

Distribución vertical y coexistencia de seis especies de aves que anidan en agroecosistemas en el Este de la Península Ibérica

Vertical distribution and coexistence of six bird species nesting in agroecosystems in the Eastern Iberian Peninsula

Eyda A. Moreno-Mosquera^{1*}, Yuber Palacios-Torres¹, José Alexander Bonilla-Florez²

Resumen

El estudio de la diversidad aviar en agroecosistemas es un tema de gran interés para entender la dinámica de estas comunidades en entornos urbanos. El objetivo del estudio fue identificar el nivel de sobreposición en la selección de los sitios de nidificación de algunas especies de aves en cultivos de naranjo ubicados en la localidad de Algemés, provincia de Valencia, España y su distribución vertical en relación con los micrositios de nidificación. Se realizó una búsqueda intensiva de nidos en los árboles y se midieron variables de micrositios como la altura del árbol, la cobertura de copa, la altura de ubicación del nido y la distancia del nido al borde. Los análisis estadísticos incluyeron PERMANOVA y análisis de discriminación para identificar diferencias significativas y agrupaciones entre las especies en función de las variables de nidificación. En total se encontraron 98 nidos pertenecientes a seis especies de aves paseriformes (*Sylvia melanocephala*, *Turdus merula*, *Serinus serinus*, *Chloris chloris*, *Turdus philomelos*, y *Muscicapa striata*). Se observaron diferentes patrones fenológicos entre las especies, y las características de los sitios de nidificación variaron según la altura de ubicación del nido y la distancia al borde. La elección del sitio de nidificación de *Turdus philomelos* varió en comparación con las otras especies. Estos resultados sugieren que las distintas historias de vida de las especies influyen en la segregación de los sitios de nidificación, lo que a su vez afecta la coexistencia y estructura de la comunidad de aves.

Palabras clave: comunidad de aves, cultivos de naranjos, diversidad biológica, ecología, nidos

Abstract

The study of avian diversity in agroecosystems is a topic of great interest for understanding the dynamics of bird communities in urban environments. The objective of this study was to identify the level of overlap in the selection of nesting sites of some bird species in orange orchards located in the town of Algemés, province of Valencia, Spain, and their vertical distribution in relation to nesting microsites. An intensive search for tree nests was carried out, and microsite variables such as tree height, canopy coverage, nest location height, and distance from the nest to the edge were measured. Statistical analyses included PERMANOVA and discriminant analysis to identify significant differences and groupings among species based on nesting variables. In total, 98 nests belonging to six species of passerine birds (*Sylvia melanocephala*, *Turdus merula*, *Serinus serinus*,

¹ Grupo de investigación en Recursos Naturales y Toxicología Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó, Colombia.

² Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales, Facultad de ingeniería, Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba, Quibdó, Colombia.

* Autor de correspondencia: d-eyda.moreno@utch.edu.co

Recibido: junio 2, 2023; aceptado: febrero 27, 2024; publicado: mayo, 03, 2024.

Chloris chloris, *Turdus philomelos*, and *Muscicapa striata*) were found. Different phenological patterns were observed among the species, and nesting site characteristics varied depending on nest location height and distance to the edge. The choice of nesting site for *Turdus philomelos* varied compared to the other species. These results suggest that the different life histories of the species influence the segregation of nesting sites, which in turn affects the coexistence and structure of the bird community.

Keywords: biodiversity, bird community, ecology, nests, oranges orchards

INTRODUCCIÓN

El paisaje antropogénico contribuye a la formación de nuevas formas de comportamiento de las aves como una respuesta a las diferentes presiones ambientales (Kuchar et al., 2018). La selección de hábitat es el resultado de un compromiso evolutivo entre diferentes presiones de selección que maximizan la supervivencia o el éxito reproductivo (Krebs y Davies, 1987). La forma en que la mayoría de las especies de aves de las zonas rurales y los bosques se adaptan y responden a la urbanización sigue siendo poco conocida (Han et al., 2019). No obstante, se ha demostrado que la abundancia, estacionalidad y distribución de las especies durante la reproducción están fuertemente determinadas por factores ambientales como la disponibilidad de sitios adecuados para anidar, alimento, las condiciones climáticas e hidrológicas, el nivel de inundación, distancia a otras colonias, el riesgo a disturbios, así como las interacciones específicas y las historias de vida de las especies (Kazantzidis et al., 2013; Kelly et al., 1993; Squalli et al., 2022).

La selección del sitio de anidación en las aves puede estar influenciado por una variedad de factores, como la disponibilidad de alimento, la cobertura vegetal, la altura y orientación de los árboles, la calidad del hábitat y la presencia de depredadores (Johnson y Grier, 1988). Las aves ajustan rápidamente sus estrategias reproductivas y optimizan su gasto reproductivo para adaptarse a los hábitats antropogénicos y mejorar su estado físico (Sheng et al., 2022). La elección de aspectos ecológicos como el rango de hogar, ubicación adecuada de nidos y el uso de árboles para anidar es una decisión que garantiza la supervivencia en muchas especies (Iskandar et al., 2022). Lo anterior, sumado a los efectos del ambiente urbano, los recursos alimentarios, la presión de depredación, la contaminación y el impacto humano, son considerados puntos críticos en la investigación sobre la ecología de aves en ecosistemas antropogénicos (Lan et al., 2021). En

la época de reproducción, las aves pueden necesitar mayores recursos ambientales debido a sus propios requerimientos y los de sus crías. Además, la zona donde se ubican los nidos es importante para el desarrollo de las crías. Por lo tanto, las aves pueden ser sensibles a la superposición de sitios de anidación y a la competencia durante la temporada de reproducción (Ye et al., 2019).

Durante las últimas dos décadas, ha surgido un creciente interés en investigar la influencia de hábitats transformados en aspectos fundamentales de la biología aviar, tales como las estrategias de historia de vida, supervivencia, desempeño reproductivo, comportamiento y salud individual (Reynolds et al., 2019). En este contexto, se observa un aumento en la cantidad de estudios que proporcionan información sobre cómo las especies utilizan los cultivos como hábitat reproductivo. Las áreas de investigación abordan aspectos relacionados con la selección de sitios de nidificación, la depredación de nidos, la biología reproductiva y el impacto de las prácticas de manejo en la eficiencia reproductiva de las especies involucradas (Brambilla et al., 2013; Chmielewski, 2019; Hua et al., 2014; Jokimäki et al., 2005; Kajtoch, 2017). Particularmente, en la selección de sitios de nidificación, algunos estudios abordan especies en particular (Mounir et al., 2023); otros se enfocan en estructuras heterogéneas que maximizan la diversidad de especies presentes en las comunidades (Kajtoch, 2017; Xie et al., 2019), o analizan la forma como las especies invasoras y depredadoras generan interacciones antagonistas (Squalli et al., 2022), siendo pocos los estudios enfocados en la selección que realizan las especies en los sitios de nidificación (Brambilla et al., 2013; Castro-Caro et al., 2022; Squalli et al., 2021).

En cultivos de naranjos, se han llevado a cabo investigaciones que abordan diversos aspectos. Hanane (2016) exploró la densidad de nidificación, mientras que Barba y Gil-Delgado (1990) se adentraron en el proceso de colonización y la competencia interespecífica, centrándose en

estructuras artificiales como las cajas nido. Además, se ha sugerido que los patrones no aleatorios de ocupación de los nidos, en relación con las fuentes de perturbación humana, podrían vincularse a los diferentes niveles de tolerancia de cada especie (Remacha y Delgado, 2009). En el caso específico de la tórtola europea (*Streptopelia turtur*), Hanane y Baamal (2011) documentaron la selección de partes verticales y distales de árboles de olivos y naranjos para anidar; encontrando, cambios en la posición de los nidos en relación con el tipo de cultivo (Hanane, 2016).

Los sitios de anidación de las aves en ambientes transformados son bastante diferentes a los de sus hábitats naturales, de allí que la investigación sobre el impacto en la anidación, puede ayudar a comprender mejor el ajuste de las estrategias reproductivas de las aves (Lan et al., 2021). Partiendo de la hipótesis general de que la segregación ha sido un comportamiento ecológico que ha determinado la evolución y coexistencia de las especies a nivel de comunidades, el propósito de este trabajo es identificar el nivel de sobreposición en la selección de los sitios de nidificación de algunas especies de aves en cultivos de naranjo, así como la naturaleza de la diferenciación de tales sitios entre las especies que pudieron explicar su coexistencia, por lo cual se propone la hipótesis de que las seis especies de aves estudiadas en el cultivo de naranjo presentarán patrones distintivos en la distribución vertical de sus nidos durante la temporada reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana, situada en el Este de la Península Ibérica. El clima dominante en la Comunidad Valenciana es el mediterráneo, uno de los climas templados que está caracterizado por un intenso y, en ocasiones, largo periodo árido estival (Urios et al., 1991). Este clima presenta una marcada estacionalidad en la distribución de la temperatura y las precipitaciones, así como una alta variabilidad intra e interanual. En general, los veranos son calurosos y secos, lo cual genera un notable y muy característico estrés hídrico y térmico en las especies que componen los ecosistemas mediterráneos (Valladares, 2007). La

zona se caracteriza por una temperatura media anual entre 14 - 18 °C, y en los meses de enero a julio, se presentan isoterma de 6 °C y una la precipitación promedio anual entre 600 a 800 mm (Castro et al. 2005).

El área muestreada, ubicada en el término municipal de Algemesí, comarca de la Ribera Alta, Comunidad Valenciana-España, situado a 17 m.s.n.m, abarcó ocho hectáreas de cultivo intensivo de naranjo; las cuales se encontraban rodeadas por una extensa matriz de cultivo con características similares. La altura de los árboles varió en un rango de 1,75 a 3,32 metros, con una distancia de 3 metros entre los árboles, que se dispusieron en filas de manera uniforme, formando una malla cuadrangular, con espacios de cuatro metros entre cada fila. Entre los naranjos, se encontraron individuos de mandarinos (*Citrus reticulata*) y kakis (*Diospyros kaki*) juveniles. En el 80% del área, el riego, fertilización, control de malezas y poda fueron constantes durante los muestreos generando suelos desprovistos de vegetación, a diferencia del 20% en donde se observó vegetación herbácea.

Toma de datos

El muestreo se centró en las comunidades de aves (paseriformes) reproductoras. El análisis se ajustó a seis especies que anidaron en árboles de naranjos: *Silvia melanocephala*, *Turdus merula*, *Serinus serinus*, *Chloris chloris*, *Turdus philomelos* y *Muscicapa striata*.

La búsqueda intensiva de nidos se realizó en la temporada reproductiva, en el periodo de marzo hasta julio de 2016. Una vez encontrado un nido, los observadores (Eyda Annier Moreno Mosquera-EM, José Alexander Bonilla Flores-JB, Kary Yiseth Minnota Sánchez-KM y Leider Palacios Palacios-LP), realizaron seguimiento de éste cada cinco días, para evitar perturbar el periodo de incubación en el caso de los nidos activos. En total se realizaron diez muestreos que se distribuyeron en dos sesiones en abril y mayo, y seis sesiones en junio. La frecuencia de los muestreos se ajustó en función del descubrimiento de nuevos nidos durante los recorridos en el área seleccionada. Este método de búsqueda de los nidos consistió en la revisión de todos los árboles de naranjo presentes en las parcelas de siembra (Gil-Delgado et al.,

2005; Gil-Delgado y Lacort, 1996). Los árboles de naranjo fueron inspeccionados visualmente, caminando cuidadosamente alrededor de cada árbol para encontrar nidos ubicados en la parte exterior y caminando debajo de la copa, al lado del tronco para encontrar nidos ubicados en la parte interna de los árboles.

Se definió como sitio de nidificación el lugar donde una pareja reproductiva construyó un nido. Los nidos activos fueron georreferenciados con un GPS (Garmin e Trex), para ser posteriormente medidos, y así evitar perturbar el proceso de

incubación. Los nidos encontrados fueron medidos *in-situ* considerando las siguientes variables: altura del árbol, cobertura de copa, altura del nido en el árbol, distancia del nido al borde, distancia del nido al centro del árbol, y el número de ramas que sostuvieron el nido (Schaefer y Barkow, 2004; Vera et al., 2009) (tabla 1). La unidad de medida de las variables fue en metros, usando un flexómetro.

Análisis de la información

Para caracterizar los sitios de nidificación de cada especie, se calculó la media (\bar{X}) y desviación

Tabla 1. Descripción de las variables evaluadas en la caracterización de los micrositios de anidación de las especies de aves identificadas

Variable	Sigla	Descripción
Altura del árbol	A	Distancia desde la base del árbol hostero hasta la copa
Cobertura de la copa	C	Distancia horizontal de la copa del árbol hospedero
Altura del nido	An	Distancia de la base del árbol hospedero hasta donde fue construido el nido
Distancia del nido al borde	Dnb	Distancia horizontal desde la ubicación de nido hasta el borde exterior de la copa
Distancia del nido al centro	Dnc	Distancia horizontal desde la ubicación de nido hasta el centro de la planta (tallo)
Número de ramas que sostienen el nido	Nr	Número de ramas del árbol hospedero que tiene contacto con el nido

estándar (\pm) de cada variable. En consonancia con la naturaleza de los datos recopilados, se llevaron a cabo pruebas tanto paramétricas (ANOVA de una vía) como no paramétricas (Kruskal-Wallis), con el propósito de identificar posibles cambios significativos en las variables de nidificación entre las diversas especies estudiadas. Para identificar la agrupación de las especies de aves en función de las variables de los sitios de nidificación se realizó un análisis de discriminación (LDA), utilizando la distancia de Bray-Curtis. Posteriormente, se realizó un análisis multivariado permutacional PERMANOVA (Anderson, 2017), para identificar diferencias entre los grupos de especies con relación a las variables de nidificación; en los análisis se aplicaron 9999 permutaciones y se utilizó la corrección de Bonferroni. Todos los cálculos se realizaron con el programa estadístico Past versión 4.0.

RESULTADOS

Se encontraron un total de 98 nidos pertenecientes a seis especies de aves. Se observó en un mismo hospedero, nidos simultáneos de máximo tres especies y el número de nidos varió entre las especies ($t=4,169$; $p=0,001$) (tabla 2). *Turdus philomelos*, *Silvia melanocephala* y *T. merula* fueron las especies que construyeron un mayor número de nidos, mientras que *Chloris chloris* y *Muscicapa striata* fueron las que construyeron menos, con un porcentaje del 5,1% y 4,1%, respectivamente (figura 1). Las seis especies de aves presentaron diferentes estrategias de anidación. *T. philomelos* incrementó el número de nidos a medida que aumentó el tiempo de muestreo, mientras que *C. chloris* y *M. striata* mantuvieron un número constante de nidos. *S. melanocephala*, *T. merula* y *S. serinus* disminuyeron el número de nidos a

medida que aumentó el tiempo de muestreo (figura 1).

Las especies de aves analizadas en este estudio construyeron sus nidos dependientemente de la

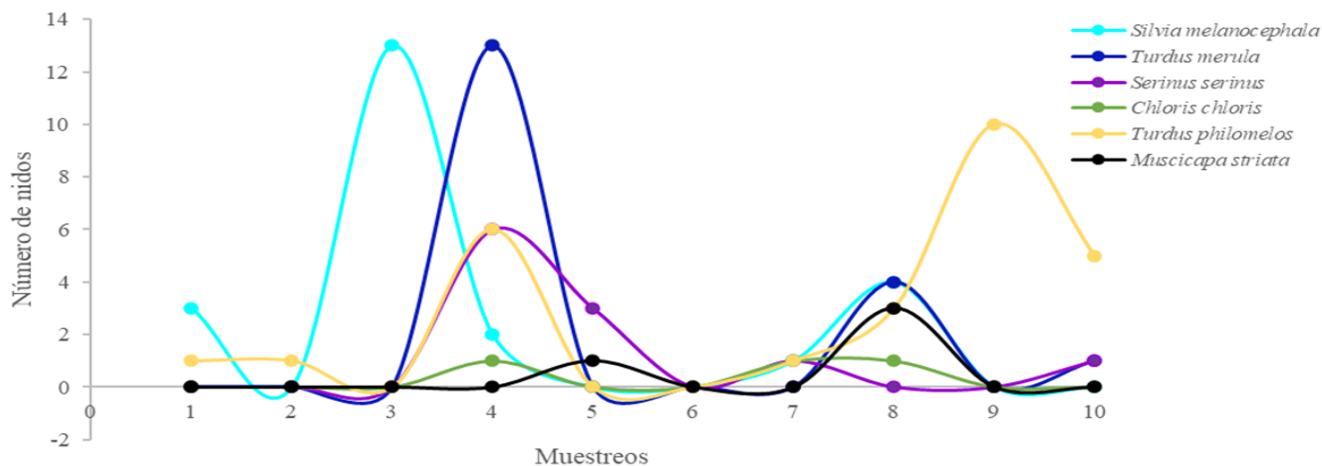


Figura 1. Fenología reproductiva de las seis especies de aves que cohabitan en agroecosistemas de naranjo, Algemés, Comunidad Valenciana-España.

altura ($H=42,2$; $p>0,001$) y la cobertura ($F=98,1$; $df=97$; $p>0,001$) del árbol hospedero, y se observaron variaciones en la distribución vertical de los nidos entre las especies (figura 2). La altura del nido y la distancia del nido al borde fueron las variables que mostraron mayores diferencias. *Turdus philomelos* y *C. chloris* construyeron sus nidos en las partes altas de los árboles, mientras que *S. melanocephala* y *S. serinus* los construyeron en la parte media, y *T. merula* y *M. striata* en la parte baja (tabla 2). Además, *T. philomelos* fue la especie que construyó sus nidos más alejados del borde, mientras que *M. striata* los construyó más cerca. *Sylvia melanocephala*, *T. merula* y *C. chloris*

ubicaron sus nidos en zonas intermedias (tabla 2, figura 2).

Se encontraron diferencias significativas en la distribución vertical de los nidos entre las especies (PERMANOVA, $F=3,001$; $p= 0,002$) (tabla 3), lo que también se confirmó en el análisis discriminante LDA (figura 3). Las pruebas por parejas de especies en el PERMANOVA mostraron que la distribución vertical del nido de *S. melanocephala* y *S. serinus* difiere significativamente de *T. merula*. Además, la distribución de *T. philomelos* difiere significativamente de *S. melanocephala* al seleccionar árboles más altos, de *T. merula*

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables de micrositio evaluadas para cada una de las especies

Especies	N	A	C	An	Dnb	Dncp	Nr
<i>Sylvia melanocephala</i>	23	2,290±0,576	2,589±0,630	1,332±0,429	0,718±0,350	0,706±0,375	0,706±0,375
<i>Turdus Merula</i>	22	2,542±0,369	2,782±0,606	1,191±0,235	0,849±0,209	0,700±0,375	1,843±0,394
<i>Muscicapa Striata</i>	4	2,500±0,336	2,790±0,615	1,197±0,286	0,560±0,510	0,630±0,233	1,786±0,278
<i>Serinus serinus</i>	17	2,526±0,268	2,635±0,541	1,528±0,291	0,672±0,204	0,812±0,381	1,958±0,416
<i>Chloris chloris</i>	5	2,442±0,1972	2,820±0,476	1,636±0,242	0,844±0,191	0,674±0,311	2,040±0,209
<i>Turdus Philomelos</i>	27	2,671 ±0,387	2,994±0,601	1,647±0,335	1,050±0,406	0,585±0,226	1,947±0,369
Prueba		42,2	98,12	50,51	159,3	171	41,98
P		8,24E-11	2,03E-16	1,18E-12	2,52E-22	2,49E-23	9,21E-11

N: número de nidos. A: altura. C: cobertura. An: altura del nido. Dnb: distancia del nido al borde. Dncp: distancia del nido al centro de la planta. Nr: Número de ramas que sostiene el nido.

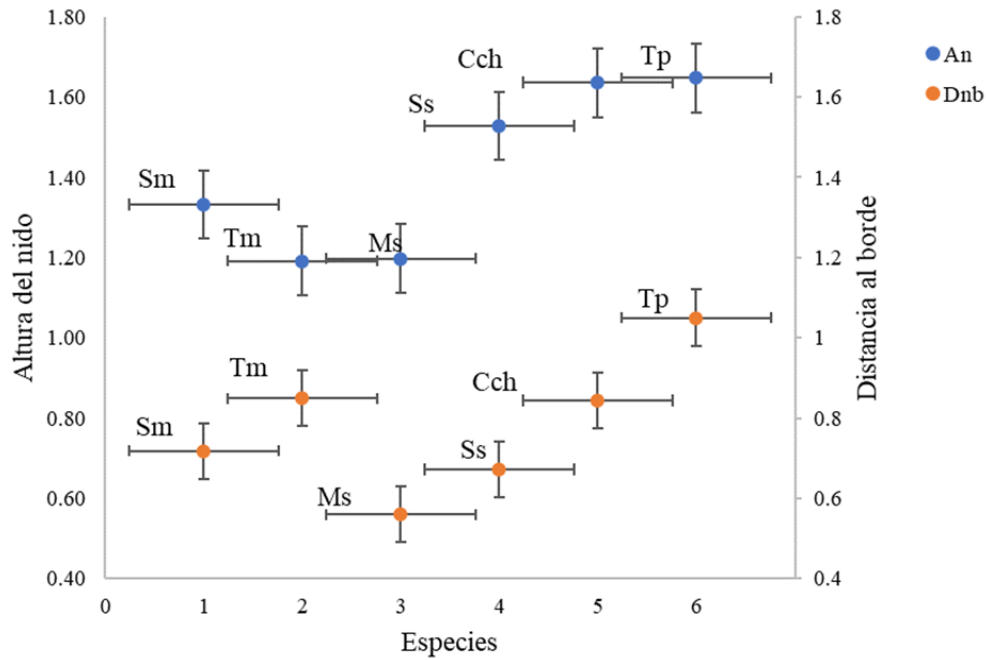


Figura 2. Distribución vertical de los nidos de las seis especies de aves con relación a la altura y la distancia del nido al borde en árboles de naranjos. An: altura del nido; Dnb: distancia del nido al borde. Sm= *Sylvia melanocephala*, Tm=*Turdus merula*, Ss=*Serinus serinus*, Cch=*Chloris chloris*, Tp=*Turdus philomelos*, Ms=*Muscicapa striata*.

al colocar los nidos más altos y de *M. striata* al presentar una mayor distancia del nido al borde (tabla 3).

DISCUSIÓN

Las seis especies de aves mostraron diferentes estrategias de ubicación del nido y de adaptación al entorno que podrían explicar su coexistencia en el agroecosistema de naranjo. *Turdus philomelos* parece ser una especie que encuentra oportunidades para aumentar su número de nidos a lo largo del tiempo, a diferencia de *C. chloris* y *M. striata* que mantienen un número constante de nidos, y en contraste, *S. melanocephala*, *T. merula* y *S. serinus* son especies que parecen

tener una estrategia de reproducción diferente, ya que disminuyeron el número de nidos a medida que paso el tiempo de muestreo. Las diferentes estrategias descritas, pueden ser atribuidas a las particularidades ecológicas de cada una de las especies estudiadas, tal como lo proponen Brambilla et al. (2013) con los Zorzales, quienes aseguran que las especies de aves con cría múltiple pueden mostrar una densidad variable y relaciones cambiantes entre especies y hábitats durante la temporada de cría, y su distribución horizontal en el hábitat podría cambiar durante el periodo de reproducción. Al respecto, Squalli et al., (2022) encontraron una fuerte relación entre la cronología reproductiva de *Pica mauritanica* y la disponibilidad del alimento, contrario a *Streptopelia*

Tabla 3. Análisis PERMANOVA de las variables del sitio de nidificación entre seis especies de aves

	<i>S. melanocephala</i>	<i>T. merula</i>	<i>M. striata</i>	<i>S. serinu</i>	<i>C. Chloris</i>	<i>T. philomelos</i>
<i>Sylvia melanocephala</i>		2,794*	0,791	2,427	1,648	7,464**
<i>Turdus merula</i>			1,095	3,050*	2,122	6,209**
<i>Muscicapa striata</i>				1,391	1,928	2,856*
<i>Serinus serinu</i>					0,613	2,451
<i>Chloris chloris</i>						0,542
<i>Turdus philomelos</i>						

p <0,05*; p<0,001**

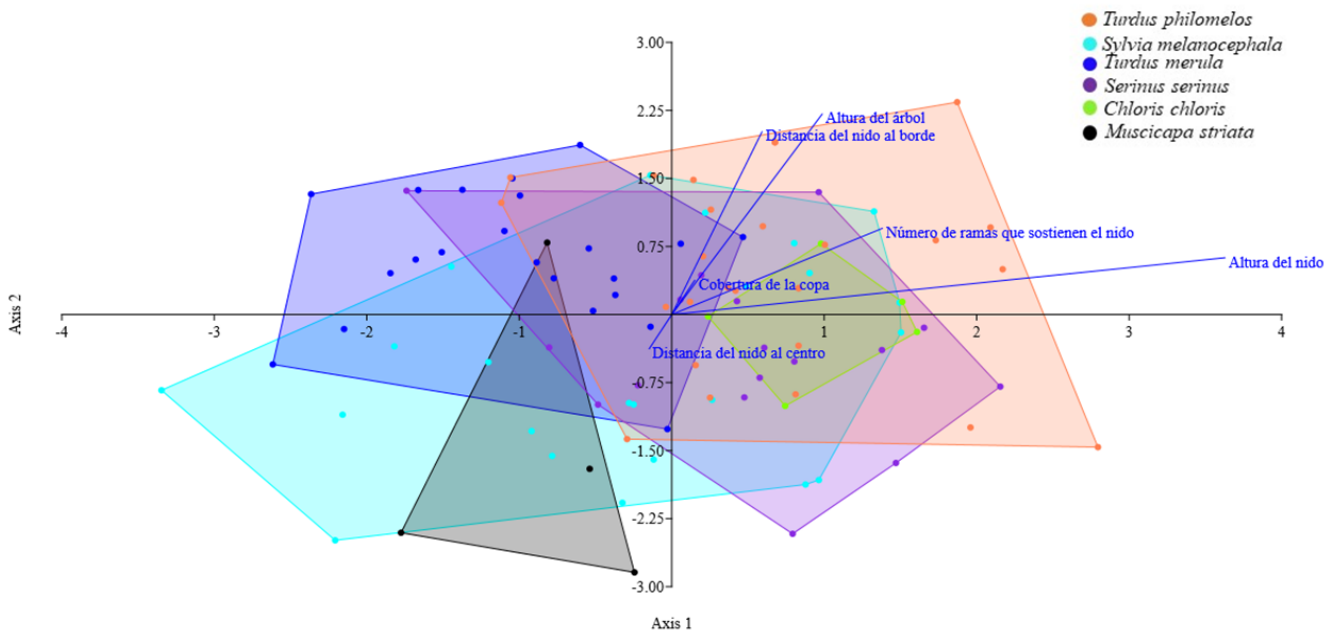


Figura 3. Análisis discriminante (LDA) de las especies de aves en función de las variables de nidificación.

turtur arenicola y *Streptopelia decaocto*, especies en donde las nidadas estaban más amenazadas por ataques de depredación y el desarrollo de prácticas de manejo en coincidencia con las actividades de reproducción.

La variación observada en los picos máximos de nidificación de las seis especies de aves encontrada a lo largo de la temporada reproductiva parece haber favorecido su coexistencia (figura 2), y puede atribuirse a su respuesta comportamental frente a factores ecológicos como la disponibilidad de alimento y la competencia interespecífica (depredación y espacio); lo anterior parte del hecho de que en especies congéneres, se ha comprobado que la existencia de un grado de segregación en uno o más aspectos del nicho ecológico es suficiente para evitar la competencia (Mikula et al., 2014; Navarro et al., 2013; Squalli et al., 2022). Así también, la superposición reducida durante el forrajeo alimenticio reduciría la competencia interespecífica, en este sentido, la superposición, reflejada en reducción de aspectos comportamentales como los horarios y tiempo de búsqueda de alimento (Navarro et al., 2013). Por ejemplo, la coexistencia de especies congéneres de *Turdus* spp., ha sido explicada por cambios a nivel de micrositios de nidificación, variación en las preferencias alimenticias y diferencias en los picos reproductivos (Mikula et al., 2014). Para el caso de especies del género *Streptopelia* y *Pica mauritanica* la dispersión en el espacio y el tiempo,

explican los patrones de uso del hábitat con relación a la competencia intraespecífica, mientras que la segregación horizontal y vertical en la elección de los sitios de nidificación reduce la competencia interespecífica de estas especies simpáticas dentro de los olivares (Squalli et al., 2022). Mounir et al., (2023), reportaron similar estrategia en poblaciones reproductoras de *Streptopelia turtur arenicola* en donde las primeras parejas exploran el huerto y seleccionan árboles para anidar cerca de los recursos de alimentación, mientras que la segunda oleada de reproductores coloniza árboles cerca de sitios de exploración utilizados con éxito.

Otros estudios, han demostrado que, cuando la presión ambiental es relativamente grande o las condiciones son más extremas, coexisten especies estrechamente relacionadas que comparten requisitos de recursos similares, lo que da como resultado un agrupamiento filogenético (Jarzyna et al., 2021; Si et al., 2017).

Las seis especies estudiadas parecen responder de manera diferente a la selección de los micrositios de nidificación en las plantaciones de naranjo, siendo la altura de ubicación del nido y la distancia del nido al borde, las variables de mayor peso en la diferenciación; lo anterior, corrobora la aplicación de la hipótesis de segregación para explicar la conformación de la comunidad de aves reproductivas en el cultivo de naranjo estudiado. Las aves también pueden seleccionar sitios de

anidación en función de las características físicas del sitio, como la ubicación y la proximidad a fuentes de agua (Martin, 1995). Similares resultados, se registraron entre *Streptopelia decaocto* y *S. turtur*, especies competidoras que seleccionaron diferentes sitios de anidación en huertas de olivo (Squalli et al., 2021), demostrándose la segregación vertical que reduce la competencia registrada en la ubicación del nido (Squalli et al., 2022). En cuanto a la altura de ubicación del nido, los valores de desviación fueron bajos, y estuvieron muy cercanos a la media, corroborando la importancia de esta variable en la ubicación del nido. *Muscicapa striata* fue la especie que mostró valores relativamente bajos de altura promedio de ubicación del nido (1,2 m), comparado a lo observado por Kuchar et al. (2018) quienes registraron para la misma especie y en ambientes antrópicos, alturas del nido entre 1,7–8,5 m. Según los mismos autores, esta es una especie de ave sinantrópica condicional, que no ocurre en las partes más urbanizadas de las ciudades, prefiriendo hábitats moderadamente modificados. Para el caso de *S. serinus* y *C. chloris*, la cobertura del árbol y la distancia del nido al borde podrían permitir diferenciar sus micrositios de nidificación en el área de estudio. Castro-Caro et al. (2022), encontraron que en cultivo de olivares la cobertura herbácea fue un factor diferencial entre estas especies y lo relacionaron con la disponibilidad de alimento. En nuestro estudio, los cultivos de naranjo presentaron suelos desnudos, por lo que asociamos la selección del *C. chloris* por árboles con mayor cobertura, pues la especie además seleccionó una mayor distancia del nido al borde, y su baja presencia en el hábitat (tabla 1), puede sugerir una mayor susceptibilidad a la depredación. La distancia desde el nido hasta el borde y la altura de nidificación fueron mayores en el *T. philomelos* en comparación con el resto de las especies (Mikula et al., 2014). Por tanto, estas variables pueden ser consideradas como importantes en la selección de micrositios de nidificación que realiza la especie. En otros estudios, además se ha observado que la presencia de vegetación densa desempeña un papel significativo en esta elección (Kelleher y O'Halloran, 2007) y la altura de los árboles son factores importantes para la especie a la hora de elegir un sitio para anidar (Brambilla et al., 2013).

El análisis discriminante, muestra una leve superposición vertical entre las especies, lo que sugiere diferencias en la selección de los

micrositios de nidificación. Es posible que, al hilar más fino, sobre las particularidades del micrositio de anidación, considerando aspectos diferenciales de sus historias de vida, como la altura y lugar de anidación (Chouteau, 2003), ayude a entender las dinámicas comportamentales de las especies que determinan la estructuración ecológica de las comunidades de las aves que anidan en los cultivos de naranjo. Al respecto, estudios sobre la distribución espacial de las especies del género *Coua* (Familia Cuculidae) endémico de Madagascar, infieren que la coexistencia es posible por la segregación de micrositios, las interacciones bióticas y abundancia de recursos (Chiatante, 2022). Las aves son sensibles a los cambios de hábitat, los roles funcionales de las aves pueden describirse mediante rasgos morfológicos o de historia de vida relacionados con su preferencia alimentaria, capacidad y hábitos de vuelo, aspectos necesarios para el estudio de las diferencias en distribución comunitaria y sus mecanismos ecológicos (Pigot et al., 2016).

La partición del hábitat del nido y las diferencias en los hábitos de anidación en especies similares ya ha sido referenciada en entornos naturales (MacArthur, 1958) y validada en hábitats transformados (Mikula et al., 2014). Nuestros resultados apoyan el hecho de que la segregación ecológica entre especies estrechamente relacionadas también puede ser común en un entorno transformado como los cultivos de naranjo. Estas especies presentaron variaciones en la selección de los micrositios de nidificación, en las alturas de nidificación y en la ubicación del nido con relación al borde, rasgos que al ser distintivos de la historia de vida de las especies, pueden estar actuando como mecanismo para reducir la competencia y a la vez evidenciar una leve segregación de nicho ecológico en la comunidad estudiada, información relevante en el diseño de alternativas de manejo y conservación de las especies en ecosistemas con dinámicas de tensión y transformación constantes como los cultivos.

En términos generales, las especies de aves identificadas en los cultivos de naranjo ya han sido registradas previamente en entornos transformados (Chiatante, 2022; Karpińska et al., 2022; Kuchar et al., 2018; Mansouri et al., 2021; Navarro et al., 2013; Squalli et al., 2021; Winarni et al., 2022; Zhang et al., 2023). No obstante, es importante indicar que el uso de estos hábitats

por parte de las especies no es similar, lo que podría sugerir diferencias en su adaptación a este tipo de entornos, dado que los factores estresantes pueden variar de un hábitat a otro. Por esta razón, recomendamos llevar a cabo estudios que abarquen más de una temporada reproductiva, puesto que los procesos ecológicos se verán influenciados por las condiciones del momento, y según Kuchar et al., (2018), los paisajes modificados por la actividad humana contribuyen a la emergencia de nuevos patrones de comportamiento en las aves como respuesta a su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Kary Yiseth Minota y Leider Palacios Palacios por su valioso apoyo durante la fase de campo. Asimismo, el autor principal agradece al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia por otorgar la beca doctoral de la cual se derivó este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Eyda A. Moreno-Mosquera participó en la toma de datos de campo, organización y análisis de datos y redacción del texto. Yuber Palacios-Torres participó en la toma de datos de campo, la organización y análisis de la información. José Alexander Bonilla-Florez contribuyó con los análisis estadísticos de los datos y la revisión crítica del texto.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Anderson, M. J. (2017). Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA). In: N., Balakrishnan, T., Colton, B., Everitt, W., Piegorisch, F., Ruggeri, J. L., Teugels (Eds.), *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (pp. 1-15). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>
- Barba, E. & Gil-Delgado, J. A. (1990). Competition for nest-boxes among four vertebrate species: an experimental study in orange groves. *Ecography*, 13(3), 183-186. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1990.tb00606.x>
- Brambilla, M., Martino, G. & Pedrini, P. (2013). Changes in song thrush *Turdus philomelos* density and habitat association in apple orchards during the breeding season. *Ardeola*, 60(1), 73-83. <https://doi.org/10.13157/arla.60.1.2012.73>
- Castro, M. D., Martín-Vide, J. & Alonso Oroza, S. (2005). *El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI*. Consejo de Investigación Científica. <http://hdl.handle.net/10261/35782>
- Castro-Caro, J. C., Barrio, I. & Sánchez Tortosa, F. (2022). Soil management of olive groves has contrasting effects on the nest density and reproductive success of tree-nesting passerines. *Avian Conservation and Ecology*, 17(1), 10. <https://doi.org/10.5751/ACE-02038-170110>
- Chiatante, G. (2022). Spatial distribution of an assemblage of an endemic genus of birds: an example from Madagascar. *African Journal of Ecology*, 60(1), 13-26. <https://doi.org/10.1111/aje.12917>
- Chmielewski, S. (2019). The importance of old, traditionally managed orchards for breeding birds in the agricultural landscape. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(5), 3647-3654. <https://doi.org/10.15244/pjoes/94813>
- Chouteau, P. (2003). Biologie de la reproduction et territorialité de trois espèces de Couas terrestres (Aves, genre *Coua*, Cuculidés) dans la forêt sèche de l'ouest de Madagascar. *Revue D'écologie (La Terre Et La Vie)*, 58, 217-242. <https://hal.science/hal-03530005>
- Gil-Delgado, J. A. & Lacort, M. P. (1996). La estación de nidificación del Mirlo *Turdus merula* en los naranjales: tiempo de nidificación y número de nidadas. *Ardeola*, 43(1), 41-48. <https://www.ardeola.org/uploads/articles/docs/316.pdf>
- Gil-Delgado, J. A., Marco, E., Paredes, M. & Vives-Ferrándiz, C. (2005). Seasonal clutch size variation of multi-brooded bird species: comparisons between breeding season and latitudes. *Ibis*, 147, 206-212. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2004.00391.x>
- Han, Y., Bai, J., Zhang, Z., Wu, T., Chen, P., Sun, G., Miao, L., Xu, Z., Yu, L., Zhu, Ch., Zhao, D., Ge, G. & Ruan, L. (2019). Nest-site selection for the five common birds and their coexistence in urban habitats. *Science of the Total Environment*, 690, 748-759. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.508>
- Hanane, S. & Baamal, L. (2011). Are moroccan fruit orchards suitable breeding habitats for turtle doves *Streptopelia turtur*?. *Bird Study*, 58(1), 57-67. <https://doi.org/10.1080/00063657.2010.518230>
- Hanane, S. (2016). Effects of location, orchard type, laying period and nest position on the reproductive performance of turtle doves (*Streptopelia turtur*) on intensively cultivated farmland. *Avian Research*, 7(4), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40657-016-0039-0>
- Hanane, S. (2016). Effects of orchard type and breeding period on turtle dove nest density in irrigated agroecosystems. *Bird Study*, 63(1), 141-145. <https://doi.org/10.1080/00063657.2015.1117414>

- Hua, F., Sieving, K. E., Fletcher, J. J. & Wright, C. A. (2014). Increased perception of predation risk to adults and offspring alters avian reproductive strategies and performance. *Behavioral Ecology*, 25(3), 509-519. <https://doi.org/10.1093/beheco/aru017>
- Iskandar, R. R. D., Elfidasari, D. & Prawiradilaga, D. M. (2022). Identification of spatial data and ecology of Javan hawk-eagle's nest (*Nisaetus bartelsi*) in the Kondang Merak Coastal, South Malang, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(7). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230714>
- Jarzyna, M. A., Quintero, I. & Jetz, W. (2021). Global functional and phylogenetic structure of avian assemblages across elevation and latitude. *Ecology Letters*, 24(2), 196-207. <https://doi.org/10.1111/ele.13631>
- Johnson, D. H. & Grier, J. W. (1988). Determinants of breeding distributions of ducks. *Wildlife Monographs*, 3-37. <https://www.jstor.org/stable/3830704>
- Jokimäki, J., Kaisanlahti-Jokimäki, M. L., Sorace, A., Fernández-Juricic, E., Rodriguez-Prieto, I. & Jimenez, M.D. (2005). Evaluation of the "safe nesting zone" hypothesis across an urban gradient: A multi-scale study. *Ecography*, 28(1), 59-70. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.04001.x>
- Kajtoch, Ł. (2017). The importance of traditional orchards for breeding birds: the preliminary study on Central European example. *Acta Oecologica*, 78, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.12.010>
- Karpińska, O., Kamionka-Kanclerska, K., Neubauer, G. & Rowiński, P. (2022). Characteristics and selection of nest sites of the flexible cavity-nester, the European robin *Erithacus rubecula*, in a temperate primeval forest (Białowieża National Park, Poland). *The European Zoological Journal*, 89(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/24750263.2021.2006326>
- Kazantzidis, S., Yfantis, G. & Poirazidis, K. (2013). Factors influencing species composition and nest abundance of heron colonies. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 20(1), 276 - 289.
- Kelleher, K. M. & O'Halloran, J. (2007). Influence of nesting habitat on breeding song thrushes *Turdus philomelos*. *Bird Study*, 54(2), 221-229. <https://doi.org/10.1080/00063650709461478>
- Kelly, J. P., Pratt, H. M. & Greene P. L. (1993). The distribution, reproductive success, and habitat characteristics of heron and egret breeding colonies in the San Francisco Bay Area. *Colonial Waterbirds*, 16(1): 18-27. doi: <https://doi.org/10.2307/1521552>
- Kuchar, L., Ivanov, E. S., Baranovskiy, A. V., Vinogradov, D. V., Lešny, J. & Schur, A. V. (2018). Anthropogenic adaptation of the reproductive biology of conditional synanthropic birds. *Теоретическая и прикладная экология* (3), 62-68. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2018-3-062-068>
- Lan, F., Ma, X., Lu, J., Li, Y., Chai, R., Li, X., Luo, Y., Zhang, Y., Ye, Z., Fu, Ch., Bao, W., Li, L. & Xing, X. (2021). Effects of urbanization on bird nesting: A review. *Biodiversity Science*, 29(11), 1539-1553. <https://doi.org/10.17520/biods.2021215>
- MacArthur, R. (1958). Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39(4), 599-619. <https://doi.org/10.2307/1931600>
- Mansouri, I., Squalli, W., Dakki, M., Assouguem, A., El Agy, A., El Hassani, A. & El Ghadraoui, L. (2021). Breeding biology, chronology, and reproductive success of the European serin (*Serinus serinus*) at Moulouya High Plain (Morocco). *International Journal of Zoology*, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2021/8737951>
- Martin, T. E. (1995). Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecological monographs*, 65(1), 101-127. <https://doi.org/10.2307/2937160>
- Mikula, P., Hromada, M., Albrecht, T. & Tryjanowski, P. (2014). Nest site selection and breeding success in three *Turdus thrush* species coexisting in an urban environment. *Acta Ornithologica*, 49(1), 83-92. <https://doi.org/10.3161/000164514X682913>
- Mounir, M., Mansouri, I., Squalli, W., Hammada, S. & Dakki, M. (2023). Spatial and temporal monitoring of North African turtle doves *Streptopelia turtur arenicola* (Hartert, EJO, 1894): First migrants arrive early and select nesting trees next to foraging resources while second breeders' wave breed around earlier nests. *International Journal of Zoology*, 2023, 8863486. <https://doi.org/10.1155/2023/8863486>
- Navarro, J., Votier, S. C., Aguzzi, J., Chiesa, J. J., Forero, M. G. & Phillips, R. A. (2013). Ecological segregation in space, time and trophic niche of sympatric planktivorous petrels. *PLoS one*, 8(4), e62897. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062897>
- Pigot, A. L., Bregman, T., Sheard, C., Daly, B., Etienne, R. S. & Tobias, J. A. (2016). Quantifying species contributions to ecosystem processes: A global assessment of functional trait and phylogenetic metrics across avian seed-dispersal networks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1844), 20161597. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.1597>
- Remacha, C. & Delgado, J. A. (2009). Spatial nest-box selection of cavity-nesting bird species in response to proximity to recreational infrastructures. *Landscape and Urban Planning*, 93(1), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.06.004>
- Reynolds, J. S., Ibáñez-Álamo, J. D., Sumasgutner, P. & Mainwaring, M. C. (2019). Urbanisation and nest



- building in birds: a review of threats and opportunities. *Journal of Ornithology*, 160(3), 841-860. <https://doi.org/10.1007/s10336-019-01657-8>
- Schaefer, T. & Barkow, A. (2004). Habitat and nest site preferences of *Sylvia atricapilla* and *S. melanocephala* in Majorca. *Ardeola*, 51(2), 445-450. <https://avibirds.com/wp-content/uploads/pdf/zwartkop3.pdf>
- Sheng, Y., Bai, J., Xie, X., Ma, L., Li, W., Zhang, Z., Ming, F., Zhang, X., Zhang, Z., Xu, Z., Han, Y. & Ruan, L. (2022). *Urban Environmental Stresses Promote Nest Reuse by Annual Multiple-Brooded Bird Species*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4175956>
- Si, X., Cadotte, M. W., Zeng, D. I., Baselga, A., Zhao, Y., Li, J. & Ding, P. (2017). Functional and phylogenetic structure of island bird communities. *Journal of Animal Ecology*, 86(3), 532-542. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12650>
- Squalli, W., Mansouri, I., El Hassani, A., El Agy, A., Assouguem, A., Slimani, C., Fadil, F. & Dakki, M. (2021). Macro-habitat, micro-habitat segregation and breeding success of the 'vulnerable' native European turtle dove and the 'invasive' Eurasian collared dove from a North African agricultural area. *Biologia*, 76(12), 3743-3750. <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00870-2>
- Squalli, W., Mansouri, I., Ousaaid, D., Hmidani, M., Achiban, H., Fadil, F. & Dakki, M. (2022). New data on breeding strategies and reproductive success of the globally threatened Turtle dove co-occurring with the "competitive" collared dove and the "predatory" Maghreb magpie in olive orchards. *International Journal of Zoology*, 2022, 2864178. <https://doi.org/10.1155/2022/2864178>
- Urios, V., Escobar, J.V., Pardo, R. & Gómez, J.A. (Eds.). (1991). *Atlas de las aves nidificantes de la Comunidad Valenciana*. Consellería d'Agricultura i Pesca. Direcció General de Política Forestal i Pesquera. Valencia.
- Valladares, F. (2007). El hábitat mediterráneo continental: un sistema humanizado, cambiante y vulnerable. Ambientes mediterráneos. En: M. Paracuellos (Ed.), *Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos* (pp. 219-239). Almería, Colección Medio Ambiente.
- Vera, P., Marín, M., Belda, E. J. & Monrós, J. S. (2009). Estructura i composició del niu del Repicatalons *Emberiza schoeniclus witherbyi*. *Revista Catalana d'ornitologia*, 25(1), 43-48. <https://raco.cat/index.php/RCOritologia/article/view/240776>
- Winarni, N. L., Fuad, H. A., Anugra, B. G., Kaunain, N. N., Anisafitri, S., Atria, M. & Putrika, A. (2022). Potential ecological distributions of urban adapters and urban exploiters for the sustainability of the urban bird network. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(9), 474. <https://doi.org/10.3390/ijgi11090474>
- Xie, S., Su, Y., Xu, W., Cai, W., Wang, X., Lu, F. & Ouyang, Z. (2019). The effect of habitat changes along the urbanization gradient for breeding birds: an example from the Xiong'an New Area. *PeerJ*, 7, e7961. <https://doi.org/10.7717/peerj.7961>
- Ye, P., Yang, C. & Liang, W. (2019). Nest site availability and niche differentiation between two cavity-nesting birds in time and space. *Ecology and Evolution*, 9(20), 11904-11910. <https://doi.org/10.1002/ece3.5698>
- Zhang, H., Yan, L., Yu, L., Su, H., Hu, C., Zhang, M. & Kong, Z. (2023). The diversity of resident passerine bird in the East Yunnan-Kweichow Plateau is closely related to plant species richness, vertical altitude difference and habitat area. *Ecology and Evolution*, 13(1), e9735. <https://doi.org/10.1002/ece3.9735>