



Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Informe parcial correspondiente al apartado 3.1.1.3 del encargo «Actuaciones para compatibilizar la gestión agraria con la conservación de la biodiversidad»

Octubre 2023

Expediente: 21BDES005

Índice

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- METODOLOGÍA.....	5
2.1.- Área de estudio y diseño experimental.....	5
2.2.- Obtención de datos.....	6
2.4.- 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.....	14
3.5.- Artrópodos.....	16
4.- REFERENCIAS.....	19

1.- INTRODUCCIÓN

Un barbecho es un terreno de labor que no se siembra durante uno o dos años para que la tierra descanse o se regenere (RAE, 2001). El barbecho es una práctica habitual en la agricultura extensiva y forma parte de los sistemas de rotación de cultivos, aportando beneficios como la fertilización y el control de especies competidoras (Giralt *et al.*, 2018).

En relación a la duración del barbecho, se diferencian los barbechos cortos, que se producen en cultivos anuales y se aplican durante 3-5 meses, y los barbechos largos, de mayor duración. En el primer caso, estas superficies producen importantes disfuncionalidades ecológicas al coincidir el laboreo con el periodo reproductor de muchas aves, el ciclo biológico de los insectos o el periodo de floración ya que se elimina drásticamente el hábitat refugio y trófico de las especies que lo ocupan durante el laboreo de primavera.

Por otro lado, los barbechos de larga duración son los que tradicionalmente forman parte de los sistemas de rotación de cultivos. La rotación llamada año y vez alterna el cultivo y el barbecho cada año, por lo que el barbecho se mantiene durante un año continuo. En las rotaciones al tercio el barbecho dura dos años y al tercero se cultiva. Estos modelos de gestión se han demostrado fundamentales para mantener la biodiversidad en los medios agrarios ibéricos, siempre que no se realicen labores durante la época reproductora, entre marzo-abril y julio-agosto, según la latitud.

En relación a la actividad agrícola, el manejo de la agricultura extensiva tradicionalmente ha permitido la permanencia de cubiertas vegetales. Estos barbechos con vegetación juegan un papel clave en la conservación de la biodiversidad porque aportan heterogeneidad y variedad de recursos a distintos grupos taxonómicos (Sotherton, 1998; Moreira, 1999; Benton *et al.*, 2003; Buskirk y Willi, 2004; Vickery *et al.*, 2004; Morales *et al.*, 2008; Berthet *et al.*, 2012). Para algunas especies de flora y fauna, la presencia de barbechos es simplemente un recurso más en el paisaje agrícola, pero para otras es absolutamente indispensable disponer de un buen número de parcelas en barbecho. Las aves esteparias son, en su mayoría, uno de estos grupos para los que los barbechos son positivamente seleccionados y en definitiva indispensables para asegurar la viabilidad y supervivencia de sus poblaciones (Moreira, 1999; McMahon *et al.*, 2010; Morales *et al.*, 2013; Martín *et al.*, 2014).

Los barbechos con cubiertas proporcionan algunos recursos a las aves esteparias que no pueden aportar otros sustratos (Arribas, 2014; Giralt *et al.*, 2018):

- Una estructura de la vegetación heterogénea con cierta proporción de suelo desnudo, fundamental durante la época reproductora;
- Una fuente de alimento importante para toda la avifauna presente;
- Un espacio tranquilo, en el que la menor actividad agrícola causa menos molestias a las aves, esencial durante la época reproductora.

Sin embargo, en la actualidad la gestión mayoritaria de estas superficies es intensiva y se realiza laboreo durante todo el periodo que dura el barbecho, generalmente consistente en una pasada con el arado profundo o vertedera, seguida de varios pases de cultivador para evitar el desarrollo herbáceo. Este laboreo intensivo conduce al denominado barbecho blanco, desnudo o labrado, donde toda la vegetación es eliminada. El suelo se mantiene desnudo y presenta altas tasas de erosión, efecto que se ve

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

incrementado con la pendiente. La degradación y pérdida de suelo reducen la capacidad productiva de las tierras agrícolas, además, el laboreo continuado reduce la incorporación de materia orgánica y aumenta las emisiones de CO₂ (Giralt *et al.*, 2018).

Otro efecto negativo de la intensificación agrícola es el descenso de algunas especies arvenses, como *Centaurea cyanus*, *Roemeria hybrida*, *Hypochaeris procumvens* o *Agrostemma githago*, algunas de ellas actualmente amenazadas. Por el contrario, especies más generalistas se ven favorecidas y muchas de ellas, sobre todo gramíneas, son polinizadas por el viento, lo que afecta a los insectos polinizadores (Sans *et al.*, 2013).

Además de la importancia de los barbechos durante la primavera-verano, los barbechos (o en su defecto los rastros) juegan también un rol fundamental para aumentar la supervivencia de las aves y de otras especies durante el invierno. Durante este periodo, el paisaje agrícola de secano se encuentra aún más simplificado que en primavera, debido a las labores de cosecha y siembra, además del estado de latencia propio de la vegetación durante la estación fría. Por ello, resulta crucial mantener medidas agrarias que aporten heterogeneidad al paisaje y proporcionen alimento. La gestión de los barbechos es clave en este sistema, diferenciándose los barbechos intensivos, con abuso de laboreo, de aquellos que permiten el desarrollo de cubierta vegetal, la cual aporta heterogeneidad, refugio y alimento a la fauna silvestre. Por otro lado, hay que señalar que la península ibérica recibe un notable contingente de poblaciones de aves europeas durante el invierno, por lo que se considera interesante valorar la gestión de los barbechos también durante esta estación para la preservación de la biodiversidad.

Considerando los aspectos anteriores, en el presente ensayo se plantea la evaluación del manejo de la cubierta vegetal del barbecho a lo largo del ciclo anual y en relación a parámetros poblacionales de aves y artrópodos. En particular nuestra hipótesis es que los barbechos herbáceos albergan valores más altos de riqueza de especies, abundancia relativa y densidad de aves y artrópodos que los barbechos labrados.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Conocer la abundancia relativa de especies de fauna silvestre, aves y artrópodos.
- Determinar patrones espaciales y temporales del uso de la fauna de las tierras de labor.
- Evaluar la gestión de los barbechos para aumentar la biodiversidad.

2.- METODOLOGÍA

2.1.- Área de estudio y diseño experimental

El ensayo se realizó en la meseta Sur, una de las áreas agrícolas de secano más importantes de España. Su clima es mediterráneo continental, presenta veranos secos y muy cálidos e inviernos fríos con heladas; las precipitaciones son escasas e irregulares.

Se seleccionaron varias zonas de trabajo, repartidas en paisajes agrícolas de la meseta sur (Figura 1), y en cada una se escogieron al menos tres pares experimentales de parcelas, de forma que cada par estaba constituido por: a) parcela tratamiento, correspondiente a un barbecho herbáceo o verde, que mantiene vegetación espontánea; y b) parcela control, correspondiente a un barbecho desnudo, blanco o labrado, carente de cobertura vegetal o con una inferior al 25%.

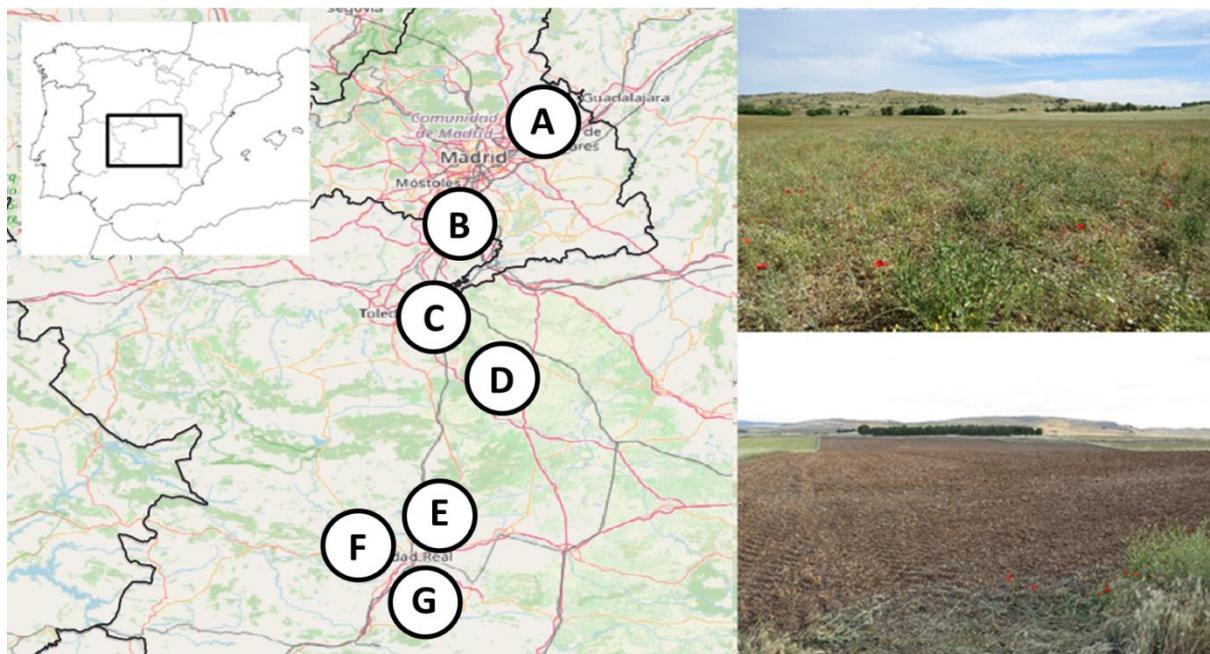


Figura 1. Área de estudio (izquierda): las zonas de trabajo están marcadas con letras. Fisionomía de los barbechos (derecha): arriba, barbecho herbáceo (parcela tratamiento); abajo, barbecho labrado (parcela control).

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.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

La evaluación de la biodiversidad de las parcelas se realizó mediante el seguimiento de dos grupos de bioindicadores, las aves y los artrópodos. Las aves son el grupo animal mejor conocido, presentan buena detectabilidad y su muestreo está muy estudiado, además son sensibles a los cambios ambientales (Díaz *et al.*, 1996; Bibby, 1999; Tellería *et al.*, 1999; Mullarny *et al.*, 2023; De Juana y García, 2015). En particular, las aves que habitan medios agrícolas están sufriendo un declive generalizado como consecuencia de la intensificación agrícola, hasta el punto de que se consideran las aves más amenazadas a nivel europeo (De Juana *et al.*, 1988; De Juana, 2004; Stoate *et al.*, 2009; Guerrero *et al.*, 2010; José-María, *et al.*, 2010; Carricondo *et al.*, 2012; Guerrero, 2013; Morales *et al.*, 2013; Guerrero *et al.*, 2014; Palacín y Alonso, 2018; Palacín, 2019; Tarjuelo *et al.*, 2019; Traba y Morales, 2019; López-Jiménez, 2021). Los artrópodos son un grupo faunístico muy sensible a la calidad ambiental y hay un interés creciente en este grupo a causa de la alarma generada por su acusado descenso poblacional a nivel global. Estos invertebrados están sufriendo un declive que dobla en magnitud al que sufren los vertebrados (Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019).

2.2.- Obtención de datos

El seguimiento de los grupos faunísticos se llevó a cabo durante dos temporadas, 2021-2022 y 2022-2023, en los periodos de invierno y primavera. Se realizaron dos muestreos de cada parcela en cada periodo, siempre que se mantuviera el manejo de la parcela; cuando no fue así se buscaron parcelas nuevas en cada zona de trabajo. Las aves se muestrearon en ambos periodos, los artrópodos solo en primavera.

En cada parcela se trazó 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) (Tellería, 1986; Bibby *et al.*, 1992; Tellería, 2004).

En primavera cada transecto se recorrió a la inversa tras el muestreo de aves para realizar el monitoreo de los artrópodos. Para estimar la riqueza y biomasa de artrópodos, se utilizaron dos técnicas diferentes:

- Mangueo con red entomológica en 5 puntos equidistantes a lo largo del transecto, con un esfuerzo de muestreo de 30 segundos por parada, donde se bate sobre la vegetación para coleccionar los artrópodos presentes (Pocco *et al.*, 2010; Moreno-Opo *et al.*, 2021). Todos los insectos recogidos en cada punto de mangueo se recogieron en un mismo bote para tener una muestra de mangueo por transecto.
- Muestreo del suelo mediante el lanzamiento de un marco cuadrado de 40x40 cm y recolección de los artrópodos que quedan englobados por la proyección del marco, tanto en el suelo como en la vegetación. El lanzamiento del marco se realizó desde cinco puntos equidistantes y alternos con los del mangueo, a lo largo del transecto (Ausden y Drake, 2006; Gardiner y Hill, 2006; Moreno-Opo *et al.*, 2021; Tabla 1). Todos los insectos recogidos en cada punto de suelo se recogieron en un mismo bote para tener una muestra de suelo por transecto.

Los artrópodos colectados se sacrificaron inmediatamente en una cámara letal con acetato de etilo. Para que las condiciones al obtener la biomasa fueran comparables, a las 12 h. se transfirieron a una

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

caja de cartón con sílica-gel y entre 10 y 15 días después se pesaron (Luna, 2005). A continuación, se cuantificaron por grupos taxonómicos, principalmente órdenes (Barrientos, 1988; Chinery, 1997).

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.

2.4.- 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, y como el número de grupos de artrópodos.
- **Abundancia (A):** para ambos grupos faunísticos, se calculó la **abundancia relativa** como la proporción de observaciones de un taxón respecto a todo el grupo muestreado.

Se realizó estadística descriptiva y se elaboraron gráficos exploratorios para valorar la tendencia de los datos obtenidos en las dos campañas de muestreo, en relación a la variable estudiada (tipo de parcela) y las covariables zona y período (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 conjuntos de barbechos

3.- RESULTADOS

3.1.- Inventario de aves

En las dos campañas de muestreo de los barbechos se registraron 19.801 individuos pertenecientes a 88 especies de aves, 20 de las cuales se incluyen en el grupo de las esteparias (Tabla 1). Siete de las especies inventariadas se encuentran catalogadas, el águila imperial (*Aquila adalberti*) y el milano real (*Milvus milvus*) en peligro de extinción, y las cinco restantes como vulnerables: el buitre negro (*Aegypius monachus*), el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), las dos gangas (*Pterocles alchata* y *P. orientalis*) y el sisón (*Tetrax tetrax*).

Tabla 1. Especies inventariadas en todo el trabajo de campo realizado en barbechos. 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.

Espece	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Aegypius monachus</i>	Buitre negro	VU	Anejo I	VU	
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común			NE	
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja			DD	
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón			NE	LC
<i>Anthus pratensis</i>	Bisbita pratense	Listado		NE	
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	Listado		NE	
<i>Aquila adalberti</i>	Águila imperial ibérica	EN	Anejo I	EN	
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	Listado	Anejo I	NT	
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	Listado		NE	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	Listado		NE	LC
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	Listado	Anejo I	NT	
<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	Listado		NE	
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Terrera común	Listado	Anejo I	VU	
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero europeo			NE	
<i>Carduelis spinus</i>	Jilguero lúgano				NT
<i>Cecropis daurica</i>	Golondrina dáurica	Listado		NE	
<i>Cettia cetti</i>	Cetia ruiseñor			NE	
<i>Chlidonias hybridus</i>	Fumarel cariblanco	Listado	Anejo I	VU	
<i>Chloris chloris</i>	Verderón común			NE	
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	Listado	Anejo I	NE	
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera europea	Listado	Anejo I	LC	
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero occidental		Anejo I		
<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho pálido	Listado	Anejo I	NE	
<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho cenizo	VU	Anejo I	VU	
<i>Cisticola juncidis</i>	Cistícola buitrón			NE	
<i>Clamator glandarius</i>	Críalo europeo	Listado		NE	

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Especie	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Coloelus monedula</i>	Grajilla occidental				
<i>Columba livia</i>	Paloma bravía			NE	
<i>Columba oenas</i>	Paloma zurita			DD	
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz			NE	
<i>Coracias garrulus</i>	Carraca europea	Listado	Anejo I	VU	
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande			NE	
<i>Corvus corone</i>	Corneja negra			NE	
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común			DD	
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común	Listado		NE	
<i>Delichon urbicum</i>	Avión común occidental	Listado		NE	
<i>Emberiza calandra</i>	Escribano triguero			NE	
<i>Falco naumanni</i>	Cernícalo primilla	Listado	Anejo I	VU	
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	Listado		NE	
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	Listado		NE	
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	Listado		NE	
<i>Galerida theklae</i>	Cogujada montesina	Listado	Anejo I	NE	
<i>Glareola pratincola</i>	Canastera común	Listado		VU	
<i>Grus grus</i>	Grulla común	Listado	Anejo I	RE	LC
<i>Gyps fulvus</i>	Buitre leonado	Listado	Anejo I	NE	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Listado		NE	
<i>Lanius meridionalis</i>	Alcaudón real	Listado		NT	
<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común	Listado		NT	
<i>Larus fuscus</i>	Gaviota sombría			LC	LC
<i>Linaria cannabina</i>	Pardillo común				
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	Listado		NE	
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria común	Listado	Anejo I	NE	
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	Listado		NE	
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	Listado	Anejo I	NT	
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	EN	Anejo I	EN	
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	Listado		NE	
<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera	Listado		NE	
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris	Listado		NE	
<i>Otis tarda</i>	Avutarda euroasiática	Listado	Anejo I	VU	
<i>Parus major</i>	Carbonero común	Listado		NE	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común			NE	
<i>Passer hispaniolensis</i>	Gorrión moruno			NE	
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero			NE	
<i>Petronia petronia</i>	Gorrión chillón	Listado		NE	
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	Listado		NE	
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Mosquitero papialbo	Listado		NE	

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Especie	Nombre vernáculo	LESRPE	Directiva Aves	LR. W-P	LR. Nid
<i>Phylloscopus collybita</i>	Mosquitero común	Listado		NE	
<i>Pica pica</i>	Urraca común			NE	
<i>Picus sharpei</i>	Pito real ibérico	Listado		NE	
<i>Pluvialis apricaria</i>	Chorlito dorado europeo	Listado	Anejo I	NE	LC
<i>Pterocles alchata</i>	Ganga ibérica	VU	Anejo I	VU	
<i>Pterocles orientalis</i>	Ganga ortega	VU	Anejo I	VU	
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	Chova piquirroja	Listado	Anejo I	NT	
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	Listado		NE	
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarabilla norteña	Listado		NE	
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarabilla europea	Listado		NE	
<i>Serinus serinus</i>	Serín verdicillo			NE	
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca				
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea			VU	
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro			NE	
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto			NE	
<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca cabecinegra	Listado		NE	
<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común	EN	Anejo I	VU	
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común			NE	
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común			NE	
<i>Upupa epops</i>	Abubilla común	Listado		NE	
<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea			LC	LC

3.2.- Estadística descriptiva de las variables continuas

Ninguna de las variables continuas presentó normalidad. Al analizar si existían correlaciones entre ellas (Figura 2), se observó que ninguna de las variables de vegetación se correlacionaba con las variables de abundancia ni riqueza de aves, lo cual es esperable para la mayoría de variables dado que se seleccionaron tierras de labor que no presentaran coberturas de árboles ni matorrales. La ausencia de correlación de las variables de herbáceas, altura, cobertura y riqueza, puede deberse a que se analizó toda la comunidad de aves, por lo que deberían realizarse estudios posteriores omitiendo aves en paso, grandes rapaces y aves propias de otros medios, como las acuáticas. También se puede valorar analizar únicamente los avistamientos cercanos (aves dentro de la banda de 50 m) o que hagan uso de la parcela, como las aves posadas, alimentándose o en actitud de cortejo.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

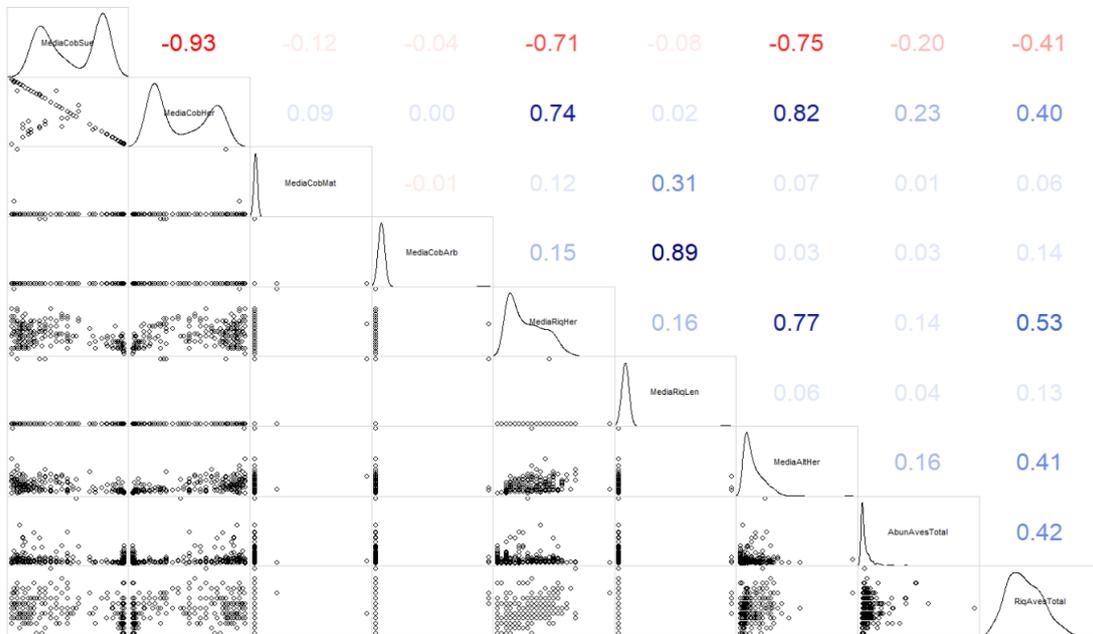


Figura 2. Correlaciones entre variables continuas. En rojo se muestran las negativas y en azul las positivas.

3.3.- Abundancia de aves

La segunda campaña de muestreo no se diferenció de la primera en la abundancia de aves (Kruskal-Wallis chi-squared = 0.13836, df = 1, p-value = 0.7099; Figura 3) y al igual que ocurrió en la primera, los barbechos con cubiertas presentaron una abundancia de aves considerablemente mayor que los barbechos labrados (Kruskal-Wallis chi-squared = 16.437, df = 1, p-value = 5.029e-05; Figura 4).

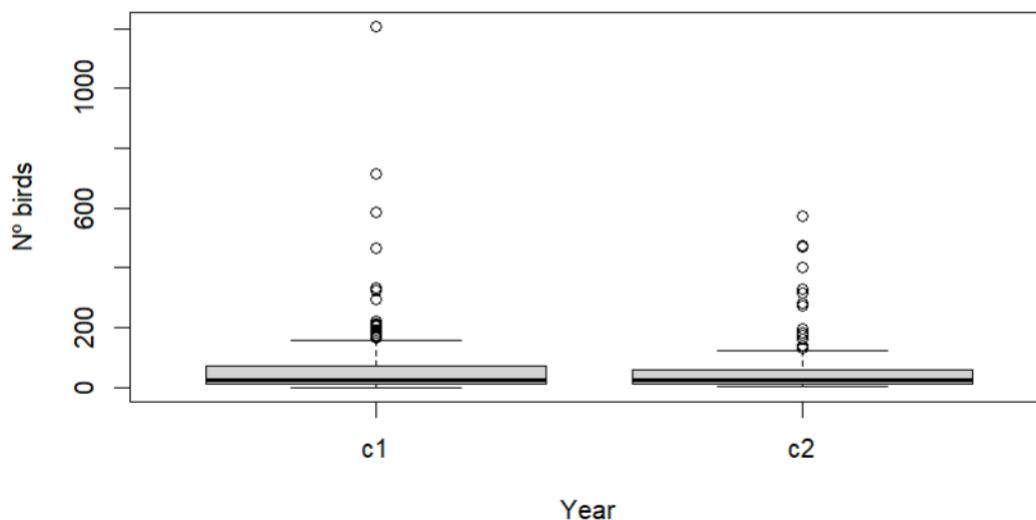


Figura 3. Distribución de la abundancia total de aves en las dos campañas de muestreo de barbechos. c1: 2021-2022; c2: 2022-2023.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

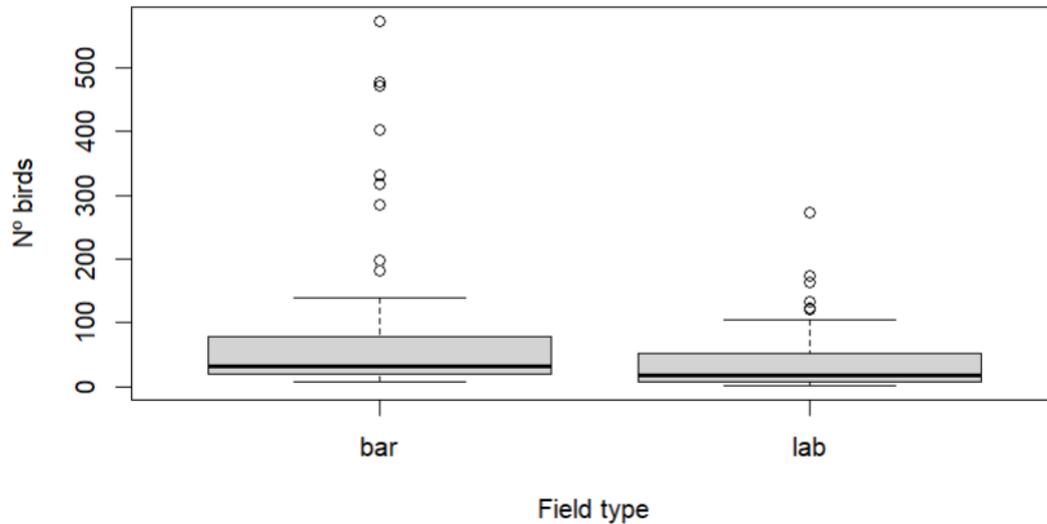


Figura 4. Abundancia total de aves de la segunda campaña en los dos tipos de barbecho estudiados. Bar: barbecho con cubiertas herbáceas; lab: barbecho blanco.

Para el conjunto de las dos campañas, se observaron diferencias entre periodos de muestreo (Kruskal-Wallis chi-squared = 48.222, df = 7, p-value = 3.221e-08) con los mayores valores en invierno, principalmente debido a la presencia de bandos numerosos de fringílidos y palomas. Se repitieron los análisis tras omitir los bandos más numerosos (por encima de 500 ejemplares) y se mantuvo la significación (Kruskal-Wallis chi-squared = 41.985, df = 7, p-value = 5.236e-07; Figura 5).

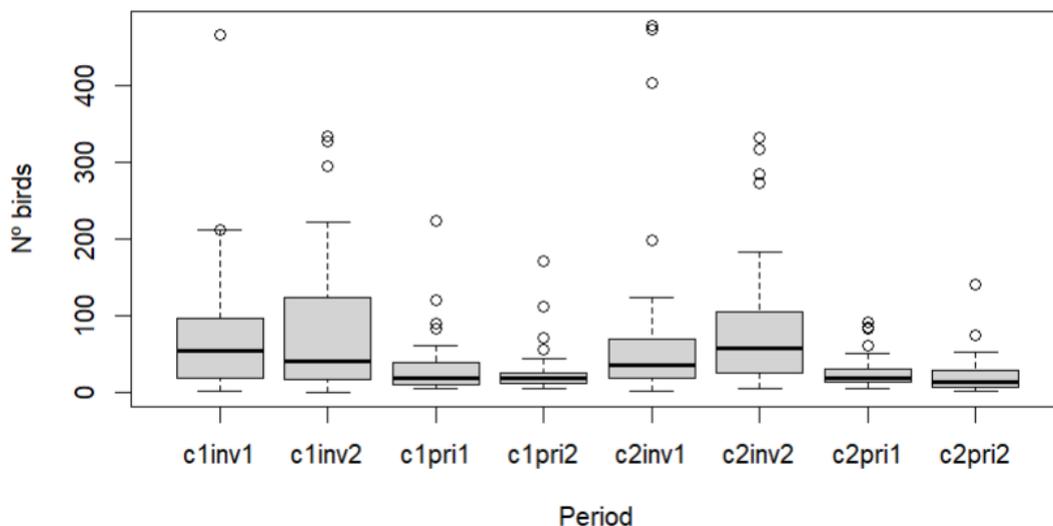


Figura 5. Distribución de la abundancia de aves en todos los periodos de estudio de barbechos. Se han omitido valores superiores a 500 individuos.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Aunque no se detectaron diferencias entre provincias (Kruskal-Wallis chi-squared = 4.4545, df = 2, p-value = 0.1078), sí se observaron entre zonas (Kruskal-Wallis chi-squared = 12.842, df = 7, p-value = 0.07605; Figura 6), debido a la presencia de un bando numeroso de palomas en Aranjuez. Al analizar registros con abundancia inferior a 500 no se encontraron diferencias entre las zonas (Kruskal-Wallis chi-squared = 11.07, df = 7, p-value = 0.1356). Habría que valorar considerar estos bandos numerosos como *outliers* y eliminarlos de análisis posteriores.

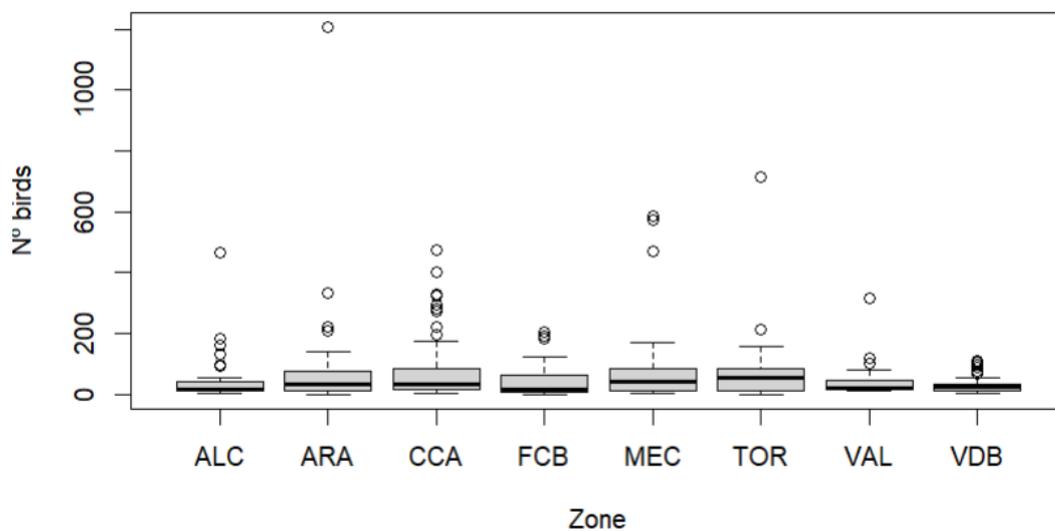


Figura 6. Abundancia total de aves por zonas para las dos temporadas (2021-2022 y 2022-2023) de muestreo de barbechos.

Al analizar por separado las épocas de invernada y de nidificación, se obtuvo que durante el periodo reproductor las diferencias entre tipo de parcela fueron mayores (Kruskal-Wallis chi-squared = 30.419, df = 1, p-value = 3.482e-08) que durante la invernada (Kruskal-Wallis chi-squared = 7.7792, df = 1, p-value = 0.005285) aunque los valores medios fueron superiores durante el invierno (Figura 7).

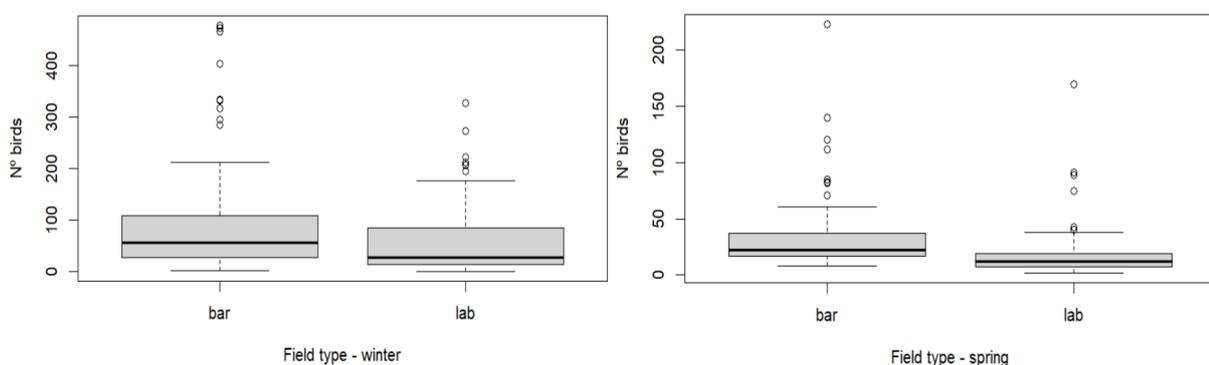


Figura 7. Distribución de la abundancia de aves en función del tipo de barbecho. Izquierda: invierno; derecha: primavera. Bar: barbecho con cubiertas herbáceas; lab: barbecho blanco.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

3.4.- Riqueza de aves

La segunda campaña de muestreo no presentó diferencias significativas con la primera respecto a la riqueza de aves (Figura 8; Kruskal-Wallis chi-squared = 0.78399, df = 1, p-value = 0.3759). En la segunda temporada los barbechos con cubiertas vegetales también presentaron mayor diversidad de aves que los barbechos labrados o blancos (Figura 9; Kruskal-Wallis chi-squared = 29.706, df = 1, p-value = 5.029e-08).

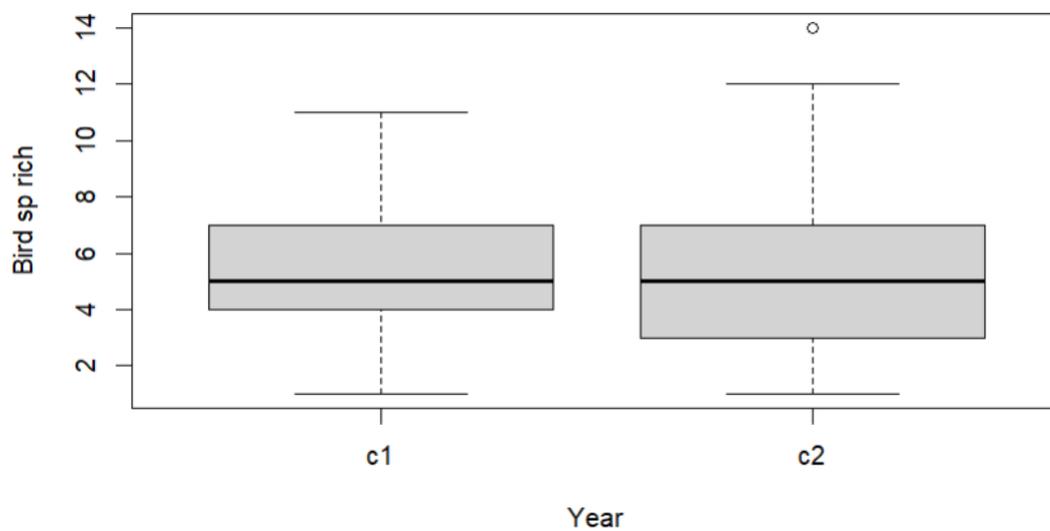


Figura 8. Distribución de la riqueza de aves en las dos campañas de muestreo de barbechos. c1: 2021-2022; c2: 2022-2023.

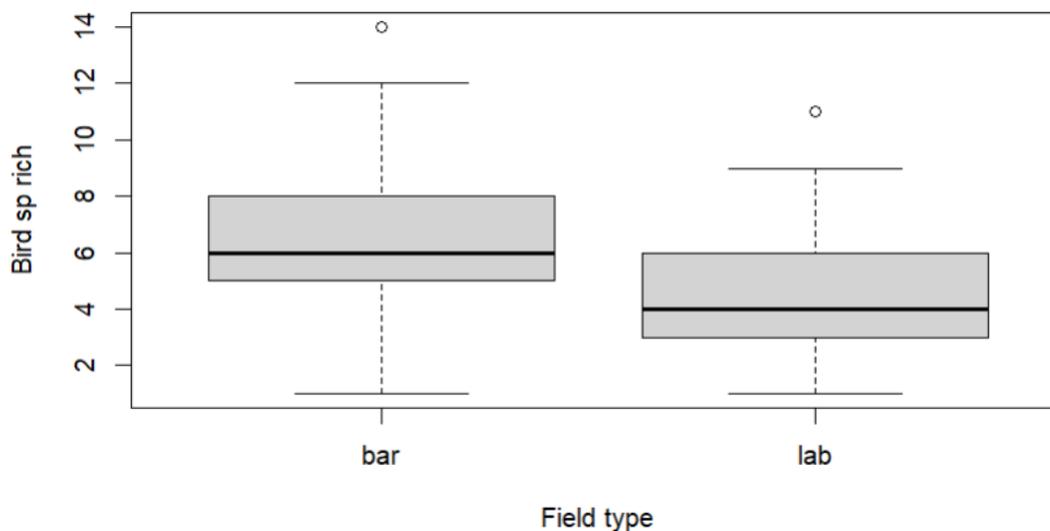


Figura 9. Riqueza de aves de la segunda campaña en los dos tipos de barbecho estudiados. Bar: barbecho con cubiertas herbáceas; lab: barbecho blanco.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Para el conjunto de las dos campañas se observó que los muestreos de primavera fueron los que presentaron mayor riqueza de aves (Figura 10; Kruskal-Wallis chi-squared = 14.364, df = 7, p-value = 0.04507), debido a la presencia de aves en paso y especies estivales, así como la mayor detectabilidad del periodo reproductor.

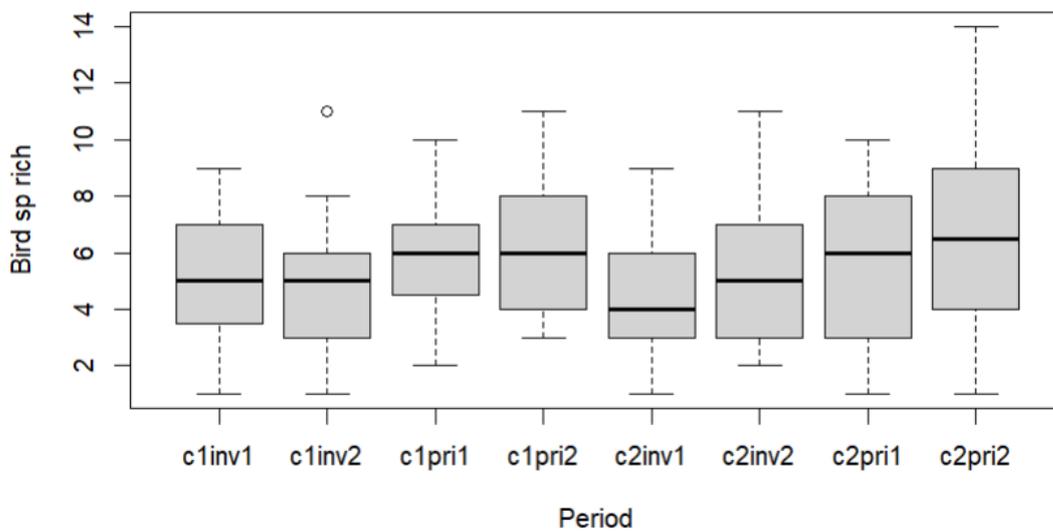


Figura 10. Distribución de la riqueza de aves en todos los periodos de estudio de barbechos.

Aunque no se detectaron diferencias significativas entre provincias para la riqueza de especies (Kruskal-Wallis chi-squared = 4.8551, df = 2, p-value = 0.08825), Valdepeñas presentó una comunidad ornítica más diversa que el resto de zonas (Figura 11; Kruskal-Wallis chi-squared = 57.771, df = 7, p-value = 4.199e-10), como cabría esperar dada la cercanía de masas forestales de quercíneas y árboles aislados en las tierras de cultivo.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

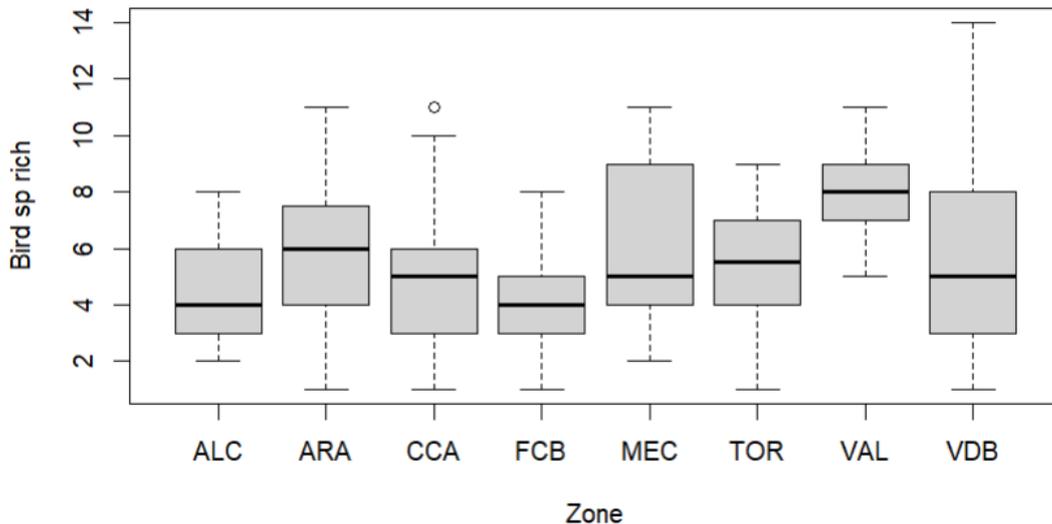


Figura 11. Distribución de la riqueza de aves en las zonas estudiadas de barbechos.

Al analizar por separado las épocas de invernada y de nidificación (Figura 12), se obtuvo que durante el periodo reproductor las diferencias entre los dos tipos de barbecho fueron superiores (Kruskal-Wallis chi-squared = 29.706, df = 1, p-value = 5.029e-08) a las producidas durante el invierno (Kruskal-Wallis chi-squared = 30.753, df = 1, p-value = 2.931e-08).

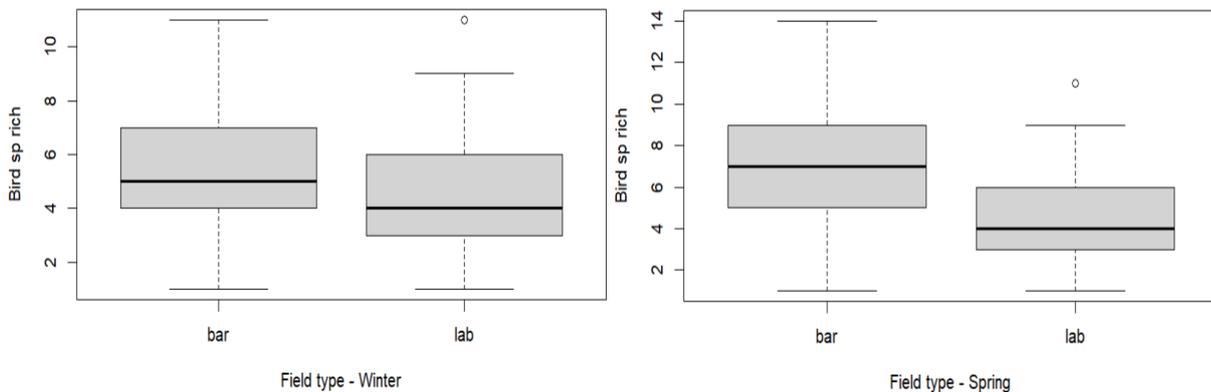


Figura 12. Distribución de la riqueza de aves en función del tipo de barbecho. Izquierda: invierno; derecha: primavera. Bar: barbecho con cubiertas herbáceas; lab: barbecho blanco.

3.5.- Artrópodos

Se realizaron un total de 64 muestreos primaverales, distribuidos equitativamente entre los dos tipos de barbechos muestreados, barbechos con vegetación y labrados, y durante las temporadas 2022 y 2023.

El éxito de captura de artrópodos fue del 93,8% para los barbechos con cubiertas vegetales y del 28,1% para los barbechos labrados (Tabla 2). En los barbechos con vegetación se implementaron dos

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

tipos de muestreos, el manguero con una efectividad de 97,7% en los muestreos realizados para ambos periodos. El muestreo en suelo, con un 68,8% de los muestreos totales fue algo menos efectivo que el manguero.

Tabla 2. Relación de muestreos realizados de barbechos y positivos para tipo de muestreo. N es el número de muestreos realizados para cada tipo de parcela y muestreo. Muestreos + indica el número y porcentaje de los muestreos donde se capturo algún artrópodo.

Muestreos	Barbechos (Manguero)		Barbechos (Suelo)		Labrados (Suelo)	
	N	Muestreos +	N	Muestreos +	N	Muestreos +
Primavera 2022	14	12 (85,7%)	14	11 (78,6%)	14	4 (28,6%)
Primavera 2023	18	18 (100%)	18	11 (61,1%)	18	5 (27,7%)
Total	32	30 (93,8%)	32	22 (68,8%)	32	9 (28,1%)

Se identificaron 12 grupos de artrópodos, principalmente órdenes, Los grupos más abundantes fueron los himenópteros (hormigas), los coleópteros, y los hemípteros (Figura 13). El 96,7% de los individuos se capturaron en los barbechos con cubiertas vegetales (Tabla 3). El grupo de los coleópteros fue el único que mantuvo una proporción similar de capturas en los dos tipos de barbechos (Figura 13). La mayor riqueza y abundancia se ha alcanzado en los barbechos con vegetación, donde se registraron 673 ejemplares de los 12 grupos identificados destacando los coleópteros (41,2%) y hemípteros (18,2%). En los labrados, la diversidad de grupos, sólo 3, ha sido muy inferior a los barbechos con vegetación, así como una abundancia con 23 ejemplares capturados. Los grupos dominantes han sido las hormigas (56,5%) y los coleópteros (39,1%; Figura 13 y Tabla 3).

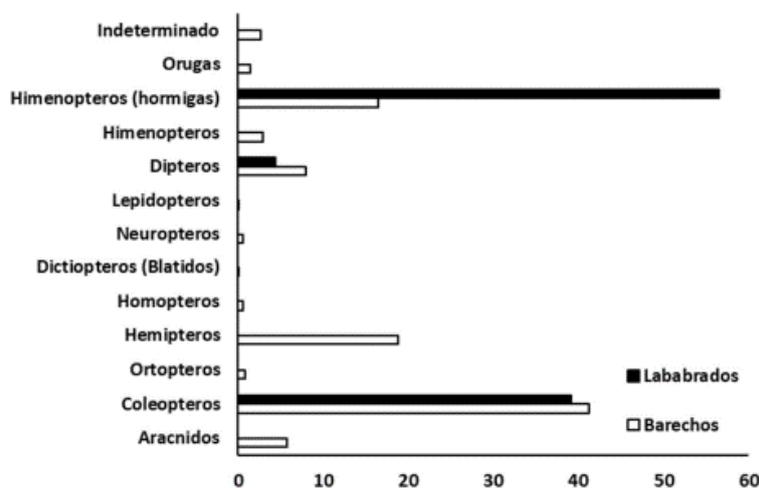


Figura 13. Proporción de artrópodos capturados por tipo de barbecho.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Tabla 3. Abundancia total y relativa de artrópodos por tipo de barbecho.

Artrópodos Grupo taxonómico	Barbechos		Labrados		Total	
	n	%	n	%	n	%
Arácnidos	39	5,8	0	0,0	39	5,8
Coleópteros	278	41,3	9	39,1	287	41,3
Ortópteros	6	0,9	0	0,0	6	0,9
Hemípteros	127	18,9	0	0,0	127	18,9
Homópteros	4	0,6	0	0,0	4	0,6
Dictiópteros (Blátidos)	1	0,1	0	0,0	1	0,1
Neurópteros	4	0,6	0	0,0	4	0,6
Lepidópteros	1	0,1	0	0,0	1	0,1
Dípteros	54	8,0	1	4,3	55	8,0
Himenópteros	20	3,0	0	0,0	20	3,0
Himenópteros (Hormigas)	111	16,5	13	56,5	124	16,5
Orugas	10	1,5	0	0,0	10	1,5
Indeterminado	18	2,7	0	0,0	18	2,7
TOTAL	673		23		696	

4.- REFERENCIAS

Arribas, L. 2014. *Heterogeneidad en la estructura de vegetación en sistemas agrarios. Relación con la disponibilidad de recursos alimenticios para aves esteparias*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

Ausden, M. y Drake, M. 2006. Invertebrates. En: Sutherland, W.J. (ed.). *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

Barrientos, J.A. (ed.). 1988. *Bases para un curso práctico de Entomología*. Asociación Española de Entomología, Salamanca.

Benton, T.G., Vickery, J.A. y Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends in *Ecology & Evolution*, 18: 182-188.

Berthet, E.T.A., Bretagnolle, V. y Segrestin, B. 2012. Analyzing the design process of farming practices ensuring Little Bustard conservation: Lessons for collective landscape management. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36: 319-336.

Buskirk, J.V. y Willi, Y. 2004. Enhancement of farmland biodiversity within set-aside land. *Conservation Biology*, 18 (4): 987-994.

Bibby, C.J. 1999. Making the most of birds as environmental indicators. *Ostrich*, 70: 81-88.

Bibby, C.J., Burgess, N.D. y Hill, D.A. 1992. *Bird census techniques*. BTO & RSPB, London.

Carricondo, A., Martínez, P., y Cortés, Y. 2012. *Evaluación global de las medidas agroambientales para aves esteparias en España (2007-2013): Proyecto Ganga (informe completo)*. SEO/BirdLife. Madrid.

Cayuela, L. y de la Cruz, M. 2022. *Análisis de datos ecológicos en R*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

Chinery, M. 1997. *Guía de campo de los insectos de España y Europa*. Ediciones Omega. Barcelona.

De Juana, E. 2004. Cambios en el estado de conservación de las aves en España, años 1954 a 2004. *Ardeola*, 51(1): 19-50.

De Juana, E., Santos, T., Suárez, F. y Tellería, J.L. 1988. Status and conservation of steppe birds and their habitats in Spain. *Ecology and conservation of grassland birds*, 113-123.

De Juana, E. y Garcia, E. 2015. *The birds of the Iberian peninsula*. Christopher Helm, London.

Díaz, M., Asensio, B. y Tellería, J.L. 1996. *Aves ibéricas I: No Paseriformes*. J.M. Reyero Editor, Madrid.

Fowler, J. y Cohen, L. 1999. *Estadística básica en ornitología*. SEO/BirdLife. Madrid.

Gardiner, T. y Hill, J. 2006. A comparison of three sampling techniques used to estimate the population density and assemblage diversity of Orthoptera. *Journal of Orthoptera Research*, 15: 45-51.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Giralt, D., Robleño, I., Estrada, J., Mañosa, S., Morales, M.B., Sardà-Palomera, F., Traba, J. y Bota, G. 2018. *Manual de gestión de barbechos para la conservación de aves esteparias*. Fundación Biodiversidad - Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Guerrero, I. 2013. *Efectos de la intensificación agraria sobre la biodiversidad en agro-ecosistemas europeos*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.

Guerrero, I., Martínez, P., Morales, M.B., y Oñate, J.J. 2010. Influence of agricultural factors on weed, carabid and bird richness in a Mediterranean cereal cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 138: 103–108.

Guerrero, I., Carmona, C.P., Morales, M.B., Oñate, J.J. y Peco, B. 2014. Non-linear responses of functional diversity and redundancy to agricultural intensification at the field scale in Mediterranean arable plant communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195: 36–43.

José-María, L., Armengot, L., Blanco-Moreno, J.M., Bassa, M. y Sans, F.X. 2010. Effects of agricultural intensification on plant diversity in Mediterranean dryland cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 47: 832–840.

López-Jiménez, N. (ed). 2021. *Libro Rojo de las aves de España*. SEO/BirdLife.

Luna, J.M. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 385 – 408.

Martín, B., Martín, C.A., Palacín, C., Sastre, P., Ponce, C. y Bravo, C. 2014. Habitat preferences of sympatric sandgrouse during the breeding season in Spain: a multi-scale approach. *European Journal Wildlife Research*, 60 (4), 625-636.

McMahon, B. J., Giralt, D., Raurell, M., Brotons, L. y Bota, G. 2010. Identifying set aside features for bird conservation and management in northeast Iberian pseudo steppes Identifying setaside features for bird conservation and management in northeast Iberian pseudo-steppes. *Bird Study*, 57 (3): 37–41.

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

Morales, M.B., Traba, J, Carriles, E., Delgado, M.P. y García de la Morena, E. 2008. Sexual differences in microhabitat selection of breeding little bustards *Tetrax tetrax*: Ecological segregation based on vegetation structure. *Acta Oecologica*, 34(3): 345–353.

Moreno-Opo, R., Pina, M. y Mogená, A. 2021. Sowing enriched pastures for extensive livestock enhances the abundance of birds and arthropods in Mediterranean grasslands. *European Journal of Wildlife Research*, 67:40 <https://doi.org/10.1007/s10344-021-01486-2>

Moreira, F. 1999. Relationships between vegetation structure and breeding bird densities in fallowcereal steppes in Castro Verde, Portugal. *Bird Study*, 46(3): 309–318.

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.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Palacín, C. 2019. La decadencia de la comunidad de ave en los cultivos cerealistas mediterráneos. *XV Congreso del Grupo Ibérico de Aguiluchos*. 22-24 noviembre de 2019, Valsain (Segovia).

Palacín, C. y Alonso, J.C. 2018. Failure of EU biodiversity strategy in Mediterranean farmland protected areas. *Journal for Nature Conservation*, 42: 62–66.

Pocco, M.E., Damborsky M.P. y Cigliano, M.M. 2010. Comunidades de ortópteros (Insecta, Orthoptera) en pastizales del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33(2):119–129.

RAE, 2001. *Diccionario de la lengua española* (22ª ed.). Real Academia Española.

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

Sánchez-Bayo, F. y Wyckhuys, K.A. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27.

Sans, F.X., Armengot, L., Bassa, M., Blanco-Moreno, J.M., Caballero-López, B., Chamorro, L., y José-María, L. 2013. La intensificación agrícola y la diversidad vegetal en los sistemas cerealistas de secano mediterráneos: implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 22(1), 30-35.

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

Sotherton, N.W. 1998. Land use changes and the decline of farmland wildlife: an appraisal of the set-aside approach. *Biological Conservation*, 83 (3): 259-268.

Stoate, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N.D., Herzog, I., van Doorn, A., de Snoo, G.R., Rakosy, L. y Ramwell, C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management*, 152: 27-32.

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

Tarjuelo, R., Margalida, A. y 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.

Tellería, J.L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Editorial Raíces, Madrid.

Tellería, J.L. 2004. *Métodos de censo en vertebrados terrestres*. Facultad de Biología, Universidad Complutense, Madrid, España.

Tellería, J.L.; Asensio, B. y Díaz, M. 1999. *Aves ibéricas II. 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. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45854-0>

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos

Vickery J.A., Bradbury R.B., Henderson I.G., Eaton, M.A. y Grice, P.V. 2004. The role of agri-environment schemes and farm management practices in reversing the decline of farmland birds in England. *Biological Conservation*, 119: 19–39.

Resultados de la segunda campaña de muestreo y análisis conjuntos de barbechos