



Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Informe parcial correspondiente al apartado 3.2.1.3 del encargo «Actuaciones para compatibilizar la gestión agraria con la conservación de la biodiversidad»

Octubre 2023

Expediente: 21BDES005

Índice

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
1.1.- Olivares tradicionales.....	3
1.2.- Olivares intensivos y superintensivos.....	4
1.3.- Justificación y objetivos.....	5
2.- METODOLOGÍA.....	6
2.1.- Área de estudio y diseño experimental.....	6
2.2.- Obtención de datos.....	7
2.3.- Tratamiento de datos.....	7
3.- RESULTADOS.....	8
3.1.- Inventario de aves.....	8
3.2.- Estadística descriptiva de las variables continuas.....	10
3.3.- Abundancia de aves.....	11
3.4.- Riqueza de aves.....	15
3.5.- Condición corporal de aves.....	20
5.- REFERENCIAS.....	22

1.- INTRODUCCIÓN

Los cultivos leñosos de secano, principalmente olivares y viñedos, han ocupado tradicionalmente gran parte del paisaje agrario mediterráneo. La configuración de estos agrosistemas ha sufrido una importante transformación en las últimas décadas debido a la intensificación agraria y sigue intensificándose aún más, tanto en uso de fertilizantes químicos, fitosanitarios, la biotecnología, como en el desarrollo de una maquinaria cada vez más compleja y eficiente. Actualmente se están desarrollando cambios aún más profundos en la gestión agraria, que no solo afectan a la intensificación de labores, sino también al cambio de usos del suelo y a la fisionomía del cultivo y el paisaje. Entre estos cambios se encuentran la proliferación de cultivos intensivos de leñosas, en seto o cordón, de forma que los ejemplares crecen en dos dimensiones en lugar de en tres, formando calles cerradas. En secano o en regadío, la estructura de estos cultivos genera pérdida y fragmentación del hábitat estepario.

En el territorio nacional los cultivos leñosos de regadío, generalmente inadecuados para las aves de las tierras de cultivo (Traba *et al.*, 2013), aumentaron un 105% entre 2004 y 2017, lo que arrojó una ganancia de superficie de aproximadamente 416.000 ha (Navarro y Bao, 2018; Traba y Morales, 2019).

En el caso del olivar, los procesos de transformación e intensificación están en pleno apogeo, sustituyendo a superficies de cereal o renovando olivares tradicionales por otros intensivos o superintensivos; su cultivo ofrece a los agricultores una alternativa más rentable que la olivicultura tradicional y España se encuentra a la cabeza, con más del 50% de la producción mundial.

1.1.- Olivares tradicionales

Los **olivares tradicionales** se caracterizan por ser plantaciones maduras con árboles desarrollados y de cierta edad (Figura 1). El número de olivos por hectárea suele ser bajo, en torno a los 100 árboles por hectárea y, como consecuencia, la producción por unidad de superficie también es baja en comparación con los sistemas intensivos. En general, son cultivos poco mecanizados donde labores como la cosecha aún se realiza en gran parte manualmente, por lo que requieren mucha mano de obra.



Figura 1. Fisionomía del olivar tradicional.

Este tipo de olivar es uno de los principales cultivos de leñosas que ocupan la península ibérica y resulta especialmente abundante en el ambiente mediterráneo. Acoge una gran diversidad biológica, desta-

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

cando la invernada de aves (Muñoz-Cobo y Purroy, 1980; Muñoz-Cobo, 1987; Rey, 1993, 2011; Muñoz-Cobo *et al.*, 2001, 2003; Duarte *et al.*, 2008; Rey *et al.*, 2019).

1.2.- Olivares intensivos y superintensivos

La intensificación del olivar responde a la búsqueda de una mayor rentabilidad del cultivo, al mecanizar las labores y reducir notablemente la mano de obra. De este modo se están implantando cultivos intensivos y superintensivos de forma que, prácticamente la totalidad de nuevas plantaciones corresponden a alguna de estas modalidades intensivas (Figura 2). Por otro lado, muchos olivicultores tradicionales se están renovando y transformando sus olivares tradicionales en olivares intensivos.

El **olivar intensivo** se caracteriza por unos marcos de plantación que permiten alcanzar una densidad de 200-500 olivos por hectárea. La productividad de este tipo de olivares es mayor que en el olivar tradicional y varía en función de si el cultivo es de secano o de riego. Alcanza su pleno rendimiento entre el 5 y 7 año después de su plantación y, a diferencia del olivar tradicional, la mayoría de las labores ya están mecanizadas, lo que reduce la mano de obra.



Figura 2. Fisionomía del olivar superintensivo.

A diferencia del olivar intensivo, en el **superintensivo** la plantación es en seto, lo que incrementa la densidad del cultivo. Los marcos de plantación han ido evolucionando hacia densidades cada vez más altas, desde los iniciales 1.500-2.000 olivos/ha hasta los 2.500 e incluso 3.000 árboles por hectárea, debido fundamentalmente a la proliferación de nuevas variedades. La introducción de sistemas de poda mecanizada y recolección mediante máquinas cosechadoras adaptadas al olivar ha permitido la total mecanización de estos cultivos, lo que reduce considerablemente los costes de producción y su dependencia de la mano de obra.

Estos cultivos requieren un uso muy significativo de insumos y recursos hídricos, circunstancia destacable en ámbitos mediterráneos como el nuestro. Por otro lado, los olivares superintensivos pueden sufrir gran cantidad de enfermedades provocadas en gran parte por la falta de aire entre árboles e iluminación y su longevidad es muy reducida, pudiendo no superar los 20 años si no se ha realizado una buena gestión de la poda y un correcto control del vigor de los olivos, a diferencia de los olivares

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

centenarios que conforman el paisaje mediterráneo. Existe poca información sobre los efectos de estos sistemas superintensivos sobre la biodiversidad.

1.3.- Justificación y objetivos

El impacto de la intensificación del olivar sobre la fauna silvestre ha sido poco estudiado, sobre todo por su reciente implantación. Se sabe que su expansión, sobre todo en tierras de labor de secano, tradicionalmente dedicadas al cereal, puede afectar gravemente a las aves esteparias, pero se desconoce el efecto de su sustitución de olivares tradicionales.

En la presente actuación se plantea un ensayo cuyo objetivo final será evaluar de forma experimental, la composición y diversidad de las comunidades biológicas presentes en los olivares intensivos y superintensivos, respecto al tradicional. También se propone analizar el posible efecto de la intensificación del olivar sobre el estrés y la condición física de aves pequeñas, principalmente passeriformes.

2.- METODOLOGÍA

2.1.- Área de estudio y diseño experimental

El ensayo se realizó en la meseta Sur y el valle del Guadalquivir, los cuales presentan un clima mediterráneo continental, con veranos secos y muy cálidos e inviernos fríos con heladas; las precipitaciones son escasas e irregulares.

Se seleccionaron cinco zonas de trabajo, repartidas en paisajes agrícolas de la meseta sur, cuatro de ellas en la provincia de Ciudad Real y la quinta en el límite de las provincias de Córdoba y Jaén (Figura 3). En cada zona se escogieron al menos dos pares experimentales de parcelas, de forma que cada par estaba constituido por: a) parcela tratamiento, correspondiente a un olivar superintensivo, con estructura en seto; y b) parcela control, correspondiente a un olivar tradicional, con estructura en vaso.

Cada parcela presentó una superficie tal que permitiese la proyección de un transecto de 500 m de longitud y 100 m de anchura. Para asegurar independencia de las muestras y minimizar las diferencias ambientales, se consideró un contexto paisajístico análogo y una distancia de 0,5 a 4 km entre las parcelas de cada par experimental.

La evaluación de la biodiversidad de las parcelas se realizó mediante el seguimiento de aves. Este grupo faunístico es muy utilizado como bioindicador por ser el mejor conocido, presentar buena detectabilidad y porque su muestreo está muy estudiado; además es sensible a los cambios ambientales (Díaz *et al.*, 1996; Tellería *et al.*, 1999; Bibby, 1999; De Juana y García, 2015; Mullarny *et al.*, 2023).

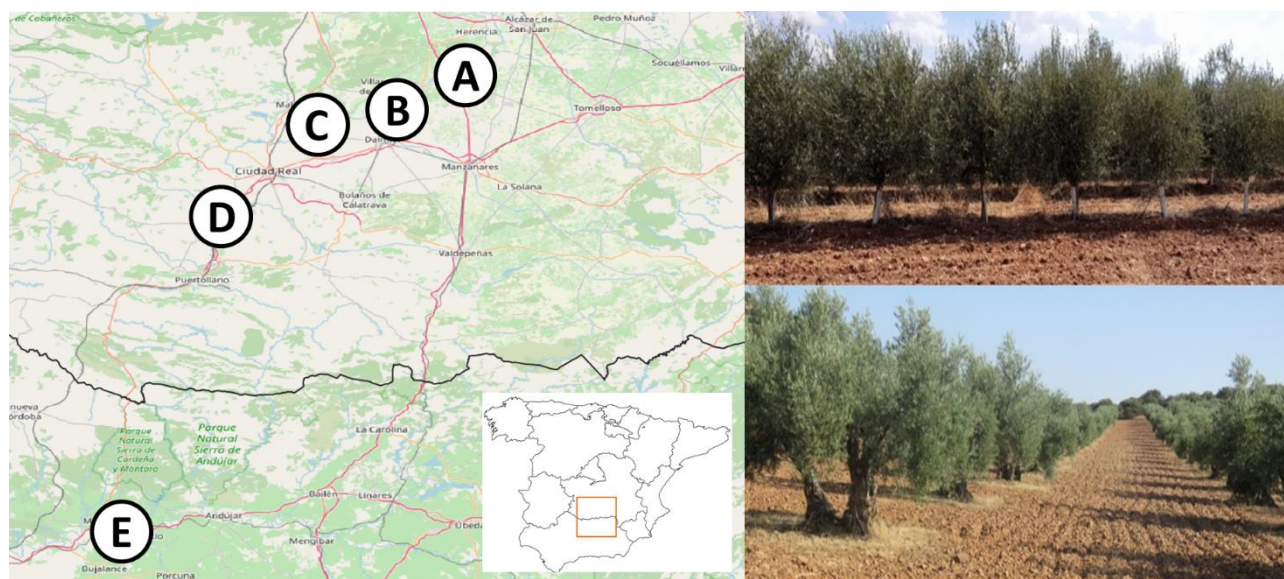


Figura 3. Área de estudio (izquierda): las zonas de trabajo están marcadas con letras, A) Villarta de San Juan, B) Daimiel, C) Malagón, D) Poblete y E) Montoro. Fisionomía de los olivares (derecha): arriba, olivar en seto (parcela tratamiento); abajo, olivar en vaso (parcela control).

2.2.- Obtención de datos

Las parcelas se muestrearon durante el periodo de invernada (diciembre y enero) y el reproductor (de abril a julio) durante dos campañas seguidas, ejecutadas en 2021-2022 y 2022-2023. Se realizaron dos muestreos en cada parcela y durante cada periodo.

En cada parcela se realizó un transecto de 500 m de longitud con el fin de registrar todas las aves detectadas (escuchadas y/o vistas). Se recorrió a pie una vez durante los periodos de máxima actividad y se anotaron las siguientes variables: especie, distancia perpendicular al transecto y actividad del ave (posado, en vuelo de cortejo, en vuelo direccional o en vuelo de búsqueda de alimento).

Los recursos para la fauna se cuantificaron con variables de vegetación. Para ello, se utilizaron plantillas de cobertura vegetal a los 100 y 400 m del inicio del transecto. En ambos puntos se escogió una superficie circular de 25 m de radio y se asignó un porcentaje de superficie ocupada por cada tipo de estrato (suelo desnudo, herbáceas, arbustos y árboles; Sutherland, 2006) y se anotó la riqueza de especies leñosas y si existía una familia dominante en dicho diámetro. En cada punto también se anotó la riqueza de herbáceas, familia dominante y altura, para lo cual se proyectó un círculo de 1 m de diámetro.

Se realizaron capturas de aves en ambos tipos de olivar para analizar la condición corporal, para lo cual se contó con los permisos pertinentes. Se utilizaron redes japonesas y reclamo sonoro para su captura; las aves se individualizaron mediante la colocación de una anilla metálica oficial, se anotó su edad y sexo y se tomaron datos biométricos y de condición física: medida de ala, medida de octava primaria, medida de tarso, valores de grasa y músculo y peso corporal (Kaiser, 1993; Pinilla, 2000). Tras la liberación del ave, se procedió a la recogida de los excrementos mediante una espátula de los colectores, se introdujeron en *ependorf* etiquetados y se mantuvieron en bolsa térmica fría para conservarse a -20°C hasta su análisis en el laboratorio.

2.3.- Tratamiento de datos

Todos los datos obtenidos se incluyeron en una base de datos para realizar inventarios, a los cuales se incorporaron figuras de protección nacional en el caso de las aves, tras la consulta del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas (LESR-PE, RD 139/2011), el Anexo I de la Directiva Aves y el Libro Rojo de las Aves de España (López-Jiménez, 2021).

Se calcularon los siguientes parámetros de biodiversidad:

- **Riqueza (S):** se obtuvo como el número de especies de aves observadas por muestreo.
- **Abundancia (A):** para aves se calculó la **abundancia relativa** como la proporción de observaciones de un taxón respecto a todo el grupo muestreado.

Se realizó estadística descriptiva y tests para valorar la tendencia de los datos obtenidos durante las dos campañas de muestreo, en relación a la variable estudiada (tipo de parcela) y las covariables geográficas y temporales (Sokal, y Rohlf, 1995; Fowler y Cohen, 1999; Cayuela y de la Cruz, 2022; Rodríguez, 2022).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

3.- RESULTADOS

3.1.- Inventario de aves

En las dos campañas de muestreo en olivares se registraron 7.373 individuos pertenecientes a 72 especies de aves, 15 de las cuales se incluyen en el grupo de las esteparias (Tabla 1). Dos de las especies inventariadas se encuentran catalogadas: el milano real (*Milvus milvus*) y la ganga ibérica (*Pterocles alchata*).

Tabla 1. Especies inventariadas en todo el trabajo de campo realizado en olivares. Se indica la categoría en el Listado Español de Especies Protegidas (RD 139/2011), Directiva Aves y Libro Rojo (López-Jiménez, 2021; W-P: invernantes y en paso; Nid: nidificantes). Las especies esteparias se resaltan en negrita

Especie	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor común	Listado			LC
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán común	Listado			LC
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito común	Listado			LC
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común	Listado			VU
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja				VU
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón			LC	LC
<i>Anthus pratensis</i>	Bisbita pratense	Listado			LC
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	Listado			VU
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	Listado			NT
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	Listado	Anejo I		NT
<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	Listado			LC
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común	Listado	Anejo I		LC
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Chotacabras cuellirrojo	Listado			VU
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero europeo				LC
<i>Cecropis daurica</i>	Golondrina dáurica	Listado			LC
<i>Chloris chloris</i>	Verderón común				LC
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera europea	Listado	Anejo I		LC
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero occidental	Listado	Anejo I		LC
<i>Cisticola juncidis</i>	Cistícola buitrón				NT
<i>Coloelus monedula</i>	Grajilla occidental				EN
<i>Columba livia</i>	Paloma bravía				LC
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz				LC
<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea	Listado	Anejo I		EN
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande				LC
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común				EN
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común	Listado			LC
<i>Curruca atricapilla</i>	Curruca capirotada	Listado			LC
<i>Curruca hortensis</i>	Curruca mirlona occidental	Listado			LC
<i>Curruca melanocephala</i>	Curruca cabecinegra	Listado			LC
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Herrerillo común	Listado			LC

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Especie	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Cyanopica cooki</i>	Rabilargo ibérico	Listado			LC
<i>Delichon urbicum</i>	Avión común occidental	Listado			LC
<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos	Listado			LC
<i>Emberiza calandra</i>	Escribano triguero				LC
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo europeo	Listado			LC
<i>Falco naumanni</i>	Cernícalo primilla	Vulnerable	Anejo I		VU
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	Listado			EN
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	Listado			LC
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	Listado			LC
<i>Galerida theklae</i>	Cogujada montesina	Listado	Anejo I		LC
<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero polígloa	Listado			LC
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Listado			VU
<i>Lanius meridionalis</i>	Alcaudón real	Listado			EN
<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común	Listado			EN
<i>Linaria cannabina</i>	Pardillo común				LC
<i>Lullula arborea</i>	Alondra totovía	Listado	Anejo I		LC
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	Listado			LC
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria común	Listado	Anejo I		NT
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	Listado			LC
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	En Peligro Extinción	Anejo I		EN
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	Listado			LC
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola europea	Listado			LC
<i>Parus major</i>	Carbonero común	Listado			LC
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común				LC
<i>Passer hispaniolensis</i>	Gorrión moruno				LC
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero				NT
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	Listado			LC
<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común	Listado			NT
<i>Pica pica</i>	Urraca común				LC
<i>Picus sharpei</i>	Pito real ibérico	Listado			LC
<i>Pterocles alchata</i>	Ganga ibérica	Vulnerable	Anejo I		VU
<i>Pyrrhonorax pyrrhonorax</i>	Chova piquirroja	Listado	Anejo I		NT
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarabilla norteña	Listado			DD
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarabilla europea	Listado			LC
<i>Serinus serinus</i>	Serín verdecillo				LC
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca				LC
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea				VU
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro				LC
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común				LC
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común				LC
<i>Upupa epops</i>	Abubilla común	Listado			LC

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Especie	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea			LC	DD

3.2.- Estadística descriptiva de las variables continuas

Ninguna de las variables continuas presenta normalidad. Al analizar si existen correlaciones entre ellas (Figura 4), se observa que ninguna de las variables de vegetación se correlaciona con las variables de abundancia ni riqueza de aves, lo cual es esperable para la mayoría de variables dado que la mayoría de olivares estaban roturados y no presentaban cobertura de matorral ni de herbáceas.

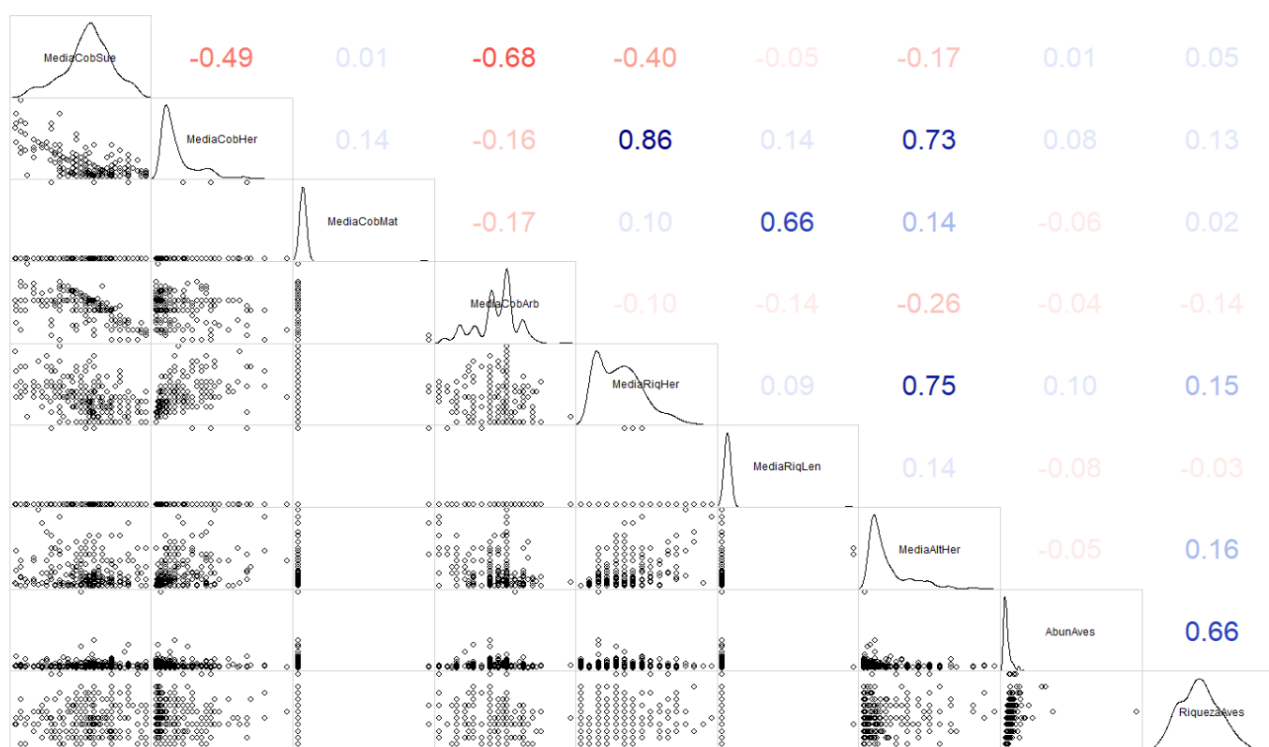


Figura 4. Correlaciones entre variables continuas en olivares. En rojo se muestran las negativas y en azul las positivas.

3.3.- Abundancia de aves

La abundancia de aves de la segunda campaña no presenta diferencias significativas con la primera (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.003044, df = 1, p-value = 0.956; Figura 5) y al igual que en ella, es mayor en los olivares en vaso que en los olivares en seto (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.9574, df = 1, p-value = 0.04667; Figura 6).

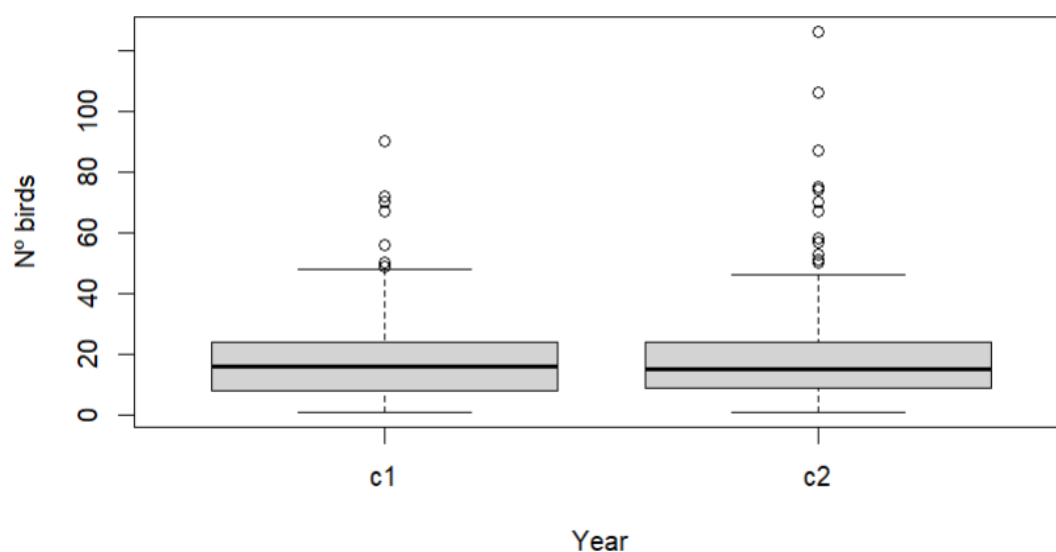


Figura 5. Distribución de la abundancia de aves en las dos campañas de muestreo de olivares. c1: 2021-2022; c2: 2022-2023. Se han eliminado *outliers* para facilitar la visibilidad de las cajas de bigotes.

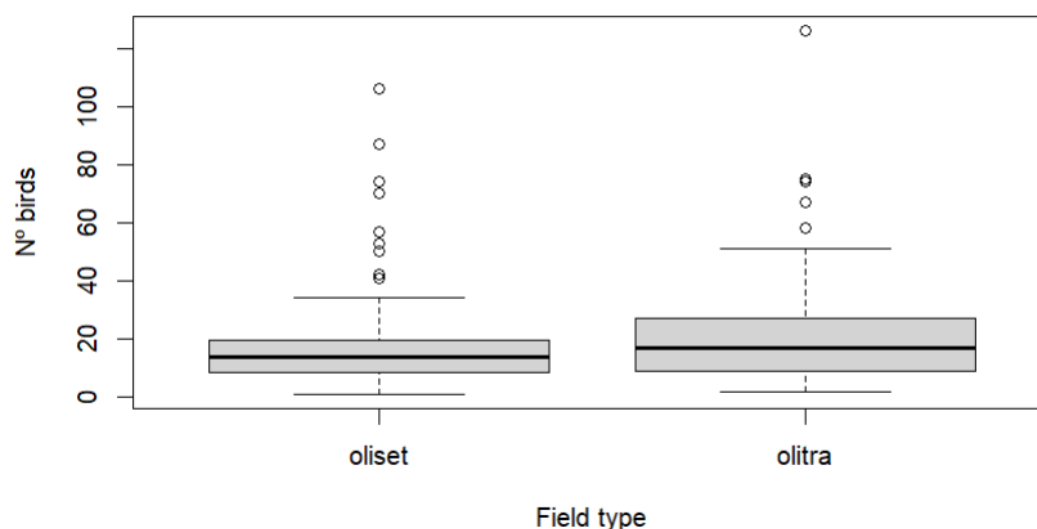


Figura 6. Abundancia de aves de la segunda campaña en los dos tipos de olivar estudiados. Se han eliminado *outliers* para facilitar la visibilidad de las cajas de bigotes.

Al analizar todo el periodo de estudio se observó que se mantenían las diferencias entre los dos tipos de olivar, con valores significativamente mayores en los olivares tradicionales (Tabla 2; Figura 7).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Tabla 2. Resumen de los resultados de los test de Kruskal-Wallis para la abundancia de aves respecto a las variables categóricas, en olivares para todo el periodo de estudio.

Variable categórica	Kruskal-Wallis	Grados de libertad (df)	p-valor
Tipo de olivar	7.2197	1	0.007211
Provincia	6.6013	1	0.01019
Zona	30.516	4	3.842e-06
Campaña	0.0022944	1	0.9618
Periodo	51.038	7	9.032e-09

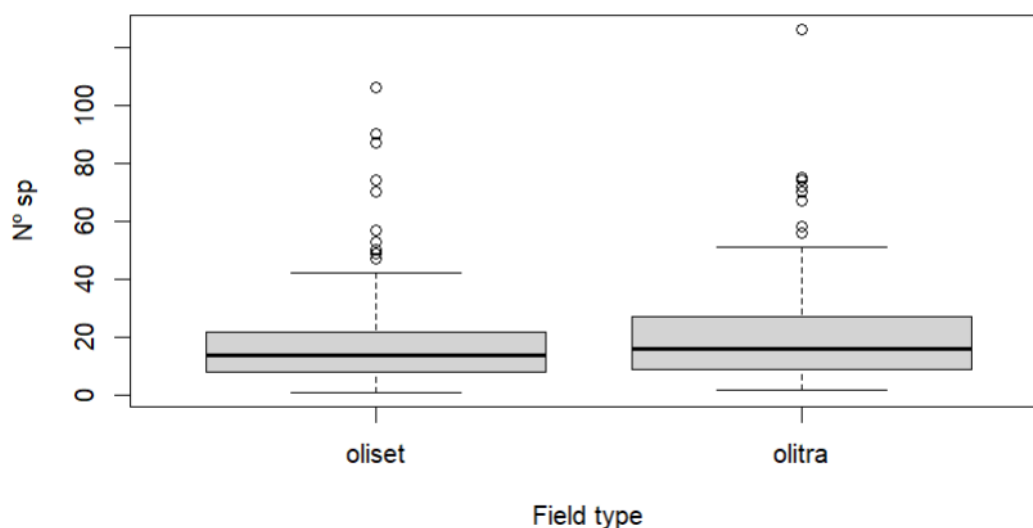


Figura 7. Abundancia de aves según el tipo de olivar. Se han eliminado *outliers* para facilitar la visibilidad de las cajas de bigotes.

Las variables de ubicación mostraron diferencias significativas (Tabla 2). Los olivares de Ciudad Real presentaron las abundancias más altas, sobre todo los situados en Poblete, Villarta de San Juan y Dai-miel (Figura 8). Las abundancias de aves variaron entre periodos (Tabla 2). Las invernadas presentaron las abundancias más altas (Figura 9).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

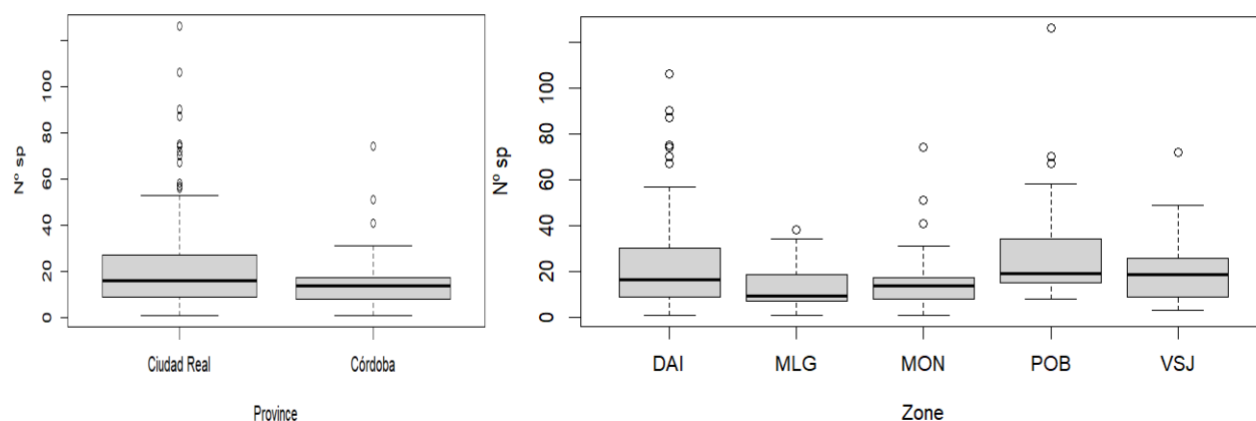


Figura 8. Distribución de la abundancia en relación a la ubicación de los olivares para todo el periodo de estudio. Se han eliminado *outliers* para facilitar la visibilidad de las cajas de bigotes.

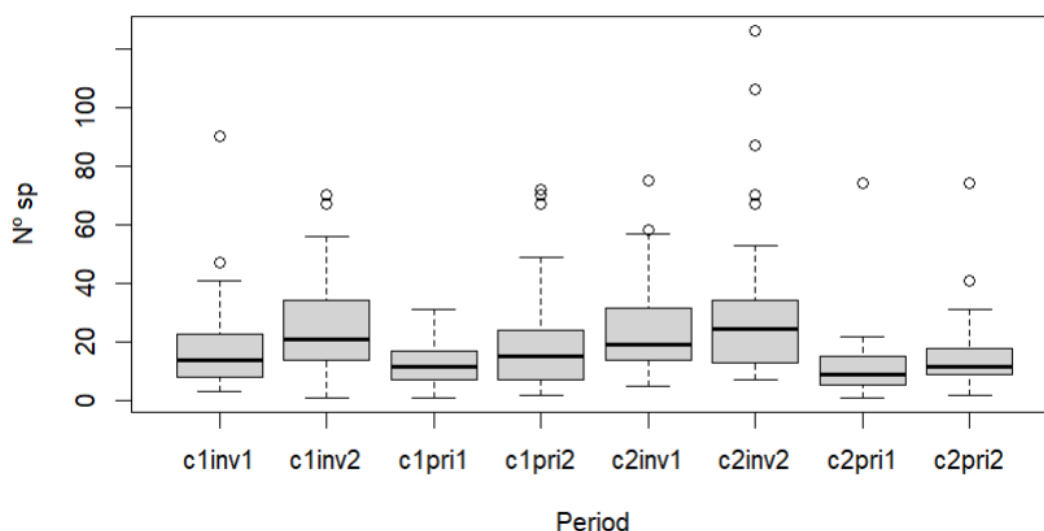


Figura 9. Distribución de la abundancia de aves en los olivares para todos los periodos de estudio. Se han eliminado *outliers* para facilitar la visibilidad de las cajas de bigotes.

Al analizar la abundancia por separado para las dos estaciones y toda el área de estudio no se observaron diferencias significativas entre las cuatro réplicas de invierno (Kruskal-Wallis chi-squared = 6.0617, df = 3, p-value = 0.1086) ni las de primavera (Kruskal-Wallis chi-squared = 7.2263, df = 3, p-value = 0.06503), aunque durante la primavera se roza la significación. Se detectó una mayor abundancia de aves durante el segundo periodo de primavera de la primera campaña (Figura 10), probablemente debido a la presencia de juveniles.

Entre los dos tipos de olivar estudiados, las diferencias son muy significativas durante el invierno (Kruskal-Wallis chi-squared = 6.4976, df = 1, p-value = 0.0108) mientras que no existen durante la primavera (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.9391, df = 1, p-value = 0.1638). El riego de los olivares en

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

seto parece ser un punto de atracción a las aves, lo que podría explicar estas bajas diferencias en las abundancias de los dos tipos de olivar.

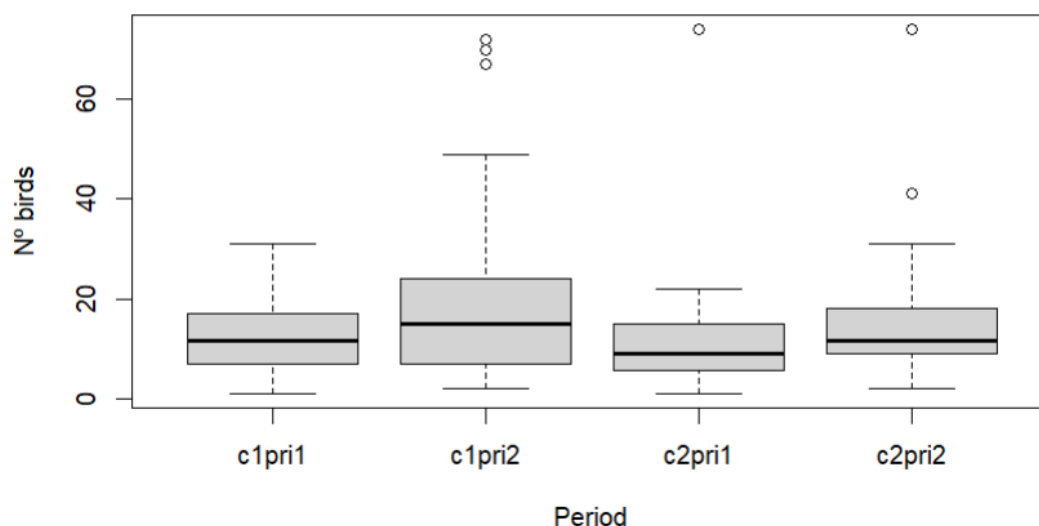


Figura 10. Abundancia de aves en olivares durante los 4 periodos de primavera considerados.

En invierno la abundancia de aves fue considerablemente mayor en los olivares de Ciudad Real que en los olivares muestreados de Córdoba (Kruskal-Wallis chi-squared = 31, df = 1, p-value = 2.58e-08), mientras que en primavera se observó el patrón contrario, aunque sin llegar a la significación estadística (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.5794, df = 1, p-value = 0.0585; Figura 11). Se observó que los olivares de Poblete, Daimiel y Villarta de San Juan presentaron mayor cantidad de aves durante el invierno que el resto de zonas (Kruskal-Wallis chi-squared = 39.78, df = 4, p-value = 4.806e-08; Figura 12). En primavera, Montoro, Poblete y Villarta de San Juan constituyeron las zonas con más abundancia de aves (Kruskal-Wallis chi-squared = 27.355, df = 4, p-value = 1.685e-05; Figura 13).

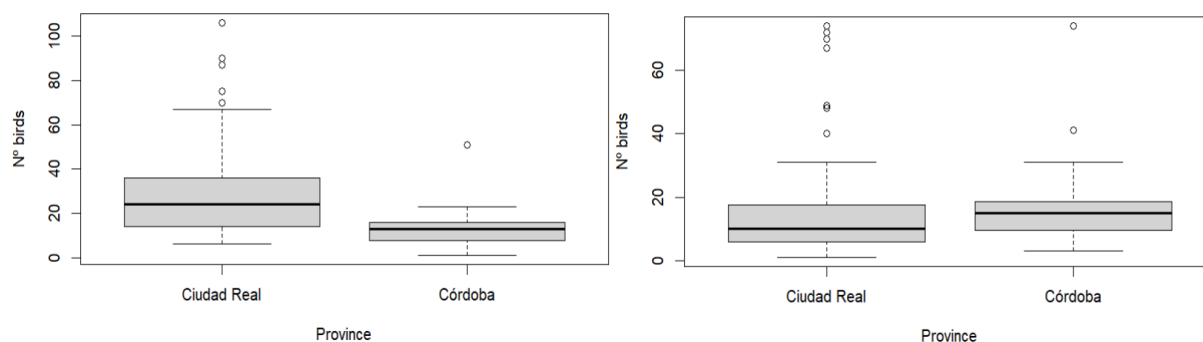


Figura 11. Abundancia de aves en olivares por provincias durante la invernada (izquierda) y la primavera (derecha)

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

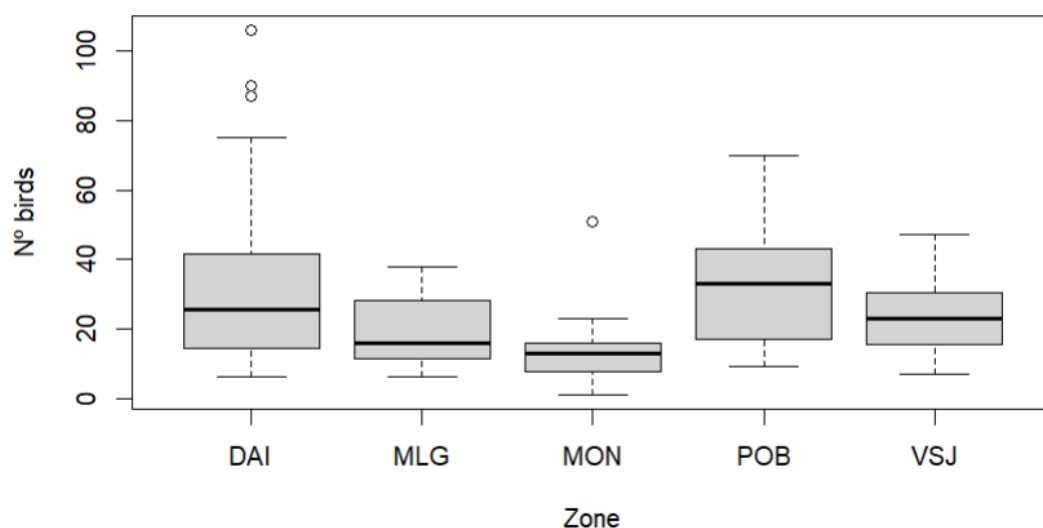


Figura 12. Abundancia de aves en olivares por zonas para las dos invernadas (2021-2022 y 2022-2023).

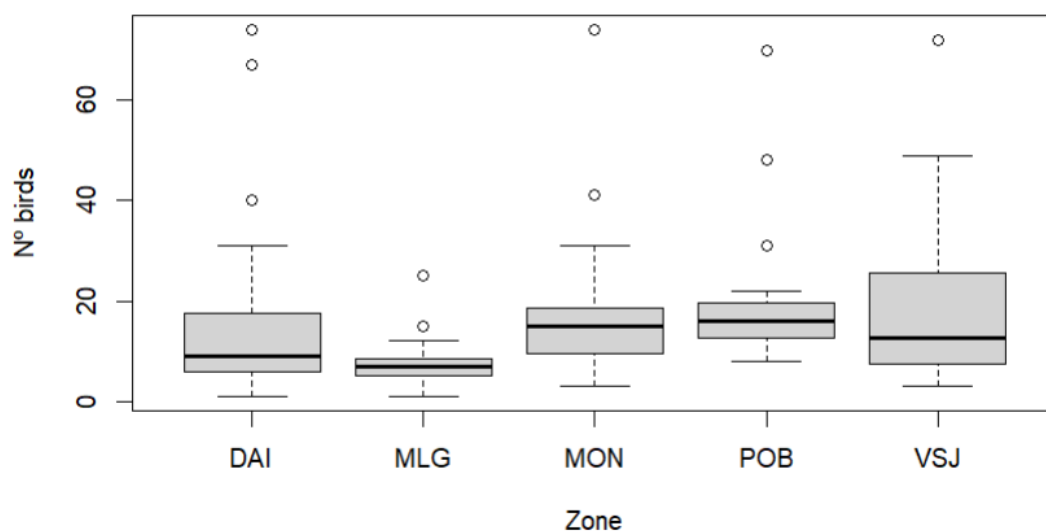


Figura 13. Abundancia de aves en olivares por zonas para las dos primaveras (2022 y 2023).

3.4.- Riqueza de aves

La riqueza de aves de la segunda campaña no presentó diferencias significativas con la primera (Kruskal-Wallis chi-squared = 2.479, df = 1, p-value = 0.1154; Figura 14) y al igual que en ella, fue mayor en los olivares en vaso que en los olivares en seto (Kruskal-Wallis chi-squared = 7.0083, df = 1, p-value = 0.008113; Figura 15).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

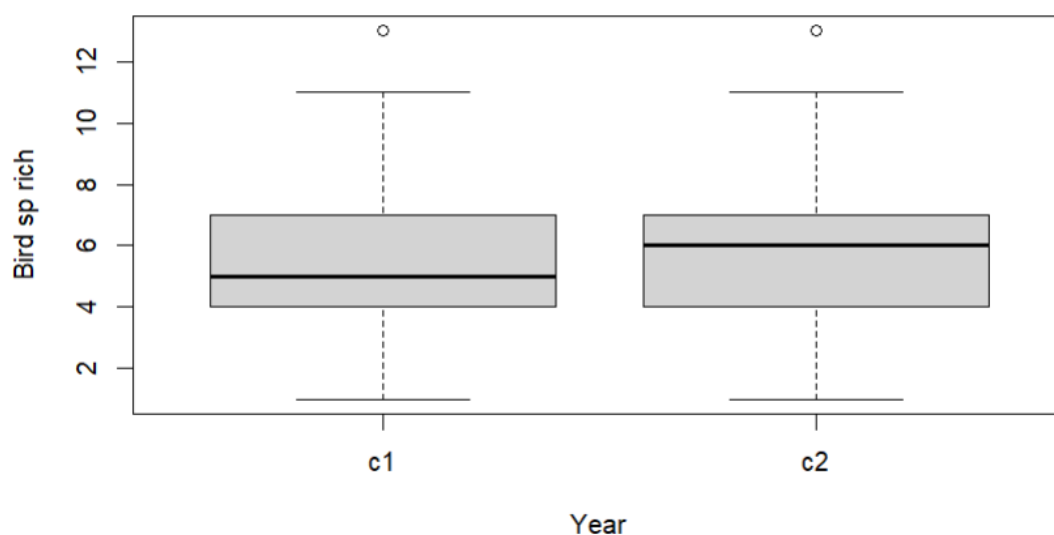


Figura 14. Abundancia de aves en olivares en las dos campañas de muestreo. c1: 2021-2022; c2: 2022-2023.

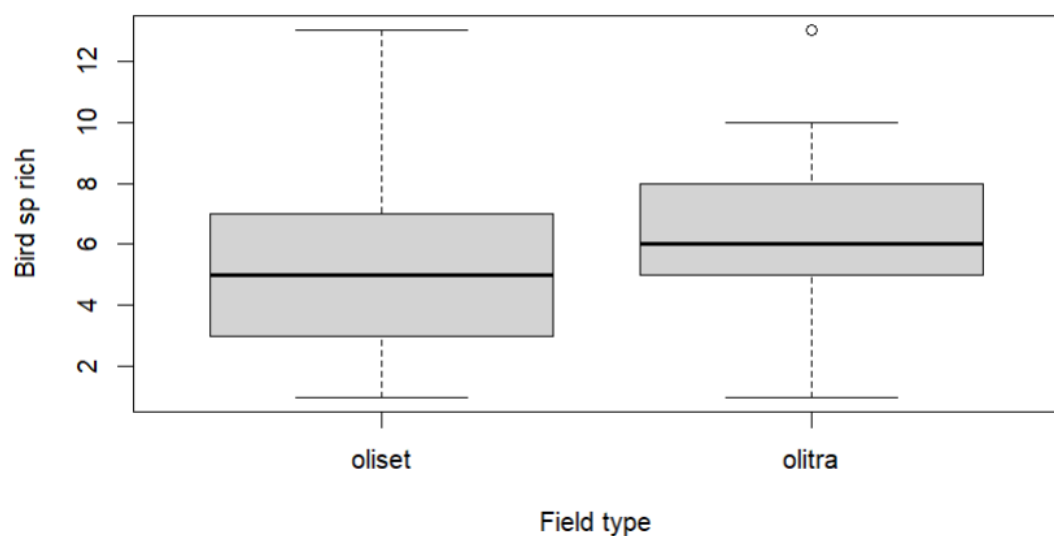


Figura 15. Distribución de la riqueza en olivares de aves durante todo el periodo de estudio. Oliset: olivar en seto; olitra: olivar tradicional en vaso.

Al analizar todo el periodo de estudio de manera conjunta, se observó que la riqueza de aves fue significativamente mayor en los olivares tradicionales que en los intensivos (Kruskal-Wallis chi-squared = 14.938, df = 1, p-value = 0.0001111; Figura 16).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

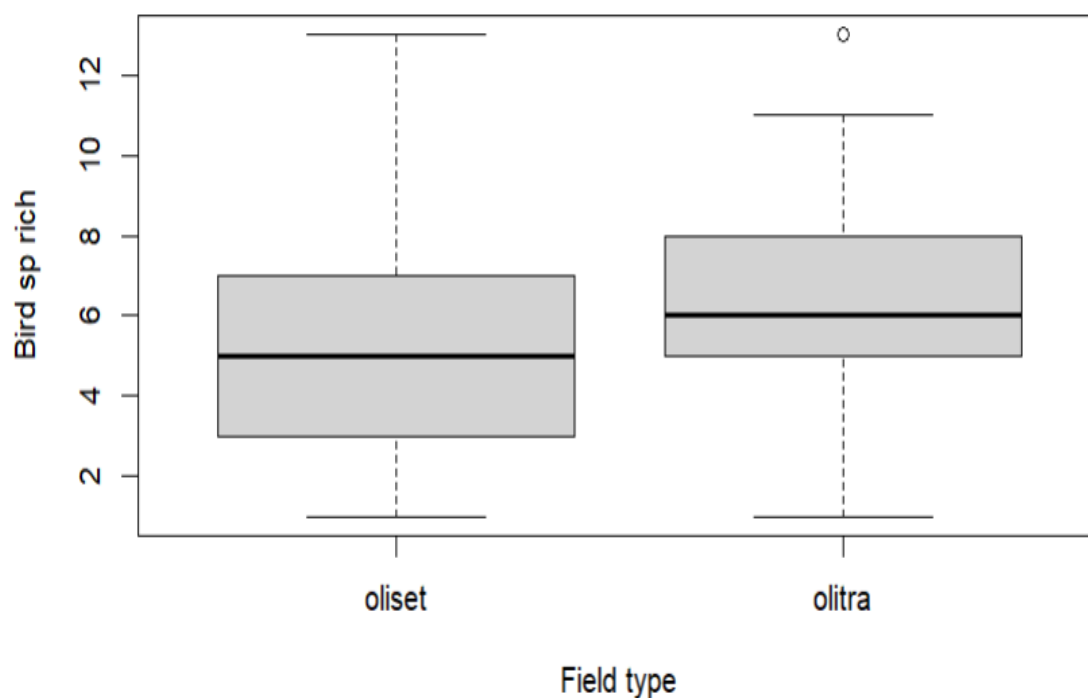


Figura 16. Distribución de la riqueza de aves según el tipo de olivar, para todo el periodo de estudio. Oliset: olivar en seto; olitra: olivar tradicional en vaso.

Se comprobó el efecto de otras variables sobre la riqueza de aves de las dos campañas de muestreo conjuntamente (Tabla 3) y se observaron diferencias significativas únicamente para la zona (Figura 17).

Tabla 3. Resumen de los resultados de los test de Kruskal-Wallis para la abundancia y variables categóricas.

Variable categórica	Kruskal-Wallis	Grados de libertad (df)	p-valor
Zona	30.728	4	3.478e-06
Provincia	2.0845	1	0.1488
Campaña	2.479	1	0.1154
Periodo	6.5939	7	0.4723

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

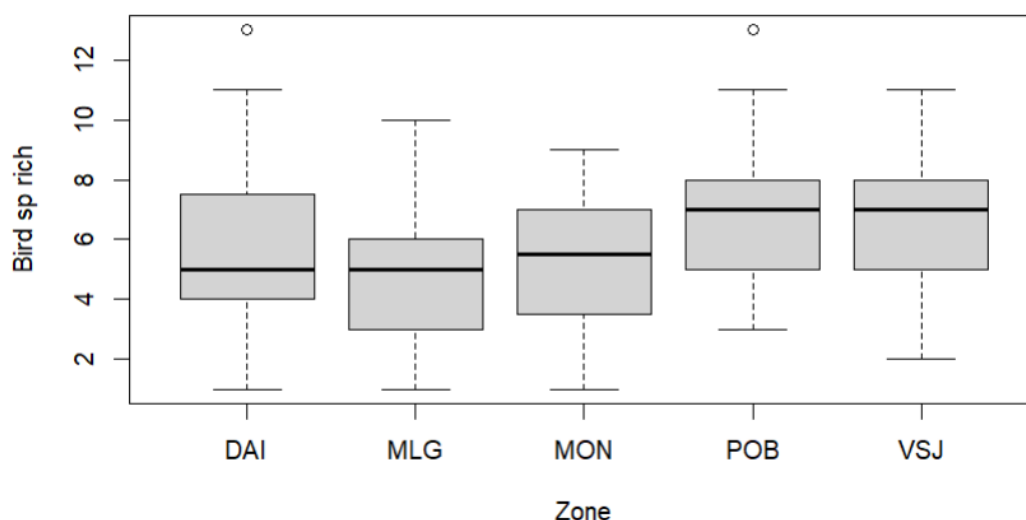


Figura 17. Riqueza de aves en los olivares en las zonas del área de estudio para el conjunto de las dos campañas.

Al analizar la riqueza por separado para las dos estaciones y toda el área de estudio no se observan diferencias significativas entre las cuatro réplicas de invierno (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.5582, df = 3, p-value = 0.3133) ni las de primavera (Kruskal-Wallis chi-squared = 2.6994, df = 3, p-value = 0.4403).

Entre los dos tipos de olivar estudiados, las diferencias son más significativas durante el invierno (Kruskal-Wallis chi-squared = 11.861, df = 1, p-value = 0.0005732) que en primavera (Kruskal-Wallis chi-squared = 4.0829, df = 1, p-value = 0.04332; Figura 18).

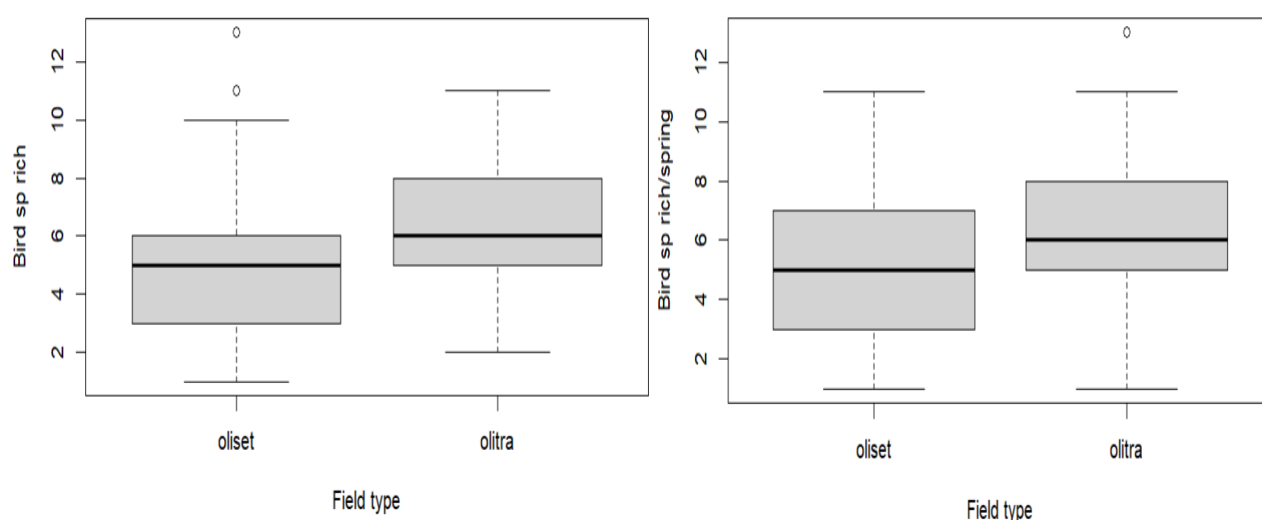


Figura 18. Distribución de la riqueza de aves en los olivares en función del tipo de olivar. Izquierda: invierno; derecha: primavera. Oliset: olivar en seto; olitra: olivar tradicional en vaso.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

En invierno la riqueza de aves es considerablemente mayor en los olivares de Ciudad Real que en los olivares muestreados de Córdoba (Kruskal-Wallis chi-squared = 11.738, df = 1, p-value = 0.0006124), mientras que en primavera no se observan diferencias entre ambas provincias (Kruskal-Wallis chi-squared = 1.6736, df = 1, p-value = 0.1958). En detalle, se observa que los olivares de Villarta de San Juan presentan mayor riqueza de aves durante el invierno que el resto de zonas (Kruskal-Wallis chi-squared = 26.609, df = 4, p-value = 2.385e-05; Figura 19). En primavera, sin embargo, Poblete es la zona con más riqueza de aves (Kruskal-Wallis chi-squared = 28.782, df = 4, p-value = 8.655e-06; Figura 20).

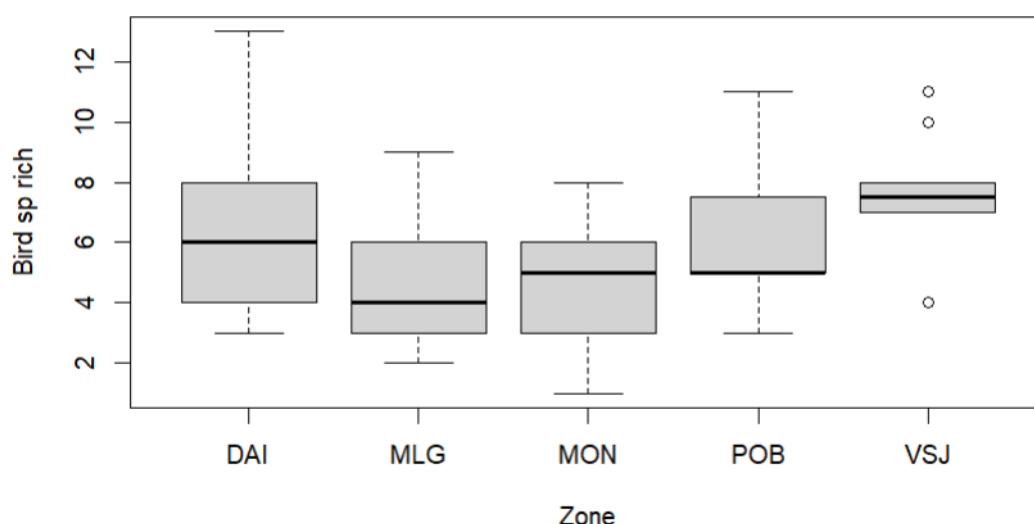


Figura 19. Riqueza de aves en olivares por zonas para las dos invernadas (2021-2022 y 2022-2023).

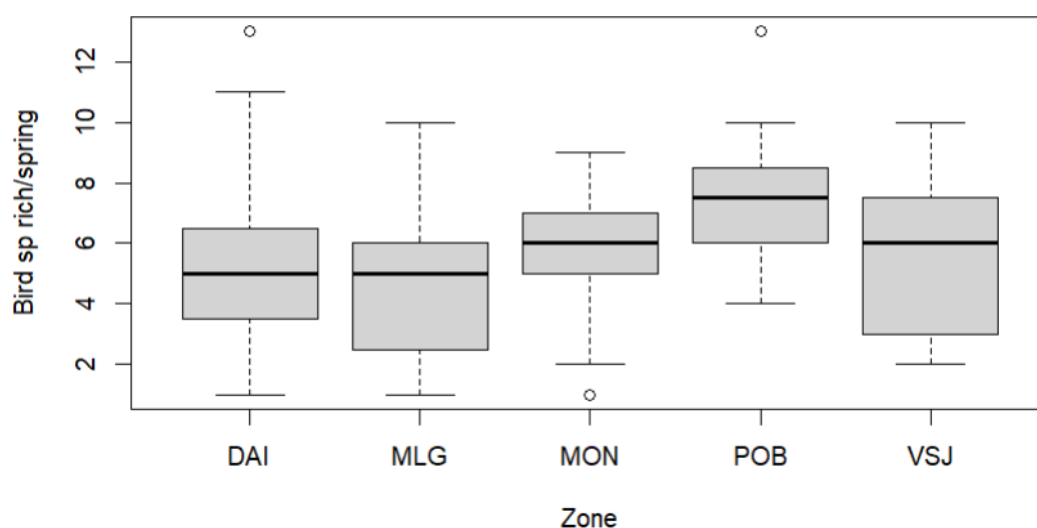


Figura 20. Riqueza de aves en olivares por zonas para las dos primaveras (2022 y 2023).

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

3.5.- Condición corporal de aves

Se realizaron dos campañas primaverales de captura de aves, una en 2022 con ocho jornadas de trabajo en la provincia de Ciudad Real y con un esfuerzo de captura similar entre los olivares en seto y los controles en olivares tradicionales. En 2023 se amplió el esfuerzo de captura con diez localidades muestreadas en Ciudad real y ocho en en la provincia de Córdoba, donde se realizó un esfuerzo de 30 jornadas de captura entre los meses de abril y junio.

En total se capturaron 389 aves de 37 especies distintas. El 69,24% de las capturas se realizaron en los olivares en seto con 20 especies registradas. En los olivares tradicionales se capturaron una mayor diversidad y abundancia de especies con 34 especies de aves y 211 capturas (Tablas 5). Las especies que han acumulado mayor taxa de captura fueron *Parus mayor* (20,05%), *Curruca melanocephala* (13,88%), *Fringilla coelebs* (9,25%), *Chloris chloris* y *Linaria cannabina* con un 8.48% de las capturas, y *Serinus serinus* (6,68%).

Se observó una distribución diferencial de las especies por ambos tipos de olivar. Los mochuelos, herrerillos y curruacas mirlonas prácticamente estaban ausentes en los olivares en seto, mientras que estos presentaban más jilgueros, pardillos, mirlos y curruacas cabecinegras. Esto dificultó la obtención de datos equitativos en los dos tipos de olivar. También se observó que las muestras coprológicas de aves granívoras eran más escasas que las de aves insectívoras, por lo que el número de muestras obtenidas fue muy inferior al de capturas de aves.

Se recogieron un total de 148 muestras coprológicas para valorar su contenido en corticoesterona, el 60,81% en olivares en seto (n=90) y el 39,19% (n=58) en olivares tradicionales (Tablas 4 y 5). Debido a un problema de conservación en la cadena de frío sólo se consideraron óptimas 71. Al seleccionar sólo las especies más representativas en ambos tipos de olivar, el tamaño de la muestra a analizar fue escaso y disperso entre las distintas localidades de muestreo.

Tabla 4. Distribución espacio-temporal de las capturas y muestras coprológicas de aves.

	2022		2023		Total	
	Nº capturas	Nº muestras	Nº capturas	Nº muestras	Nº capturas	Nº muestras
Ciudad Real	39	31	94	71	133	102
Córdoba			256	46	256	46
Total	39		350		389	148

Tabla 5. Distribución de las capturas y muestras de aves por tipo de olivar muestreado.

	Olivar seto		Olivar tradicional		Total	
	Nº capturas	Nº muestras	Nº capturas	Nº muestras	Nº capturas	Nº muestras
Ciudad Real	77	67	56	35	133	102
Córdoba	101	23	155	23	256	46
Total	178	90	211	58	389	148

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Tabla 6. Distribución de las muestras óptimas de las especies más capturadas por clase de olivar. CDR: Castro del Río; MON: Montoro; CIR: Ciudad Real; DAI: Daimiel; FCB: Fernán Caballero; VMC: Villamayor de Calatrava; CCV: Carrión de Calatrava; LCS: Las Casas.

Olivar en seto							
	CDR	MON	CIR	DAI	FCB	VMC	Total
<i>Chloris chloris</i>	2		1		1		4
<i>Curruca melanocephala</i>	5	1	4	2			13
<i>Parus major</i>	1					5	6
<i>Serinus serinus</i>		3					3
Olivar tradicional							
	CDR	MON	CCV	DAI	FCB	LCS	Total
<i>Chloris chloris</i>	4						4
<i>Curruca melanocephala</i>	2						2
<i>Parus major</i>	3				1	2	10
<i>Serinus serinus</i>	7	2	2	1			8

Se analizó la condición corporal a partir de las variables grasa y músculo para las especies más capturadas de forma equitativa en los dos tipos de olivar, el carbonero común y el verderón común. Aunque se observó una tendencia de aves con más músculo en los olivares en seto para las dos especies, no hubo diferencias estadísticas (grasa de *Parus major*: $H[1;72] = 0,1202$; $p = 0,7288$; grasa de *Chloris chloris*: $KW-H[1;30] = 0,214$; $p = 0,6436$). La proporción de grasa fue similar para ambas especies en los dos tipos de olivar (músculo de *Parus major*: $KW-H[1;72] = 2,7677$; $p = 0,0962$; músculo de *Chloris chloris*: $KW-H[1;30] = 0,1868$; $p = 0,6656$).

5.- REFERENCIAS

- Bibby, C.J. 1999. Making the most of birds as environmental indicators. *Ostrich*, 70: 81-88.
- Cayuela, L. y de la Cruz, M. 2022. *Análisis de datos ecológicos en R*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- De Juana, E. y Garcia, E. 2015. *The birds of the Iberian península*. Christopher Helm, London.
- Díaz, M., Asensio, B. y Tellería, J.L. 1996. *Aves ibéricas I: No Paseriformes*. J.M. Reyero Editor, Madrid.
- Duarte, J., Campos, M., Guzmán, J.R., Beaufoy, G., Farfan, M.A., Cotes, B., Benítez, E., Vargas, J.M., y Muñoz-Cobo, J. 2008. Olivar y Biodiversidad. En: *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*: 109-149. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Fowler, J. y Cohen, L. 1999. *Estadística básica en ornitología*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Kaiser, A. 1993. A new multcategory classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64(2): 246-255.
- López-Jiménez, N. (ed). 2021. *Libro Rojo de las aves de España*. SEO/BirdLife.
- Mullarny, K., Svennsson, L., Zetterström, D. y Grant, P.J. 2023. *Guía de aves. La guía más completa de aves de Europa y la región mediterránea*. 3ª edición. Editorial Omega, Barcelona.
- Muñoz-Cobo, J. 1987. *Las comunidades de aves de los olivares de Jaén*. Tesis doctoral, Universidad Complutense. Madrid.
- Muñoz-Cobo, J. y Moreno-Montesino, J. 2003. Uso del agroecosistema olivar por las aves. (II) Variables estructurales en la estación otoño-invernal. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*, 29: 171-183.
- Muñoz-Cobo, J. y Purroy, F.J. 1980. Wintering bird communities in olive tree plantations of Spain. *Proceedings of VI International Conference on Bird Census Work*, Gottingen, pp. 185-199.
- Muñoz-Cobo, J., Moreno Montesino, J., Romero, C. y Ruiz, M., 2001. Análisis cualitativo y cuantitativo de las comunidades de aves en cuatro tipos de olivares de Jaén. (II) Comunidades Otoñales e Invernantes. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas*, 27(2): 127-141.
- Navarro, A. y Bao, J. V.L. 2018. Towards a greener Common Agricultural Policy. *Nature Ecology & Evolution*, 2: 1830-1833.
- Pinilla, J. (Coord.) 2000. *Manual para el anillamiento científico de aves*. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid.
- Rey, P.J., Manzaneda, A.J., Valera, F., Alcántara, J.M., Tarifa, R., Isla, J., Molina-Prado, J.L., Calvo, G., Salido, T., Gutiérrez, J.E. y Ruiz, C. 2019. Landscape-moderated biodiversity effects of ground herb cover in olive groves: Implications for regional biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 277: 61-73.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares

Rodríguez, J. 2022. *Análisis de datos ecológicos y ambientales, Aplicaciones con el programa R*. Díaz de Santos, Madrid.

Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1995. *Biometry*. 3ª edición. H.W. Freeman. San Francisco.

Sutherland, W.J. (ed.) 2006. *Ecological census techniques: A handbook*. 2ª ed. Cambridge University Press, Cambridge.

Tellería, J. L., Asensio, B. y Díaz, M. 1999. *Aves ibéricas I: Paseriformes*. J.M. Reyero Editor, Madrid.

Traba, J. y Morales, M.B. 2019. The decline of farmland birds in Spain is strongly associated to the loss of fallowland. *Scientific Reports*, 9: 9473(2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45854-0>

Traba, J., Sastre, P. y Morales, M.B. 2013. Factors determining species richness and composition of steppe bird communities in Peninsular Spain: grass-steppe vs. shrub-steppe bird species. En: Morales, M.B. y Traba, J. (Eds.). *Steppe Ecosystems. Biological Diversity, Management and Restoration*, pp. 47–72. NOVA Publishers.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjunto del seguimiento en olivares
