comunes en Primavera de SEO/BirdLife*. SEO/BirdLife-Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. España.
- Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N.D., Herzon, I., van Doorn, A., de Snoo, G., Rakosyi, L., Ramwell, C. 2009. Ecological impacts of early 21<sup>st</sup> century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management* 91:22-46.
- Suárez, F. 2004. Aves y agricultura en España peninsular: una revisión sobre el estado actual de conocimiento y una previsión sobre su futuro. En: Tellería J.L. (ed.) *La Ornitología Hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis Madrazo*, pp. 223-265. Editorial Complutense. Madrid. España.
- Suárez, F., Sainz, H., Santos, T., González-Bernaldez, F. 1992. *Las Estepas Ibéricas*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid. España.
- Santos, T., Suárez, F. 2005. Biogeography and population trends of Iberian steppe birds. En: Bota, G., Morales, M.B., Mañosa, S., Camprodon, J. (eds.) *Ecology and Conservation of Steppe-Land Birds*, pp. 69-102. Lynx Edicions. Barcelona. España
- Tellería, J.L. (ed.). 2004. *La Ornitología Hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis Madrazo*. Editorial Complutense. Madrid. España.
- Tschardtke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. *Ecology Letters* 8:857-874.
- Tschardtke, T., Tylanakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., Batáry, P., Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T.O., Dormann, C.F., Ewers, R.M., Fründ, J., Holt, R.D., Holzschuh, A., Klein, A.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., van der Putten, W.H., Westphal, C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87:661-685.
- Wretenberg, J., Pärt, T., Berg, Å. 2010. Changes in local species richness of farmland birds in relation to land-use changes and landscape structure. *Biological Conservation* 143:375-381.
- Yanes, M., Delgado, J.M. 2006. *Aves esteparias en Andalucía. Bases para su conservación*. Manuales de conservación de la naturaleza nº 3. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. España.