

## **SUPPLEMENTARY ELECTRONIC MATERIAL (APPENDIX 1)**

ARDEOLA 68(2)

### **ENVIRONMENTAL OBJECTIVES OF THE SPANISH AGRICULTURE: SCIENTIFIC GUIDELINES FOR THEIR EFFECTIVE IMPLEMENTATION UNDER THE COMMON AGRICULTURAL POLICY 2023-2027**

#### **OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA: RECOMENDACIONES CIENTÍFICAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA SEGÚN LA NUEVA POLÍTICA AGRARIA COMÚN 2023-2027**

Mario DÍAZ<sup>1</sup>\*, Elena D. CONCEPCIÓN<sup>1</sup>, Manuel B. MORALES<sup>2</sup>, Juan Carlos ALONSO<sup>3</sup>, Francisco M. AZCÁRATE<sup>2</sup>, Ignacio BARTOMEUS<sup>4</sup>, Gérard BOTA<sup>5</sup>, Lluís BROTONS<sup>6</sup>, Daniel GARCÍA<sup>7</sup>, David GIRALT<sup>5</sup>, José Eugenio GUTIÉRREZ<sup>8</sup>, José Vicente LÓPEZ-BAO<sup>7</sup>, Santiago MAÑOSA<sup>9</sup>, Rubén MILLA<sup>10</sup>, Marcos MIÑARRO<sup>11</sup>, Alberto NAVARRO<sup>7</sup>, Pedro P. OLEA<sup>2</sup>, Carlos PALACÍN<sup>3</sup>, Begoña PECO<sup>2</sup>, Pedro J. REY<sup>12</sup>, Javier SEOANE<sup>2</sup>, Susana SUÁREZ-SEOANE<sup>7</sup>, Christian SCHÖB<sup>13</sup>, Rocío TARJUELO<sup>14</sup>, Juan TRABA<sup>2</sup>, Francisco VALERA<sup>15</sup> and Elena VELADO-ALONSO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Biogeography and Global Change (BGC–MNCN), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, C/Serrano 115 bis, E-28006 Madrid, Spain.

<sup>2</sup> Terrestrial Ecology Group (TEG), Department of Ecology, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, C/Darwin 2, E-28049 Madrid, Spain, and Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Spain.

<sup>3</sup> Grupo de Ecología y Conservación de Aves, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, Spain.

<sup>4</sup> Estación Biológica de Doñana, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EBD-CSIC), 41092 Sevilla, Spain.

<sup>5</sup> Landscape Dynamics and Biodiversity Program, Forest Science and Technology Centre of Catalonia (CTFC), Crtra. Sant Llorenç de Morunys, km 2, 25280 Solsona, Spain.

<sup>6</sup> InForest JRU (CTFC-CREAF), Crtra. Sant Llorenç de Morunys, km 2, 25280 Solsona, Spain.

<sup>7</sup> University of Oviedo. Department of Organisms and Systems Biology (BOS; Ecology Unit) and Research Unit of Biodiversity (UMIB; UO-CSIC-PA). Oviedo, Mieres (Spain).

<sup>8</sup> SEO/BirdLife International. Complejo tecnológico de servicios avanzados, C/Sierra Morena, Manzana 11, 23620 Mengíbar, Jaén.

<sup>9</sup> Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Avinguda Diagonal 643, E-08028 Barcelona, Spain.

<sup>10</sup> Departamento de Biología, Geología, Física y Química Inorgánica. Universidad Rey Juan Carlos. Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Spain.

<sup>11</sup> Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA). Camino de Rioseco 1225, La Olla, Deva 33394 Gijón, Spain.

<sup>12</sup> Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén, E-23071 Spain.

<sup>13</sup> Agroecology Solutions S.L., Finca las Corchuelas del Medio, E-10694 Torrejón el Rubio, Spain.

<sup>14</sup> Institute for Game and Wildlife Research, IREC (CSIC-UCLM-JCCM), Ronda de Toledo 12, E-13005 Ciudad Real, Spain.

<sup>15</sup> Departament of Functional and Evolutionary Ecology, Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), Ctra. de Sacramento s/n, La Cañada de San Urbano, Almería, E-04120, Spain.

\* Corresponding author: [Mario.Diaz@ccma.csic.es](mailto:Mario.Diaz@ccma.csic.es)

**Appendix 1.** Effective conservation measures for the eight main Spanish farming systems, with details of their major environmental effects, their regional variation, the spatial scale of their effects (farms, landscapes, or both,) and the CAP instruments into which they can be integrated (C: enhanced conditionality; EC: eco-schemes; AECM: agri-environmental and climate measures).

**Mediterranean arable systems**

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Field size	Field size adjusted to type of farming and regional biodiversity	Field margins and semi-natural habitats	Larger on the plains of Andalusia, Central plateaux and Extremadura, smaller on mountains and coasts	Farm/landscape	C: maintenance; EC: improvement; AECM: requirements of threatened species	<b>1, 2, 3, 5</b>
Singular landscape elements	Isolated trees, ponds, stone walls, streams, etc.	Local and regional biodiversity, connectivity	Adjustment to the characteristics of regional agriculture and biodiversity Adjustment to the characteristics of regional agriculture and biodiversity.	Farm/landscape	C: maintenance; ES: improvement (5-10%)	<b>1, 4, 5</b>
Field margins	Herbaceous or woody, permanent	Local and regional biodiversity, connectivity, pollinators, pest control	Herbaceous margins or with creeping shrubs better than hedges or groves, permanent better than temporary	Farm/landscape	C: maximum density (5%); ES: improvement (10%); AECM: threatened species	<b>1, 4, 5, 6, 7, 69, 70</b>
Permanent grasslands	Maintenance of grazed plots without tilling	Local and regional biodiversity, connectivity, pollinators, pest control	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	ES: minimum 10% of non-cropped land with grazing, to avoid scrub encroachment at landscape and regional scales	<b>1, 4, 5, 8</b>
Green cover fallows	Maintenance of uncultivated fields after harvest	Local and regional biodiversity, endangered species (steppeland bird species)	All. There are documents to adjust fallow management (type of and best dates for different agricultural practices, etc.) to different species requirements	Farm/landscape	ES: minimum for biodiversity, excluding the use of pesticides; AECM: threatened species	<b>1, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14</b>

Nitrogen-fixing (legume) crops	Nitrogen-fixing legume cultivation	Local and regional biodiversity, soil, pollinators	Effectiveness will depend on groups and regions	Farm	ES, AECM depending on regional effectiveness	<b>1, 4, 5, 10</b>
Crop diversification	Carrying out more than one simultaneous crop	Local and regional biodiversity, soil conservation	Effectiveness will depend on groups and regions	Farm	ES and AECM depending on regional effectiveness	<b>1, 4, 5</b>
Perennial crops	Olive groves, vineyards or orchards	Local and regional biodiversity, climate change	Biodiversity increase if restricted to small plots and at low levels of intensification. Biodiversity decrease otherwise	Farm/landscape	ES depending on regional objectives and effectiveness	<b>1, 4, 5, 15</b>
Tillage frequency and intensity	Excessive tillage increases erosion and eliminates part of the edaphic fauna	Local and regional biodiversity	Effectiveness will depend on groups and regions	Farm	ES and AECM depending on regional effectiveness	<b>6, 16</b>
Irrigation	Irrigated herbaceous crops (maize, etc.)	Local and regional biodiversity	Widespread negative effects, especially at landscape and regional scales. Moderate use adjusted to the hydric supply, including ecological flows	Farm/landscape	ES and AECM, depending on regional objectives, addressed to reduce water consumption	<b>1, 4, 5, 17, 18, 19, 20</b>
Agrochemicals	Limitations in the use of fertilisers and pesticides	Local and regional biodiversity	Widespread negative effects. Moderate use to avoid an excess of mechanical practices (i.e. ploughing)	Farm	ES and AECM depending on regional objectives	<b>4, 7, 21, 22, 23</b>
Reduction of reforestation programmes	Reduce to the minimum, and eliminate completely in pseudo-steppe landscapes, reforestation programmes on agricultural lands	Reduction in local and regional biodiversity, endangered species, wildfires, and soil	Widespread negative effects and few positive ones	Landscape	ES and AECM depending on regional objectives	<b>24, 25, 26, 27</b>

**Agro-silvo-pastoral systems (Dehesas)**

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Singular landscape elements	Stone walls, ponds, streams	Local biodiversity	None	Farm/landscape	C	<b>5, 28</b>
Boundaries	Woody hedgerows, linked to watercourses	Local and regional biodiversity, connectivity	None	Farm/landscape	C, EC, AECM	<b>5, 28</b>
Permanent grasslands	Maintenance of plots with low or no tree cover	Local and regional biodiversity, endangered species	None	Farm/landscape	C, EC, AECM	<b>5</b>
Long term fallow land	Maintenance of treeless grassland, control of scrub encroachment	Local and regional biodiversity, endangered species	Adjustment of fallow period duration (10 years minimum) to local characteristics (species, speed of encroachment).	Farm/landscape	EC, AECM	<b>29, 30, 31, 32</b>
Rotation of encroached plots	Natural regeneration of trees and forest species on plots encroached by scrub	Local and regional biodiversity, endangered species	Adjustment of the size of the rotation areas to the local species, and the rotation period to the encroachment speed.	Farm/landscape	EC, AECM	<b>29, 30, 31, 32, 33</b>
Maintenance of large areas without agricultural use	Maintenance of endangered species with large home ranges (e.g. lynx, wolf, vultures, large eagles)	Local and regional biodiversity, endangered species	The exclusion of agricultural uses allows for recreational uses, including low intensity hunting.	Landscape	EC, AECM	<b>29, 30, 31</b>
Seasonal grazing breaks linked to transhumance systems	Reduction of stocking rates at sensitive times in the annual cycle	Local biodiversity	Seasonal exclusion adjusted to local climatic characteristics	Farm/landscape	EC, AECM	<b>34</b>

### Olive groves

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Singular landscape elements	Isolated trees, stone walls, ponds, streams	Local and regional biodiversity, connectivity	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/ Landscape	C (>10%), ES (improvement)	<b>5, 35</b>
Tillage (frequency and intensity)	Vegetation maintenance in rows and under tree canopies	Local and regional biodiversity, erosion	Adjusted to local climatic characteristics	Farm	ES, AECM	<b>36, 37, 38, 39</b>
Tree density	Higher fertiliser & water demand	Local and regional biodiversity	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/ Landscape	C, EC, AECM	<b>39, 40</b>
Semi-natural habitats	Olive groves blended into landscape mosaic	Local and regional biodiversity, connectivity, pollinators, pest control	None	Farm/ Landscape	C, EC, AECM	<b>41, 42, 43, 44</b>
Agrochemicals	Restricted herbicide & pesticide use	Local and regional biodiversity	Generalised negative effects. Moderate use to avoid intensification of mechanical labour	Farm	ES, AECM depending on regional objectives	<b>40, 41, 42</b>

### Vineyards

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
(less studied than olive groves. Many of the measures for olive groves can also be applied to vineyards).						
Singular landscape elements	Isolated trees, stone walls, ponds, streams	Local and regional biodiversity, connectivity	Adaptation to regional agriculture & biodiversity features	Farm/landscape	C (>10%), ES (improvement)	<b>1, 4</b>
Irrigation	Limitation of irrigation by favouring rainfed varieties	Local and regional biodiversity	Widespread negative effects, especially at landscape and regional scales. Moderate use adapted to water supply after considering ecological flow requirements	Farm/landscape	ES, AECM, depending on regional objectives, aimed at reducing water use	<b>1, 4, 5, 15, 17, 18</b>

Agrochemicals	Restricted herbicide and pesticide use	Local and regional biodiversity	Generalised negative effects. Moderate use to avoid intensification of mechanical labour	Farm	ES, AECM, depending on regional objectives	<b>4, 7, 22</b>
Green cover between rows	Reduce tilling frequency. Inter-row herb cover	Local and regional biodiversity	Adjusted to local climatic characteristics	Farm	C, EC, AECM	<b>45</b>
Boundary maintenance and management	Appropriate maintenance and management of field boundaries	Local and regional biodiversity	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C, EC, AECM	<b>46, 47</b>

### Mixed Eurosiberian systems

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Field size	Field size fitted to regional species' requirements and agricultural characteristics	Hedgerows and seminatural habitats/Large species	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C, EC, AECM	<b>1, 2, 3</b>
Woody field boundaries (hedgerows)	Woody hedgerows ( $\geq 2$ m width and $\geq 2$ m height), incorporating fleshy-fruited species	Regional and local biodiversity, connectivity, pollination by insects, pest control by natural enemies, seed dispersal by animals (birds and mammals)	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant cover), EC (50% of farm boundaries, both at the farm and the landscape scales), AECM (400 m <sup>2</sup> /ha)	<b>48, 49, 50, 51</b>
Remnant trees and small forest patches	Conservation of remnant trees and small forest patches (>4 m tree height)	Regional and local biodiversity, connectivity, pollination by insects, pest control by natural enemies, seed dispersal by animals (birds and mammals)	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (mimimum cover of 2.5%, both at the farm and the landscape scales), EC (5%), AECM (>500 m <sup>2</sup> /ha)	<b>48, 52, 53, 54, 55, 56</b>

Dry-stone walls	Conservation of traditional dry-stone walls ( $\geq 0.5$ m width; $\geq 0.5$ m height)	Regional and local biodiversity, connectivity, pest control by natural enemies	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant walls), EC (50% of farm boundaries, both at the farm and the landscape scales). C (overgrazing prevention), EC and AECM (avoiding intensification related to chemical inputs and commercial sowing)	<b>4, 57, 58</b>
Permanent meadows	Conservation of seminatural meadow plots	Regional and local biodiversity, pollination by insects	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant cover), EC (50% of farm boundaries, both at the farm and the landscape scales)	<b>59</b>
Permanent herbaceous vegetation at farm boundaries	Boundary herbaceous strips ( $> 1.5$ m width) including multi-specific native (i.e. non-exotic) forbs and graminoids	Regional and local biodiversity, connectivity, pollination by insects, pest control by natural enemies, seed dispersal by animals (ants)	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant cover), EC (50% of farm boundaries, both at the farm and the landscape scales)	<b>60, 61, 62, 63, 64</b>
Permanent herbaceous vegetation in inter-row aisles	Herbaceous strips ( $> 1.0$ m width) including multi-specific native (i.e. non-exotic) forbs and graminoids	Regional and local biodiversity, connectivity, pollination by insects, pest control by natural enemies, seed dispersal by animals (ants)	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant cover), EC (2.5% of farm surface), AECM (5% farm, $> 500$ m <sup>2</sup> /ha)	<b>60, 61, 62, 63, 64</b>
Riparian vegetation	Conservation of riparian buffer strips of seminatural woody and herbaceous vegetation between water courses and fields.	Regional and local biodiversity, connectivity, pollination by insects, pest control by natural enemies, seed dispersal by animals, water quality, nutrient flow regulation	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C (preservation of extant cover), EC (30-m width strips in 50% of riverbanks), AECM (30-m width strips in all riverbanks)	<b>65, 66, 67, 68</b>
Agrochemicals	Restricted used of synthetic pesticides and fertilizers	Regional and local biodiversity	Generalised negative effects. Moderate use to avoid intensification of mechanical labour	Farm	EC and AECM depending on regional objectives	<b>4, 21, 22, 23</b>



### Extensive grazing systems

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Singular landscape elements	Isolated trees, stone walls, ponds, streams	Local and regional biodiversity, connectivity	Adjustment to regional agricultural and biodiversity characteristics	Farm/landscape	C: maintenance; EC: improvement (5-10%)	<b>1, 4, 5</b>
Conservation of drove roads	The "cañadas" and other drove roads are public infrastructures developed to maintain transhumant livestock systems	Local and regional biodiversity, connectivity, pollinators, pest control	Adjustment to regional agricultural and biodiversity characteristics	Farm/landscape	C: maintenance; EC: recovery of drove road width (5-10%); AECM: recovery of drove roads dedicated to other uses	<b>69, 70, 71, 72, 73</b>
Permanent grasslands	Maintenance of uncultivated grazed fields (preferably by sheep and goats), connected by the drove road network	Local and regional biodiversity, connectivity	Adjustment to regional agricultural and biodiversity characteristics	Farm/landscape	C: maintenance; EC: recovery (5-10% of the landscape); AECM: endangered species	<b>1, 4, 5, 8, 74, 75</b>
Stocking rates	Adjustment of stocking rates and/or livestock species to avoid both overgrazing and scrub encroachment	Local and regional biodiversity, endangered species	Adjustment to regional agricultural and biodiversity characteristics	Farm/landscape	EC: support for the maintenance of boundaries and semi-natural habitats; AECM: specific objectives for endangered species	<b>4, 34, 76, 77, 78, 79, 80</b>

### Fruit orchards

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Fruit orchards may benefit from the same measures applied to other woody crops such as vineyards and olive orchards						
Singular landscape elements	Remnant trees, dry-stone walls, ponds, streams, irrigation canals	Regional and local biodiversity, connectivity	Fitting to regional biodiversity and agricultural characteristics	Farm/landscape	C (>10% cover), EC (enhancement)	<b>1, 4</b>

Irrigation	Limitation of irrigation by favouring rainfed varieties	Regional and local biodiversity	Generalised negative effects at the landscape and regional scales. Use moderated according to local water supply and river ecological flows	Farm/landscape	EC, AECM according to regional objectives, targeting water consumption regulation.	<b>1, 4, 5, 17, 18</b>
Agrochemicals	Restricted used of synthetic pesticides and fertilisers	Regional and local biodiversity	Generalised negative effects. Moderate use for avoiding the intensification of mechanical labour	Farm	EC, AECM according to regional objectives.	<b>4, 7, 22</b>
Farm boundary preservation and management	Effective management of nature-based farm boundaries for long-term preservation	Regional and local biodiversity	Fitting to regional biodiversity and agricultural characteristics	Farm/landscape	EC, AECM according to regional objectives.	<b>46, 47</b>

#### Rice fields

MEASURE	EXPLANATION	ENVIRONMENTAL COMPONENTS AFFECTED	REGIONAL VARIATION	SCALE OF EFFECTS	CAP INSTRUMENT(S)	REFERENCES
Field size	Field size adjusted to type of farming and regional biodiversity	Semi-natural boundaries and habitats/large species	Fitting to regional biodiversity and agricultural characteristics	Farm/ Landscape	ES	<b>2, 4, 81</b>
Flood regime	Autumn and winter flooding maintains regional diversity of mobile aquatic species	Local & regional biodiversity	Fitting to regional biodiversity and agricultural characteristics	Farm/ Landscape	C, EC, AECM	<b>4, 78, 82</b>
Agrochemicals	Restricted herbicide & pesticide use	Local & regional biodiversity	Widespread negative effects. Moderate use to avoid intense mechanical tillage.	Farm	ES, AECM, depending on regional objectives	<b>4, 21, 22, 23</b>
Boundary maintenance and management	Appropriate maintenance and management of field boundaries	Local and regional biodiversity	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm/landscape	C, EC, AECM	<b>46, 47</b>

Ditch and channel maintenance	Appropriate maintenance and naturalisation of channels used to control flood levels	Local biodiversity	Adaptation to regional agriculture and species pools	Farm	EC, AECM	83
-------------------------------	---	--------------------	--	------	----------	----

#### APPENDIX REFERENCES:

1. - Concepción, E.D. & Diaz, M. (2019). Varying potential of conservation tools of the Common Agricultural Policy for farmland bird preservation. *Science of The Total Environment*, 694: 133618.
2. - Clough, Y., Kirchweger, S. & Kantelhardt, J. (2020). Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters*, 13: e12752.
3. - Martin, E.A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V. *et al.* (2019). The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters*, 22: 1083-1094.
4. - Díaz, M., Baquero, R.A., Carricondo, A., Fernández, F., García, J. & Yela, J.L. (2006). *Bases ecológicas para la definición de las prácticas agrarias compatibles con las Directivas de Aves y de Hábitats*. Convenio Ministerio de Medio Ambiente-Universidad de Castilla-La Mancha. [www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/sistemas-de-alto-valor-natural/savn\\_estudios\\_bases\\_ecologicas.aspx](http://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/sistemas-de-alto-valor-natural/savn_estudios_bases_ecologicas.aspx)
5. - Concepción, E.D., Aneva, I., Jay, M., Lukanov, S., Marsden, K., Moreno, G., *et al.* (2020). Optimizing biodiversity gain of European agriculture through regional targeting and adaptive management of conservation tools. *Biological Conservation*, 241: 108384.
6. - Zumeaga, H., Azcárate, F.M., Concepción, E.D., Hevia, V. & Díaz, M. (2021). Landscape and agri-environmental scheme effects on ant communities in cereal croplands of central Spain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 312: 107345.
7. - Tarjuelo, R., Concepción, E.D., Guerrero, I., Carricondo, A., Cortés, Y. & Díaz, M. (2021). Agri-environmental scheme prescriptions and landscape configuration influence taxonomic and functional diversity of farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 00: 000-000.
8. - Faria, N., Rabaça, J.E., & Morales, M.B. (2012). Linking plant composition and arthropod abundance to establish little bustard breeding requirements in pastureland dominated landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 21: 2109-2125.
9. - Traba, J. & Morales, M.B. (2019). The decline of farmland birds in Spain is strongly associated to the loss of fallowland. *Scientific Reports*, 9: 1-6.
10. - Tarjuelo, R., Margalida, A. & Mougeot, F. (2020). Changing the fallow paradigm: A win-win strategy for the post-2020 Common Agricultural Policy to halt farmland bird declines. *Journal of Applied Ecology*, 57: 642-649.
11. - Giralt, D., Robleño, I., Estrada, J., Mañosa, S., Morales, M.B., Sardà-Palomera, F., Traba, J. & Bota, G. (2018). *Manual de gestión de barbechos para la conservación de aves esteparias*. Fundación Biodiversidad - Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Solsona.
12. - González del Portillo, D., Arroyo, B., García Simón, G. & Morales, M.B. (2021). Can current farmland landscapes feed declining steppe birds? Evaluating arthropod abundance for the endangered little bustard (*Tetrax tetrax*) in cereal farmland during the chick-rearing period: Variations between habitats and localities. *Ecology and Evolution*, 00: 000-000. <https://doi.org/10.1002/ece3.7271>
13. - Sáenz-Pérez, A., Giralt, D., Robleño, I., Bota, G., Milleret, C., Mañosa, S. & Sardà-Palomera, F. (2019). Fallow management increases habitat suitability for endangered steppe bird species through changes in vegetation structure. *Journal of Applied Ecology*, 56: 2166-2175.
14. - Tarjuelo, R., Margalida, A. & Mougeot, F. (2020). Changing the fallow paradigm: a win-win strategy for the post-2020 common agricultural policy to halt farmland bird declines. *Journal of Applied Ecology*, 57: 642-649.

15. - Casas, F., Gurarie, E., Fagan, W.F., Mainali, K., Santiago, R., Hervás, I. *et al.* (2020). Are trellis vineyards avoided? Examining how vineyard types affect the distribution of great bustards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 289: 106734.
16. - Faria, N. & Morales, M.B. (2019). Effects of soil tillage regime and frequency of cultivation on grassland bird assemblages in Mediterranean drylands. *Journal of Environmental Management*, 233: 211-217.
17. - De Frutos, A., Olea, P.P. & Mateo-Tomás, P. (2015). Responses of medium-and large-sized bird diversity to irrigation in dry cereal agroecosystems across spatial scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207: 141-152.
18. - Brotons, L., Mañosa, S. & Estrada, J. (2004). Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodiversity & Conservation*, 13: 1039-1058.
19. - Giralt, D., Pantoja, J., Morales, M. B., Traba, J. & Bota, G. (2021). Landscape-scale effects of irrigation on a dry cereal farmland bird community. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 611563.
20. - Fagúndez, J., Olea, P.P., Tejedo, P., Mateo-Tomás, P. & Gómez, D. (2016) Irrigation and maize cultivation erode plant diversity within crops in Mediterranean dry cereal agro-ecosystems. *Environmental Management*, 58: 164-174.
21. - Concepción, E.D., Díaz, M., Kleijn, D., Báldi, A., Batáry, P., Clough, Y., Gabriel, D., Herzog, F., Holzschuh, A., Knop, E., Marshall, J.P., Tscharrntke, T. & Verhulst, J. (2012). Interactive effects of landscape context constraints the effectiveness of local agri-environmental management. *Journal of Applied Ecology*, 49: 695-705.
22. - Dennis, P., Bogers, M.M.B., Bunce, R.G.H., Herzog, F. & Jeanneret, P. (2012). *Biodiversity in Organic and Low-input Farming Systems. Handbook for Recording Key Indicators*. Alterra Wageningen, Wageningen.
23. - Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., Batáry, P., Concepción, E. D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A., Knop, E., Marshall, E.J.P., Tscharrntke, T. & Verhulst, J. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B*, 276: 903-909.
24. - Díaz, M., Carbonell, R., Santos, T. & Tellería, J.L. (1998). Breeding bird communities in pine plantations of the Spanish plateaux: biogeography, landscape and vegetation effects. *Journal of Applied Ecology*, 35: 562-574.
25. - Santos, T., Tellería, J. L., Díaz, M., & Carbonell, R. (2006). Evaluating the benefits of CAP reforms: can afforestations restore bird diversity in Mediterranean Spain?. *Basic and Applied Ecology*, 7: 483-495.
26. - Da Ponte, E., Costafreda-Aumedes, S., & Vega-Garcia, C. (2019). Lessons learned from arson wildfire incidence in reforestations and natural stands in Spain. *Forests*, 10: 229.
27. - Maestre, F. T., & Cortina, J. (2004). Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas?. *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317.
28. - Moreno, G., González-Bornay, G., Pulido, F., López-Díaz, M.L., Betomeu, M., Juárez, E., & Díaz, M. (2016). Exploring the causes of high biodiversity of Iberian dehesas: the importance of wood pastures and marginal habitats. *Agroforestry Systems*, 90: 87-105.
29. - Díaz, M., Pulido, F.J., & Marañón, T. (2003). Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adehesados. *Ecosistemas*, 12: <https://doi.org/10.7818/ECOS.229>.
30. - Díaz, M., Tietje, W., & Barret, R. (2013). Effects of management on biological diversity and endangered species. In: P., Campos, L., Huntsinger, J. L., Oviedo, M., Díaz, P., Starrs, R. B., Standiford, & G. Montero (Eds.): *Mediterranean Oak Woodland Working Landscapes: Dehesas of Spain and Ranchlands of California*, pp. 213-243. Springer, New York.
31. - Ramírez, J.A., & Díaz, M. (2008). The role of temporal shrub encroachment for the maintenance of Spanish holm oak *Quercus ilex* dehesas. *Forest Ecology and Management*, 255: 1976-1983.

32. - Díaz, M., Sánchez-Mejía, M.T. & Morán-López, T. (2021). Long-term tree regeneration of fragmented agroforestry systems under varying climatic conditions. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 640143.
33. - Morán-López, T., Wiegand, T., Morales, J. M., Valladares, F. & Díaz, M. (2016). Predicting forest management effects on oak–rodent mutualisms. *Oikos*, 125: 1445-1457.
34. - Carmona, C.P., Azcárate, F.M., Oteros-Rozas, E., González, J.A. & Peco, B. (2013). Assessing the effects of seasonal grazing on holm oak regeneration: implications for the conservation of Mediterranean dehesas. *Biological Conservation*, 159: 240-247.
35. - Rey, P.J., & Valera, F. (1999). Diet plasticity in blackcap (*Sylvia atricapilla*): the ability to overcome nutritional constraints imposed by agricultural intensification. *Ecoscience*, 6: 429-438.
36. - Gómez, J.A., Sobrinho, T.A., Giráldez, J.V. & Fereres, E. (2009). Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 102: 5-13.
37. - Martínez, J.R.F., Zuazo, V.H.D. & Raya, A.M. (2006). Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 358: 46-60.
38. - Hevia, V., Ortega, J., Azcárate, F.M., López, C.A. & González, J.A. (2019). Exploring the effect of soil management intensity on taxonomic and functional diversity of ants in Mediterranean olive groves. *Agricultural and Forest Entomology*, 21: 109-118.
39. - Rey, P.J., Manzaneda, A.J., Valera, F., Alcántara, J.M., Tarifa, R., Isla, J. *et al.* (2019). Landscape-moderated biodiversity effects of ground herb cover in olive groves: Implications for regional biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 277: 61-73.
40. - Asensio, C., Lozano, F. J., Gallardo, P. & Giménez, A. (2016). Soil wind erosion in ecological olive trees in the Tabernas desert (southeastern Spain): a wind tunnel experiment. *Solid Earth*, 7: 1233-1242.
41. - Martínez-Núñez, C., Manzaneda, A.J. & Rey, P.J. (2020a). Plant-solitary bee networks have stable cores but variable peripheries under differing agricultural management: Bioindicator nodes unveiled. *Ecological Indicators*, 115: 106422.
42. - Martínez-Núñez, C., Manzaneda, A.J., Isla, J., Tarifa, R., Calvo, G., Molina, J.L., *et al.* (2020). Low-intensity management benefits solitary bees in olive groves. *Journal of Applied Ecology*, 57: 111-120.
43. - Martínez-Núñez, C., Manzaneda, A.J., Lendínez, S., Pérez, A.J., Ruiz-Valenzuela, L. & Rey, P.J. (2019). Interacting effects of landscape and management on plant–solitary bee networks in olive orchards. *Functional Ecology*, 33: 2316-2326.
44. - Martínez-Núñez, C., Rey, P.J., Manzaneda, A.J., Tarifa, R., Salido, T., Isla, J., *et al.* (2020c). Direct and indirect effects of agricultural practices, landscape complexity and climate on insectivorous birds, pest abundance and damage in olive groves. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 304: 107145.
45. - Rollan, À., Hernández Matías, A. & Real, J. (2019). Organic farming favours bird communities and their resilience to climate change in Mediterranean vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 269: 107-115,
46. - Alignier, A., Solé-Senan, X.O., Robleño I., Baraibar, B., Fahrig, L., Giralt, D., *et al.* (2019). Configurational crop heterogeneity increases within field plant diversity. *Journal of Applied Ecology*, 57: 654-663
47. - Fahrig, L., Girard, J., Duro, D., Pasher, J., Smith, A., Javorek, S., King, D., Lindsay, K., Mitchell, S. & Tischendorf, L. (2015). Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200: 219-234.
48. - Álvarez-Martínez, J.M., Suárez-Seoane, S., Stoorvogel, J.J. & de Luis Calabuig, E. (2014). Influence of land use and climate on recent forest expansion: a case study in the Eurosiberian–Mediterranean limit of north-west Spain. *Journal of Ecology*, 102: 905-919.
49. - Miñarro M. & García D. (2020). *Decálogo para una pumarada sostenible*. Tecnología Agroalimentaria-SERIDA, 23: 2-5.
50. - Miñarro, M. & Prida, E. (2013). Hedgerows surrounding organic apple orchards in north-west Spain: potential to conserve beneficial insects. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 382-390.

51. - Martínez, D. & García, D. (2015). Changes in fruiting landscapes relax restrictions on zoochorous tree dispersal into deforested lands. *Applied Vegetation Science*, 18: 197-208.
52. - Tellería, J.L., Ramírez, A., Galarza, A., Carbonell, R., Perez-Tris, J. & Santos, T. (2008). Geographical, landscape and habitat effects on birds in Northern Spanish farmlands: implications for conservation. *Ardeola*, 55: 203-219.
53. - García, D., Miñarro, M. & Martínez-Sastre, R. (2018). Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254: 233-243.
54. - García, D., Zamora, R. & Amico, G.C. (2010). Birds as suppliers of seed dispersal in temperate ecosystems: conservation guidelines from real-world landscapes. *Conservation Biology*, 24: 1070-1079.
55. - García-Llamas, P., Geijzendorffer, I.R., García-Nieto, A.P., Calvo, L., Suárez-Seoane, S. & Cramer, W. (2019). Impact of land cover change on ecosystem service supply in mountain systems: a case study in the Cantabrian Mountains (NW of Spain). *Regional Environmental Change*, 19: 529-542.
56. - Herrera, J.M. & García, D. (2009). Role of remnant trees in seed dispersal through the matrix: being alone is not always so sad. *Biological Conservation*, 143: 149-158.
57. - Paz, A., Jareño, D., Arroyo, L., Viñuela, J., Arroyo, B., Mougeot, F., *et al.* (2013). Avian predators as a biological control system of common vole (*Microtus arvalis*) populations in north-western Spain: experimental set-up and preliminary results. *Pest Management Science*, 69: 444-450.
58. - Murano, C., Kasahara, S., Kudo, S., Inada, A., Sato, S., Watanabe, K. & Azuma, N. (2019). Effectiveness of vole control by owls in apple orchards. *Journal of Applied Ecology*, 56: 677-687.
59. - Prince, H.E., Bunce, R.G. & Jongman, R.H. (2012). Changes in the vegetation composition of hay meadows between 1993 and 2009 in the Picos de Europa and implications for nature conservation. *Journal for Nature Conservation*, 20: 162-169.
60. - Happe, A.K., Alins, G., Boreux, V., Bosch, J., García, D., Hambäck, P. *et al.* (2019). Predatory arthropods in apple orchards across Europe: responses to agricultural management, adjacent habitat, landscape composition and country. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273: 141-150.
61. - Martínez-Sastre, R., Miñarro, M. & García, D. (2020). Animal biodiversity in cider apple orchards: simultaneous environmental drivers and effects on insectivory and pollination. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295: 106918.
62. - Rosa-García, R. & Miñarro, M. (2014). Role of floral resources in the conservation of pollinators in cider apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 183: 118-126.
63. - Suárez-Seoane, S., Osborne, P.E. & Baudry, J. (2002). Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in northern Spain. *Biological Conservation*, 105: 333-344.
64. - Miñarro, M. & García, D. (2018). Complementarity and redundancy in the functional niche of cider apple pollinators. *Apidologie*, 49: 789-802.
65. - Cole, L.J., Stockan, J. & Helliwell, R. (2020). Managing riparian buffer strips to optimise ecosystem services: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 296: 106891.
66. - Merot, P., Aurousseau, P., Gascuel-Oudou, C. & Durand, P. (2009). Innovative assessment tools to improve water quality and watershed management in farming areas. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5: 158-166.
67. - Stutter, M.I., Chardon, W.J. & Kronvang, B. (2012). Riparian buffer strips as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: introduction. *Journal of Environmental Quality*, 41: 297-303.
68. - Vought, L.B.M., Pinay, G., Fuglsang, A. & Ruffinoni, C. (1995). Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 31: 323-331.

69. - Azcárate, F.M., Robleño I., Seoane, J. Manzano, P. & Peco, B. (2012). Drove roads as local biodiversity reservoirs: effects on landscape pattern and plant communities in a Mediterranean region. *Applied Vegetation Science*, 16: 480-490.
70. - Bunce, R.G.H., Aranzabal, I., Schmitz, M. F. & Pineda, F.D. (2006). *A review of the Role of drove roads (Cañadas) as ecological corridors*. Alterra-rapport, 1428.
71. - García-Fernández, A., Manzano, P., Seoane, J., Azcárate, F. M., Iriondo, J. M. & Peco, B. (2019). Herbivore corridors sustain genetic footprint in plant populations: a case for Spanish drove roads. *PeerJ*, 7: e7311.
72. - Hevia, V., Azcárate, F.M., Oteros-Rozas, E. & González, J.A. (2013). Exploring the role of transhumance drove roads on the conservation of ant diversity in Mediterranean agroecosystems. *Biodiversity and Conservation*, 22: 2567-2581.
73. - Hevia, V., Bosch J., Azcárate, F.M., Fernández, E., Rodrigo, A., Barril-Graells, H. & González, J.A. (2016). Bee diversity and abundance in a livestock drove road and its impact on pollination and seed set in adjacent sunflower fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232: 336-344.
74. - Mateo-Tomás, P. & Olea, P.P. (2010). Diagnosing causes of local extinction of an endangered vulture: the importance of traditional pastoralism and region-specific conservation. *Oryx*, 44: 424-433.
75. - Olea, P.P. & Mateo-Tomás, P. (2009). The role of traditional farming practices in ecosystem conservation: the case of transhumance and vultures. *Biological Conservation*, 142: 1844-1853.
76. - Mateo-Tomás, P. & Olea, P.P. (2015). Livestock-Driven land use change to model species distributions: Egyptian vulture as a case study. *Ecological Indicators*, 57: 331-40.
77. - Tellería, J.L., Santos, T. & Díaz, M. (1994). *Effects of agricultural practices on bird populations in the Mediterranean region: the case of Spain*. In: E.J.M. Hagemeijer & T.J. Verstrael (Eds.) Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects. pp. 57-75. Statistics Netherlands & SOVON, Beek-Ubbergen, The Netherlands.
78. - Peco, B., Navarro, E., Carmona, C.P., Medina, N.G. & Marques M.J. (2017). Effects of grazing abandonment on soil multifunctionality: The role of plant functional traits. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 249: 215-225.
79. - Oggioni, S.D., Ochoa-Hueso, R. & Peco, B. (2020). Livestock grazing abandonment reduces soil microbial activity and carbon storage in a Mediterranean Dehesa. *Applied Soil Ecology*, 153: 103588.
80. - Faria, N. & Morales, M.B. (2020). Livestock species and grazing rotational patterns modulate grassland bird assemblages in Mediterranean drylands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295: 106893.
81. - Navedo, J.G., Hahn, S., Parejo, M., Abad-Gómez, J.M., Gutiérrez, J.S., Villegas, A., *et al.* (2015). Unravelling trophic subsidies of agroecosystems for biodiversity conservation: Food consumption and nutrient recycling by waterbirds in Mediterranean rice fields. *Science of the Total Environment*, 511: 288-297.
82. - Parejo, M., Gutiérrez, J.S., Navedo, J.G., Soriano-Redondo, A., Abad-Gómez, J.M., Villegas, A. *et al.* (2019). Day and night use of habitats by northern pintails during winter in a primary rice-growing region of Iberia. *PloS one*, 14: e0220400.
83. – Mañosa, S. 1997. *A review of rice farming and waterbird conservation in three western Mediterranean areas*. Station Biologique de la Tour du Valat, Arlès, internal report.

**Apéndice 1.** Medidas de conservación eficaces en los ocho grandes sistemas agropecuarios españoles, detallando sus principales efectos ambientales, su variación regional, su escala espacial actuación (parcelas, paisajes o ambas) y los instrumentos de la PAC en los que se integrarían (C: condicionalidad reforzada; EC: eco-esquemas; AECM: medidas agroambientales y climáticas).

### Cultivos herbáceos mediterráneos

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Tamaño de campo	Ajuste del tamaño de los campos a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	Linderos y hábitats seminaturales/especies de tamaño grande	Mayores en las llanuras de Andalucía, Mesetas y Extremadura, menores en montañas y costas	explotación/paisaje	Condicionalidad (C): tamaño máximo y mínimo; eco-esquemas (EC): mejora; agroambientales y climáticas (AECM): especies amenazadas	<b>1, 2, 3, 5</b>
Elementos singulares del paisaje	Arboles aislados, muros de piedra, charcas, arroyos	Biodiversidad local y regional, conectividad	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales.	explotación/paisaje	C: mantenimiento; EC: mejora (5-10%)	<b>1, 4, 5</b>
Linderos	Herbáceos/leñosos, permanentes	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Herbáceos o con arbustos rastreros mejor que setos o arboledas, permanentes mejor que temporales	explotación/paisaje	C: densidad mínima (5%); EC: mejora (10%); AECM: especies amenazadas	<b>1, 4, 5, 6, 7, 69, 70</b>
Pastizales permanentes	Mantenimiento de parcelas pastoreadas sin labrar	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Todas	explotación/paisaje	EC: mínimo de 10% de superficie sin cultivar pero pastado para evitar matorralización a escala de explotación y paisaje	<b>1, 4, 5, 8</b>
Barbechos cubiertos	Mantenimiento de parcelas sin cultivar tras la cosecha	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas (aves esteparias)	Todas. Existen documentos para ajustar la gestión de los barbechos (calendario de laboreo, medidas de gestión, etc.)	explotación/paisaje	EC: mínimos para biodiversidad, excluyendo la aplicación de plaguicidas; MAC: especies amenazadas	<b>1, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14</b>



a las necesidades de especies concretas.

Leguminosas	Cultivo de leguminosas fijadoras de nitrógeno	Biodiversidad local y regional, suelo, polinizadores	Efectividad variable según grupos y regiones	explotación	EC y AECM según efectividad regional	<b>1, 4, 5, 10</b>
Diversificación cultivos	Realización de más de un cultivo simultáneo	Biodiversidad local y regional, suelo	Efectividad variable según grupos y regiones	explotación	EC y AECM según efectividad regional	<b>1, 4, 5</b>
Cultivos leñosos	Parcelas de olivar, viñedo o frutales	Biodiversidad local y regional, cambio climático	Aumentan diversidad si son parcelas pequeñas con baja intensidad de uso; en caso contrario la disminuyen	explotación/paisaje	EC según objetivos y efectividad regional	<b>1, 4, 5, 15</b>
Frecuencia e intensidad del laboreo	El laboreo excesivo aumenta la erosión y elimina parte de la fauna edáfica	Biodiversidad local y regional	Efectividad variable según grupos y regiones	explotación	EC y AECM según efectividad regional	<b>6, 16</b>
Regadío	Cultivos herbáceos de regadío (maíz, etc.)	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados, sobre todo a escalas de paisaje y región. Uso moderado ajustado a la oferta hídrica, incluyendo caudales ecológicos	explotación/paisaje	EC y AECM según objetivos regionales, dirigidos a reducir el consumo de agua	<b>1, 4, 5, 17, 18, 19, 20</b>
Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y MAC según objetivos regionales	<b>4, 7, 21, 22, 23</b>
Reducción programas de reforestación	Reducir al máximo, y eliminar completamente en regiones esteparias, los programas de reforestación en tierras agrarias	Disminución de biodiversidad local y regional y especies amenazadas, efectos sobre incendios y suelos	Efectos negativos generalizados y escasos efectos positivos	paisaje	EC y AECM según objetivos regionales	<b>24, 25, 26, 27</b>

### Dehesas

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Elementos singulares del paisaje	Muros de piedra, charcas, arroyos	Biodiversidad local	Todas	explotación/paisaje	C	<b>5, 28</b>
Linderos	Leñosos, ligados a cursos de agua	Biodiversidad local y regional, conectividad	Todas	explotación/paisaje	C, EC, AECM	<b>5, 28</b>
Pastizales permanentes	Mantenimiento de parcelas sin arbolado o con arbolado muy disperso	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas	Todas	explotación/paisaje	EC, AECM	<b>5</b>
Cultivo con barbechos de larga duración	Mantenimiento de parcelas sin arbolado, control de la matorralización	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas	Todas; ajuste de la duración de los barbechos (10 años mínimo) a las características locales (especies, velocidad de matorralización)	explotación/paisaje	EC, AECM	<b>29, 30, 31, 32</b>
Rotación de parcelas matorralizadas	Regeneración natural del arbolado y especies forestales en las parcelas matorralizadas	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas	Todas. Ajuste del tamaño de los cuarteles en rotación a las especies locales y la duración a la velocidad de matorralización	explotación/paisaje	EC, AECM	<b>29, 30, 31, 32, 33</b>
Mantenimiento de áreas extensas sin uso agropecuario	Mantenimiento de especies amenazadas de con dominios vitales grandes (lince, lobo, buitres, grandes águilas)	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas	Todas. La exclusión de usos agropecuarios permite usos recreativos, incluidos los cinegéticos de baja intensidad	paisaje	EC, AECM	<b>29, 30, 31</b>
Descansos estacionales de pastoreo ligados a sistemas de transhumancia	Reducción de cargas ganaderas en momentos sensibles del ciclo anual	Biodiversidad local y regional	Todas. Exclusión estacional ajustada a características climáticas locales	explotación/paisaje	EC, AECM	<b>34</b>

### Olivares

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Elementos singulares del paisaje	Arboles aislados, muros de piedra, charcas, arroyos	Biodiversidad local y regional, conectividad	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	C (10% mínimo), EC (mejora)	<b>5, 35</b>
Frecuencia e intensidad del laboreo	Mantenimiento de vegetación en calles y ruedos	Biodiversidad local y regional, erosión	Todas	explotación	EC y AECM	<b>36, 37, 38, 39</b>
Densidad de arbolado	Aumento de demandas de fertilizantes y agua	Biodiversidad local y regional	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	C, EC, AECM	<b>39, 40</b>
Hábitats seminaturales	Integración de las parcelas de olivar en paisajes en mosaico	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Todas	explotación/paisaje	C, EC, AECM	<b>41, 42, 43, 44</b>
Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>40, 41, 42</b>

### Viñedos

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
(menos estudiados que los paisajes de olivar, aunque muchas de las medidas aplicables a olivares podrían aplicarse también a viñedos)						
Elementos singulares del paisaje	Arboles aislados, muros de piedra, charcas, arroyos	Biodiversidad local y regional, conectividad	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	C (10% mínimo), EC (mejora)	<b>1, 4</b>
Regadío	Cultivos herbáceos de regadío (maíz, etc.)	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados, sobre todo a escalas de paisaje y región. Uso moderado ajustado a la oferta hídrica, incluyendo caudales ecológicos	explotación/paisaje	EC y AECM según objetivos regionales, dirigidos a reducir el consumo de agua	<b>1, 4, 5, 15, 17, 18</b>

Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y AEEM según objetivos regionales	<b>4, 7, 22</b>
Cubiertas verdes entre filas	Reducir frecuencia de labrado. Sembrar cubiertas verde entre hileras	Biodiversidad local y regional		Explotación		<b>45</b>
Mantenimiento y gestión de lindes	Mantener y gestionar adecuadamente las lindes entre campos	Biodiversidad local y regional		paisaje/explotación		<b>46, 47</b>

### Sistemas mixtos eurosiberianos

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Tamaño de campo	Ajuste del tamaño de los campos a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	Linderos y hábitats seminaturales/especies de tamaño grande	Todas	explotación/paisaje	C, EC, AEEM	<b>1, 2, 3</b>
Lineros leñosos (setos vivos)	Setos leñosos ( $\geq 2$ m ancho y $\geq 2$ m de alto), incluyendo especies con frutos carnosos	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas, dispersión	Todas	explotación/paisaje	C (mantener lo actual), EC (50% de los linderos, a escalas de finca y paisaje), AEEM (400 m <sup>2</sup> /ha)	<b>48, 49, 50, 51</b>
Arboles aislados y grupos de árboles	Conservación de árboles aislados y bosquetes (> 4 m de altura)	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas, dispersión	Todas	explotación/paisaje	C (mínimo 2,5% de la explotación y el paisaje), EC (5%), AEEM (>500 m <sup>2</sup> /ha)	<b>48, 52, 53, 54, 55, 56</b>
Muros de piedra	Muros de piedra seca de >0.5 m de ancho y 0,5 m de altura	Biodiversidad, control de plagas	Todas	explotación/paisaje	C (mantener lo actual), EC (50% de los linderos, a escalas de finca y paisaje)	<b>4, 57, 58</b>

Pastizales permanentes	Conservación de las parcelas de pastizal seminatural	Biodiversidad local y regional	Todas	explotación/paisaje	Mantenimiento de cargas ganaderas bajas (C) y prevención de intensificación (agroquímicos, siembras, etc.) mediante EC y AECM	<b>59</b>
Vegetación herbácea en linderos	Linderos permanentes de >1.5 m de ancho con herbáceas autóctonas pluriespecíficas	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Todas	explotación/paisaje	C (mantener lo actual), EC (50% de los linderos, a escalas de finca y paisaje)	<b>60, 61, 62, 63, 64</b>
Vegetación herbácea en calles y ruedos	Setos leñosos ( $\geq 2$ m ancho y $\geq 2$ m de alto, incluyendo especies con frutos carnosos)	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Todas	explotación/paisaje	C (mantener lo actual), EC (2.5% de la finca), MAC (5% finca, $>500$ m <sup>2</sup> /ha)	<b>60, 61, 62, 63, 64</b>
Vegetación de ribera	Mantenimiento de bandas de vegetación seminatural entre los cursos de agua y los campos de cultivo	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas, calidad del agua	Todas	explotación/paisaje	C (mantener lo actual), EC (bandas de 30 m de anchura en el 50% de las riberas), AECM (bandas de 30 m de anchura en todas las riberas)	<b>65, 66, 67, 68</b>
Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>4, 21, 22, 23</b>

### Sistemas de pastoreo extensivo y transhumante

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Elementos singulares del paisaje	Arboles aislados, muros de piedra, charcas, arroyos	Biodiversidad local y regional, conectividad	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	C: mantenimiento; EC: mejora (5-10%)	<b>1, 4, 5</b>
Mantenimiento de vías pecuarias	Las cañadas y vías pecuarias menores son la infraestructura de uso público desarrollada para mantener los sistemas de ganadería transhumante	Biodiversidad local y regional, conectividad, polinizadores, control plagas	Todas	explotación/paisaje	C: mantenimiento; EC: recuperación anchura vías (5-10%); AECM: recuperación vías dedicadas a otros usos	<b>69, 70, 71, 72, 73</b>
Pastizales permanentes	Mantenimiento de parcelas pastoreadas (preferentemente por ovino-caprino) sin labrar, conectadas por la red de vías pecuarias	Biodiversidad local y regional, conectividad	Todas	explotación/paisaje	C: mantenimiento; EC: recuperación (5-10% del paisaje); AECM: especies amenazadas	<b>1, 4, 5, 8, 74, 75</b>
Cargas ganaderas	Ajuste de cargas y/o especie ganadera para evitar tanto sobrepastoreo como matorralización	Biodiversidad local y regional, especies amenazadas	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	EC: apoyo al mantenimiento de linderos y hábitats seminaturales; AECM: objetivos específicos para especies amenazadas	<b>4, 34, 76, 77, 78, 79, 80</b>

### Frutales

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
(menos estudiados que los paisajes de olivar, aunque muchas de las medidas aplicables a olivares y viñedos podrían aplicarse también a los frutales)						
Elementos singulares del paisaje	Arboles aislados, muros de piedra, charcas, arroyos, canales de riego	Biodiversidad local y regional, conectividad	Ajuste a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	explotación/paisaje	C (10% mínimo), EC (mejora)	<b>1, 4</b>

Regadío	Cultivos herbáceos de regadío (maíz, etc.)	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados, sobre todo a escalas de paisaje y región. Uso moderado ajustado a la oferta hídrica, incluyendo caudales ecológicos	explotación/paisaje	EC y AECM según objetivos regionales, dirigidos a reducir el consumo de agua	<b>1, 4, 5, 17, 18</b>
Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>4, 7, 22</b>
Mantenimiento y gestión de lindes	Mantener y gestionar adecuadamente las lindes entre campos	Biodiversidad local y regional		paisaje/explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>46, 47</b>

#### Arrozales

MEDIDA	EXPLICACION	EFFECTOS AMBIENTALES	VARIACION REGIONAL	ESCALA	INSTRUMENTO PAC	REFERENCIAS
Tamaño de campo	Ajuste del tamaño de los campos a las características de la agricultura y la biodiversidad regionales	Linderos y hábitats seminaturales/especies de tamaño grande	Todas	explotación/paisaje	EC	<b>2, 4, 81</b>
Régimen de inundación	La inundación otoñal e invernal mantiene la diversidad regional de especies acuáticas móviles	Biodiversidad local y regional	Todas	explotación/paisaje	EC, AECM	<b>4, 78, 82</b>
Agroquímicos	Limitaciones en el uso de fertilizantes y plaguicidas	Biodiversidad local y regional	Efectos negativos generalizados. Uso moderado para evitar intensificación de laboreos mecánicos	explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>4, 21, 22, 23</b>
Mantenimiento y gestión de lindes	Mantener y gestionar adecuadamente las lindes entre campos	Biodiversidad local y regional	Adaptación a la agricultura y a las comunidades biológicas regionales	paisaje/explotación	EC y AECM según objetivos regionales	<b>46, 47</b>

Mantenimiento de los canales de irrigación	Mantener y gestionar adecuadamente los canales de drenaje, naturalizándolos lo más posible	Biodiversidad local	explotación	EC. AECM	<b>83</b>
--	--	---------------------	-------------	----------	-----------

---



## **SUPPLEMENTARY ELECTRONIC MATERIAL (APPENDIX 2)**

ARDEOLA 68(2)

### **ENVIRONMENTAL OBJECTIVES OF THE SPANISH AGRICULTURE: SCIENTIFIC GUIDELINES FOR THEIR EFFECTIVE IMPLEMENTATION UNDER THE COMMON AGRICULTURAL POLICY 2023-2027**

**OBJETIVOS AMBIENTALES DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA:  
RECOMENDACIONES CIENTÍFICAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN  
EFECTIVA SEGÚN LA NUEVA POLÍTICA AGRARIA COMÚN 2023-2027**

Mario DÍAZ<sup>1</sup>\*, Elena D. CONCEPCIÓN<sup>1</sup>, Manuel B. MORALES<sup>2</sup>, Juan Carlos ALONSO<sup>3</sup>, Francisco M. AZCÁRATE<sup>2</sup>, Ignacio BARTOMEUS<sup>4</sup>, Gérard BOTA<sup>5</sup>, Lluís BROTONS<sup>6</sup>, Daniel GARCÍA<sup>7</sup>, David GIRALT<sup>5</sup>, José Eugenio GUTIÉRREZ<sup>8</sup>, José Vicente LÓPEZ-BAO<sup>7</sup>, Santiago MAÑOSA<sup>9</sup>, Rubén MILLA<sup>10</sup>, Marcos MIÑARRO<sup>11</sup>, Alberto NAVARRO<sup>7</sup>, Pedro P. OLEA<sup>2</sup>, Carlos PALACÍN<sup>3</sup>, Begoña PECO<sup>2</sup>, Pedro J. REY<sup>12</sup>, Javier SEOANE<sup>2</sup>, Susana SUÁREZ-SEOANE<sup>7</sup>, Christian SCHÖB<sup>13</sup>, Rocío TARJUELO<sup>14</sup>, Juan TRABA<sup>2</sup>, Francisco VALERA<sup>15</sup> and Elena VELADO-ALONSO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Biogeography and Global Change (BGC–MNCN), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, C/Serrano 115 bis, E-28006 Madrid, Spain.

<sup>2</sup> Terrestrial Ecology Group (TEG), Department of Ecology, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, C/Darwin 2, E-28049 Madrid, Spain, and Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM), Universidad Autónoma de Madrid, Spain.

<sup>3</sup> Grupo de Ecología y Conservación de Aves, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, Spain.

- <sup>4</sup> Estación Biológica de Doñana, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EBD-CSIC), 41092 Sevilla, Spain.
- <sup>5</sup> Landscape Dynamics and Biodiversity Program, Forest Science and Technology Centre of Catalonia (CTFC), Crtra. Sant Llorenç de Morunys, km 2, 25280 Solsona, Spain.
- <sup>6</sup> InForest JRU (CTFC-CREAF), Crtra. Sant Llorenç de Morunys, km 2, 25280 Solsona, Spain.
- <sup>7</sup> University of Oviedo. Department of Organisms and Systems Biology (BOS; Ecology Unit) and Research Unit of Biodiversity (UMIB; UO-CSIC-PA). Oviedo, Mieres (Spain).
- <sup>8</sup> SEO/BirdLife International. Complejo tecnológico de servicios avanzados, C/Sierra Morena, Manzana 11, 23620 Mengíbar, Jaén.
- <sup>9</sup> Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Avinguda Diagonal 643, E-08028 Barcelona, Spain.
- <sup>10</sup> Departamento de Biología, Geología, Física y Química Inorgánica. Universidad Rey Juan Carlos. Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Spain.
- <sup>11</sup> Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA). Camino de Rioseco 1225, La Olla, Deva 33394 Gijón, Spain.
- <sup>12</sup> Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén, E-23071 Spain.
- <sup>13</sup> Agroecology Solutions S.L., Finca las Corchuelas del Medio, E-10694 Torrejón el Rubio, Spain.
- <sup>14</sup> Institute for Game and Wildlife Research, IREC (CSIC-UCLM-JCCM), Ronda de Toledo 12, E-13005 Ciudad Real, Spain.
- <sup>15</sup> Departament of Functional and Evolutionary Ecology, Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), Ctra. de Sacramento s/n, La Cañada de San Urbano, Almería, E-04120, Spain.

\* Corresponding author: [Mario.Diaz@ccma.csic.es](mailto:Mario.Diaz@ccma.csic.es)

**Figura. 1.** Geographical distribution of the eight main Spanish agricultural systems (modified from Díaz *et al.*, 2006).

**Figura 1.** Distribución geográfica de los ocho principales sistemas españoles de cultivo –cultivos mediterráneos, de secano y regadío; dehesas; olivares; viñedos; sistemas mixtos eurosiberianos, de pastizal húmedo y cultivados; sistemas de pastoreo extensivo, en pastizales de media y alta montaña; cultivos de frutales; y arrozales-. Modificado a partir de Díaz *et al.*, 2006).

