

# Importancia de las infraestructuras de riego tradicionales en la conservación de la avifauna en el entorno de humedales protegidos: el caso de Carrizales de Elche

Alejandro López Pomares<sup>1</sup>, Germán López Iborra<sup>1</sup> y Carlos Martín Cantarino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología/Instituto Multidisciplinar de Estudios Medioambientales (IMEM) Ramón Margalef.  
Universidad de Alicante, apartado 99, 03080. Alicante. Spain.  
[a.lopez.pomares@email.com](mailto:a.lopez.pomares@email.com), [german.lopez@ua.es](mailto:german.lopez@ua.es), [carlos.martin@ua.es](mailto:carlos.martin@ua.es)

**Resumen.** Las infraestructuras de riego como acequias, azarbes o embalses conforman un complejo sistema de abastecimiento de agua de gran extensión en los ecosistemas semiáridos Mediterráneos. En este sentido, el caso de Carrizales es paradigmático. Entorno rural situado entre los Parques Naturales de El Hondo de Elche-Crevillente y Las Salinas de Santa Pola, surcado por una extensa red de canalizaciones y balsas que han acabado por estructurar y conectar el territorio en torno a la necesaria presencia del agua. La influencia que estas construcciones tienen sobre la fauna y el medio ambiente no ha sido estudiada a pesar de su importancia y su semejanza a otros medios fluviales naturales. Para evaluar su efecto sobre las comunidades de aves en la época de cría, seleccionamos tramos de estos canales representativos de los diferentes hábitats que conforman, donde realizamos conteos de aves y a la vez estudiamos sus características físicas, la vegetación asociada, especialmente el carrizo (*Phragmites australis*), y los usos de suelo del entorno. Detectamos 37 especies, muchas de las cuales nidificantes habituales de humedales. El análisis de los datos permitió conocer que la vegetación asociada a los canales, junto con el grado de desarrollo del carrizo fueron los factores más importantes que afectaron a la presencia de aves y a la riqueza de especies. Por otro lado, detectamos que las actuales prácticas de gestión del carrizo en los canales no tenían en consideración la conservación de la biodiversidad. Por ello, nosotros proponemos alternativas que puedan ser aplicadas en el área con la colaboración de los regantes y que, en la mayor medida posible, permitan el correcto funcionamiento de la red de canales a la vez que puedan favorecer la expansión de las comunidades de aves.

**Palabras clave:** Sistema de riego, comunidad de aves, ecosistemas agrarios semiáridos, carrizo, humedales mediterráneos, recomendaciones de gestión.

**Abstract.** Irrigation infrastructures as canals and reservoirs shape a complex water supply system in semi-arid agrarian ecosystems. Thus, Carrizales is a paradigmatic example. It is a rural environment placed between two Natural Parks, El Hondo de Elche-Crevillente and Las Salinas de Santa Pola, criss-crossed with an extensive network of canals and ponds, which finally have organised and connected the territory based on the presence of water. The influence of canals on wildlife and the environment has not been studied despite their importance and similarity to other fluvial habitats. In order to assess its influence on bird communities in breeding season, we carried out bird counts, whereas we selected different sections in canals, representing all different possible habitats, while we studied physical characteristics, associated vegetation -mainly reed (*Phragmites australis*)-, and the land uses in the neighboring areas. We detected 37 bird species, most of which were also breeding in the wetlands nearby. Data analysis let us know that associated vegetation to the canals and reed development were the main factors affecting birds. We found that current management practices are not well-suited for biodiversity conservation purposes. Therefore, we suggest alternative strategies that can be applied in the area in cooperation with irrigators, which allow the proper functioning of the canal network while favoring the spread of bird species.

**Keywords:** Canal network; bird community; semi-arid agrarian ecosystems; reed; Mediterranean water bodies, management recommendations.

## 1 Introducción

La expansión del regadío por toda la cuenca Mediterránea desde tiempos remotos ha dado lugar a la reconfiguración del territorio, conduciendo el agua de riego hacia aquellos lugares en los que no se tenía fácil acceso con la intención de convertir en productivos terrenos yermos. Sin embargo, el caso concreto que nos ocupa, el espacio que se encuentra desde el

sureste de la actual población de Elche hasta el mar conocido como Carrizales (provincia de Alicante, en el sureste de la Península Ibérica), tiene ya una larga historia de vínculo con el agua, puesto que donde hoy día existe un extenso agrosistema hubo primero un golfo conocido como *Sinus Illicitanus*, y con el paso de los siglos y el aporte continuado de depósitos, una albufera, la de Elche (Ferrer, 2010). De hecho, el origen de las canalizaciones no está en el interés por el riego, sino en el transporte de aguas desde el río Segura hacia la llamada Bassa Languera o Almarjales, una gran charca que abastecía de aguas dulces a la Albufera, propiedad del Duque de Arcos, y utilizada con fines pesqueros y cinegéticos (Gil y Canales, 2007). La necesidad de construir el canal fue por el desvío natural del río que con anterioridad desembocaba en la Bassa Languera para hacerlo ahora directamente al mar por la población de Guardamar.

Ahora bien, durante el siglo XVIII, el territorio se desecó para facilitar su colonización y convertirlo en un sistema agrícola. Desde entonces hasta ahora, con el fin de mantener el abastecimiento de agua hacia estos terrenos, se ha desarrollado una extensa red de canalizaciones y balsas que han acabado por estructurar y conectar el territorio en torno a la necesaria presencia del agua. Y allá donde discurre ésta, el ecosistema se reconfigura, apareciendo nuevas especies vegetales y con ellas, todo la cadena trófica que las acompaña.

Posiblemente, la historia y las circunstancias concretas hayan hecho de este territorio un lugar de interés y atracción para la nidificación de aves acuáticas, palustres y zancudas. Sin embargo, el éxito prolongado a nuestros tiempos a priori consiste en haber podido reconfigurar el terreno para que a la vez que el hombre obtiene un rendimiento productivo del suelo, las aves y otras especies animales, como los peces, anfibios, insectos y demás, hayan tenido accesibilidad a un medio de calidad y extensión. De hecho, la hipótesis manejada en todo momento es que la pervivencia de este frágil agrosistema, que desde hace décadas se está viendo amenazado ante la intensa fragmentación de los hábitats, la expansión de las ciudades y otras zonas residenciales, y la crisis generalizada de la agricultura, depende en gran medida de la persistencia del hombre. Ambos, causa y efecto, la calidad de uno y otro, van de la mano.

La gran relevancia ambiental de este territorio, ha llevado a una preocupación por su salvaguarda. En el entorno rural existen dos grandes humedales que han sido foco principal del establecimiento de amplias comunidades de aves: El Hondo de Elche-Crevillente, y las Salinas de Santa Pola. El primero, un humedal formado a partir de las actuaciones de la Compañía Riegos de Levante en el primer cuarto del siglo XX, con el fin de crear, como colofón de las obras hidráulicas que impulsarían la agricultura más allá de estos territorios, un gran humedal en una zona deprimida del terreno, sobre parte del anterior almarjal, y servir así de gran embalse regulador y de repositorio ante situaciones críticas de sequía. El segundo, formado sobre la reminiscencia de aquella antigua Albufera ha funcionado desde finales del siglo XIX como explotación salinera. El reciente interés por la conservación de la fauna y del medio ambiente, ha llevado a las administraciones a seleccionar aquellas zonas de su territorio susceptibles de ser afectadas por la acción del hombre y que urge defender. Ambos espacios han sido declarados Parque Natural, las Salinas con sus 2.470 ha en 1988 y el Hondo con 2.387 ha en 1994, principalmente por el hecho de albergar importantes comunidades de aves entre las que se encuentran incluso especies en peligro de extinción. No obstante, a nuestro parecer, la carencia de una visión de conjunto y de una comprensión amplia del funcionamiento de los procesos naturales, ha llevado a que pasen desapercibidos elementos de estos sistemas con una importancia trascendental, redundando en una acumulación de efectos negativos. El más grave de los malentendidos ha sido el

de no considerar el elemento conector de estos dos lugares protegidos, Carrizales, como parte esencial para ser conservada, cuando en realidad es la fuente que los abastece.

El área de estudio, como ya se ha comentado, está surcada por una compleja red de acequias, azarbes y embalses. Nuestro interés se centró, hecho sorprendentemente poco estudiado hasta entonces, en conocer si los canales de riego, y los hábitats que crean a lo largo de toda su extensión, tienen algún efecto sobre la comunidad de aves y sobre qué grupos o especies en concreto. Así como, cuáles son las características de los mismos que mayor influencia tienen sobre su establecimiento. La relación con otros medios construidos por el hombre como balsas de riego o humedales artificiales sí que han sido en parte analizados (Erwin et al., 1994; Herremans, 1999; Moreno-Mateos et al., 2009; Sánchez-Zapata et al., 2005), sin embargo, los canales han sido desestimados. Un único trabajo, en el desierto de Thar en la India, demostró que la construcción de una red de canales a través del mismo dio pie a la colonización de especies de aves acuáticas, palustres y zancudas, aumentando la biodiversidad (Rahmani and Soni, 1997). Otro estudio muy reciente ha analizado la importancia que las acequias y azarbes podrían tener como corredores ecológicos conectando los humedales que tras su protección han quedado aislados (Aspe et al., 2014).

Los canales, sin embargo, plantean un problema. Puesto que su origen está en el abastecimiento de agua para fines productivos, requieren de un mantenimiento. Y el más importante reto para su adecuado funcionamiento es la gestión del carrizo (*Phragmites australis*), debido a su capacidad de interferir en la actividad y estructura de los canales. Sin embargo, es sabido que su eliminación altera los hábitats riparios influyendo negativamente a multitud de especies de aves (Graveland, 1998; Moreno-Mateos et al., 2009; Poulin and Lefebvre, 2002; Poulin et al., 2002). De este modo, surge un conflicto entre la conservación de la fauna y los usos agrícolas (Martín, 2009).

En definitiva, el propósito de este estudio es identificar las características físicas o bióticas de los canales de riego que influyen en la presencia y riqueza de aves, para así recomendar acciones apropiadas para la gestión.

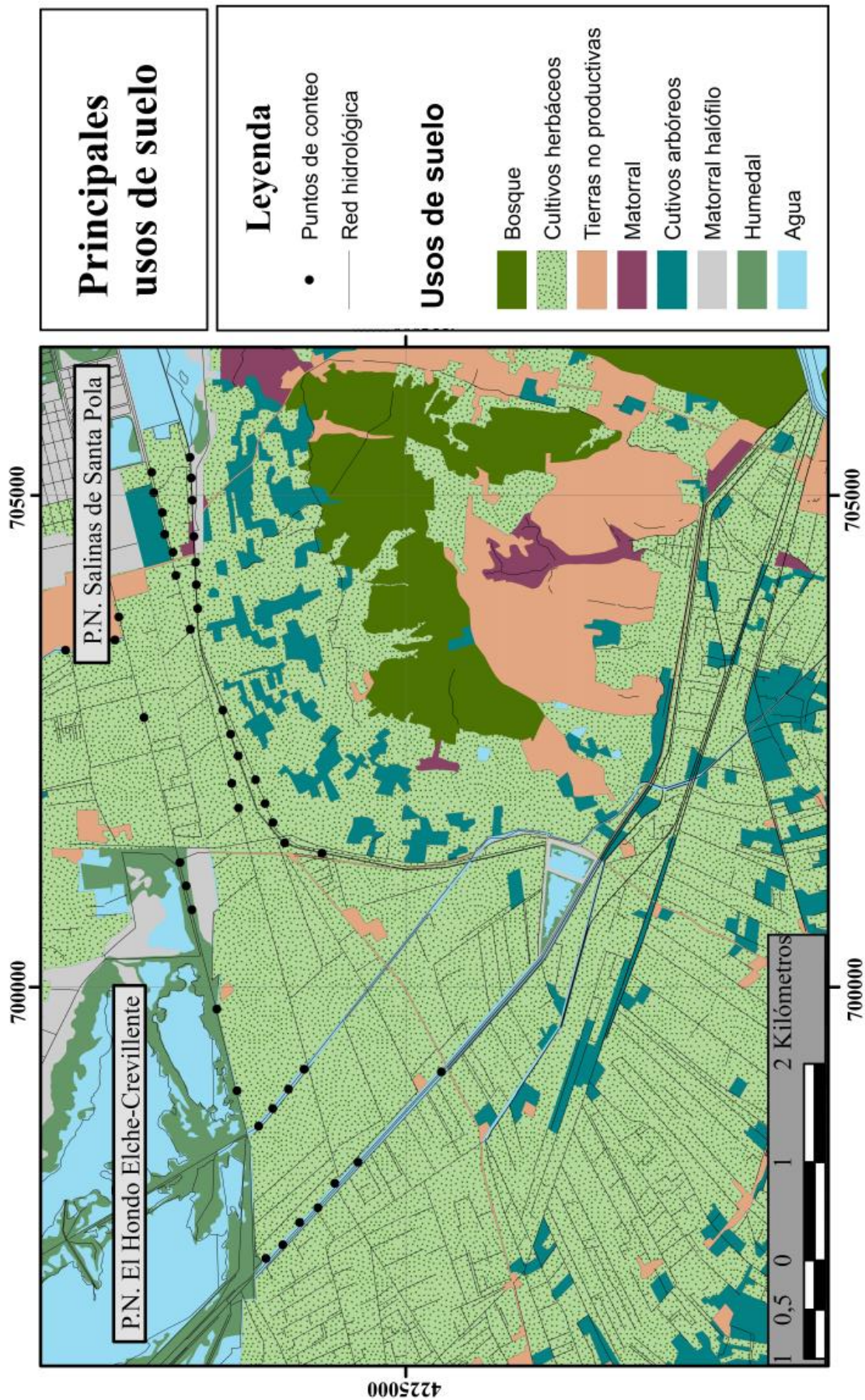
## 2 Metodología

### 2.1 Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en Carrizales, una zona rural situada al sureste de la población de Elche, entre los Parques Naturales de El Hondo y las Salinas de Santa Pola (0°39'- 0°45'O; 38°07'- 38°10'N) (Figura 1). Esta zona se caracteriza por un clima Mediterráneo semiárido, con una temperatura media anual de 18°C y una precipitación anual menor de 350 mm, con una sequía estival, e intensas e irregulares lluvias en el otoño.

En la actualidad este espacio de aproximadamente 1.649 ha forma un paisaje agrícola, atravesado por más de 8 kilómetros de acequias y azarbes, sólo atendiendo a las mayores, dando lugar a un complejo y heterogéneo ecosistema, donde una variedad de cultivos de regadío y de secano, incluyendo herbáceos (alcachofa, cereales) y arbóreos (granadas, olivos, palmeras), y cultivos abandonados, coexisten con vastas extensiones de saladar y carrizal.

Además está incluido dentro del "Catálogo de Zonas húmedas de la Comunidad Valenciana", y más recientemente ha sido propuesta su inclusión en el P.O.R.N. (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) del Sistema de Zonas Húmedas del Sur de Alicante.



**Fig. 1.** Mapa de Carrizales indicando los principales usos de suelo, la red de canales y los puntos de muestreo de aves. Fuente: Unidad de Cartografía de los Recursos Naturales U.A. Instituto Cartográfico Valenciano.

## **2.2 Conteo de aves**

A fin de estudiar las comunidades de aves que hacen uso de los canales de riego, se seleccionaron 45 tramos distribuidos por las principales acequias y azarbes que recorren el territorio, tratando de tomar una muestra representativa de cada tipo de hábitat desarrollado en su entorno en relación a las características de los mismos (construido en canal o en tierra, con o sin vegetación en el interior, con o sin carrizo). En cada punto de muestreo, de 100 m de longitud y 6,5 m a cada lado del canal, se realizaron conteos de aves de 5 minutos de duración, durante las primeras horas de sol, registrando cada individuo que se detectaba. En cada punto se hicieron dos réplicas a lo largo del periodo de muestreo que se extendió durante la época de cría, meses de mayo y junio, de 2007.

## **2.3 Características del hábitat**

Para conocer la influencia de los canales sobre las aves, se analizaron diferentes factores de los mismos. Por un lado se estudiaron variables físicas como la anchura del canal (m), la distancia al humedal más cercano (km) y el material de construcción (cemento o tierra). También se analizaron las características de la vegetación asociada a los canales, para lo que se realizaron diez transectos de 6.5 m cada uno, cinco a cada lado del canal, en los que se tomaron medidas de la longitud de cada contacto (especie vegetal interceptada o tramo de suelo), que posteriormente se utilizó para estimar el porcentaje de cobertura de cada uno. A partir del mismo procedimiento, también se anotaron las alturas máximas de cada individuo. Debido a la elevada cantidad de especies y la complejidad de los datos, decidimos agrupar las especies de plantas en diferentes categorías atendiendo a las características morfológicas o grupos funcionales (Tabla 1). Las alturas también se agruparon en diferentes categorías expresadas en porcentaje de cobertura.

Por otro lado, la importancia del carrizo nos llevó a individualizar y precisar su análisis, con el interés de ver su efecto concreto. Para ello se tomaron medidas de altura (m), diámetro de tallo (cm) y densidad (ind/m<sup>2</sup>), separando entre ejemplares vivos y secos, a partir de 20 muestras en cada punto de conteo, 16 en los bordes a diferentes distancias del agua (0, 0.75, 1.50 y 2.25 m) y 4 en el interior cada 25 m de distancia del punto central, mediante el uso de unos cuadrados de 33 cm x 33 cm. También se calcularon variables derivadas de estos como el número de bordes con carrizo y la presencia o no de carrizo en el interior del canal.

Finalmente, también se estudió la influencia que los distintos usos de suelo del entorno de los canales podía tener sobre las comunidades de aves. Para ello se calculó el porcentaje de cobertura de los distintos hábitats ubicados dentro de una circunferencia de 50 m de radio alrededor del punto de muestreo, mediante el uso de un servicio online oficial ([http://terrasit.gva.es/es/ver?servicio=infra\\_verde](http://terrasit.gva.es/es/ver?servicio=infra_verde)).

Las categorías definitivas para cada uno de los grupos de variables descritos se encuentran detalladas en la Tabla 1.

## **2.4 Análisis estadístico**

Todos estos grupos de variables se introdujeron en un Análisis de Partición Jerárquica (Chevan and Sutherland, 1991; MacNally, 2000), para identificar cuáles tienen una mayor influencia sobre la presencia de cada especie de ave y sobre la riqueza de especies en general. El método de la Partición Jerárquica permite, en situaciones de análisis multivariable, y tras la realización de un análisis de regresión, ir seleccionando modelos que de forma independiente contribuyen a explicar mejor la variable dependiente. Para ello utilizamos el programa R (R Development Core Team, 2009) y el paquete "hier.part" (Walsh and MacNally, 2003).

**Tabla 1.** Diferentes grupos y subgrupos de variables utilizados para el análisis estadístico. Junto a los nombres aparecen los valores medio, máximo y mínimo para cada caso, excepto para Material de construcción, Orillas con carrizo y Presencia de carrizo dentro del canal, que se muestran los porcentajes. A todos les acompaña una breve descripción.

Variables	Medio	Mínimo	Máximo	Definición
<b>FÍSICAS</b>				
Material de construcción	Cemento: 70%; Tierra: 30%			
Anchura	5.16	1.10	8.10	Anchura del canal (m)
Distancia	1.29	0.06	2.25	Distancia al humedal más cercano (km)
<b>CARRIZO</b>				
Densidad de tallos vivos	31.86	0.00	76.68	Densidad de tallos vivos o secos por m <sup>2</sup>
Densidad de tallos secos	6.16	0.00	23.88	
Altura carrizo vivo	1.62	0.41	3.78	Altura media de carrizo vivo o seco (m)
Altura carrizo seco	2.36	1.27	4.00	
				Diámetro medio de carrizo vivo o seco (cm)
Diám. carrizo vivo	1.00	0.41	3.21	
Diám. carrizo seco	1.09	0.30	2.98	
Orillas con carrizo	0: 17.8%; 1: 8.9%; 2: 73.3%			Número de bordes del canal con carrizo
Carrizo en el interior	Ausencia: 13.3%; Presencia: 86.7%			Presencia o no de carrizo en el interior del canal
<b>USOS DE SUELO JUNTO A LOS CANALES</b>				
Otros canales	1.36	0.00	13.71	
Carrizo	18.62	0.00	79.23	
Cultivos arbóreos	6.71	0.00	31.21	% cobertura de los usos listados
Cultivos herbáceos	8.21	0.00	36.71	
Matorral halófilo	23.84	0.00	63.70	
Suelo desnudo	23.01	0.00	74.76	
Carreteras	1.32	0.00	37.48	
Gramíneas < 0.3 m	1.40	0.00	17.06	% cobertura de gramíneas en dos categorías de altura
Gramíneas > 0.3 m	1.86	0.00	11.67	
Plantas herbáceas <0.3 m	0.52	0.00	4.48	% cobertura de plantas herbáceas en tres categorías de altura
Plantas herbáceas 0.3-1 m	4.17	0.00	19.59	
Plantas herbáceas >1 m	6.74	0.50	14.14	
<b>ALTURA DE LA VEGETACIÓN</b>				
Sin vegetación	26.60	4.73	56.35	
0-0.3 m	6.28	0.00	37.76	
0.3-1 m	34.98	6.83	72.98	
1-2 m	16.25	0.00	44.59	% cobertura de la vegetación en diferentes categorías de altura
> 2 m	15.92	0.00	77.56	
<b>USOS DE SUELO EN EL ENTORNO DE LOS CANALES</b>				
Camino de tierra	10.57	0.00	27.32	
Canales	2,22	0,00	18,69	
Carretera	1,54	0,00	31,10	
Carrizo	13,04	0,00	62,85	
Tierras en barbecho	3,72	0,00	34,61	
Cultivos de cereales	21,89	0,00	75,88	
Cultivos de granados	5,58	0,00	52,93	
Cultivo herbáceos	2,91	0,00	37,69	
Cultivos de palmeras	10,13	0,00	64,10	
Matorral halófito	25,36	0,00	85,76	
Construcciones	0,31	0,00	6,26	

### 3 Resultados

#### 3.1 Modelos de presencia de especies

Se detectaron un total de 491 aves, pertenecientes a 37 especies, entre las cuales, las más abundantes fueron la Gallineta común (*Gallinula chloropus*) con 97 contactos, el Buitrón (*Cisticola juncidis*) con 68, la Golondrina (*Hirundo rustica*) con 45, el Carricero común (*Acro-*

*cephalus scirpaceus*) con 43 y la Garceta común (*Egretta garzetta*) con 28. En la tabla 2 aparece un listado de todas las especies detectadas, así como las familias a las que pertenecen y el tipo de hábitat al que responden. En los canales se han registrado especies de las consideradas generalistas, que pueden aparecer en cualquier medio, muchas de ellas asociadas a los cultivos del entorno, pero también multitud de las íntimamente asociadas a medios fluviales como aves acuáticas y palustres. Del total, sólo 15 especies fueron introducidas en el análisis estadístico por aparecer en al menos cuatro puntos, aunque para el estudio de la riqueza de especies se añadieron todas.

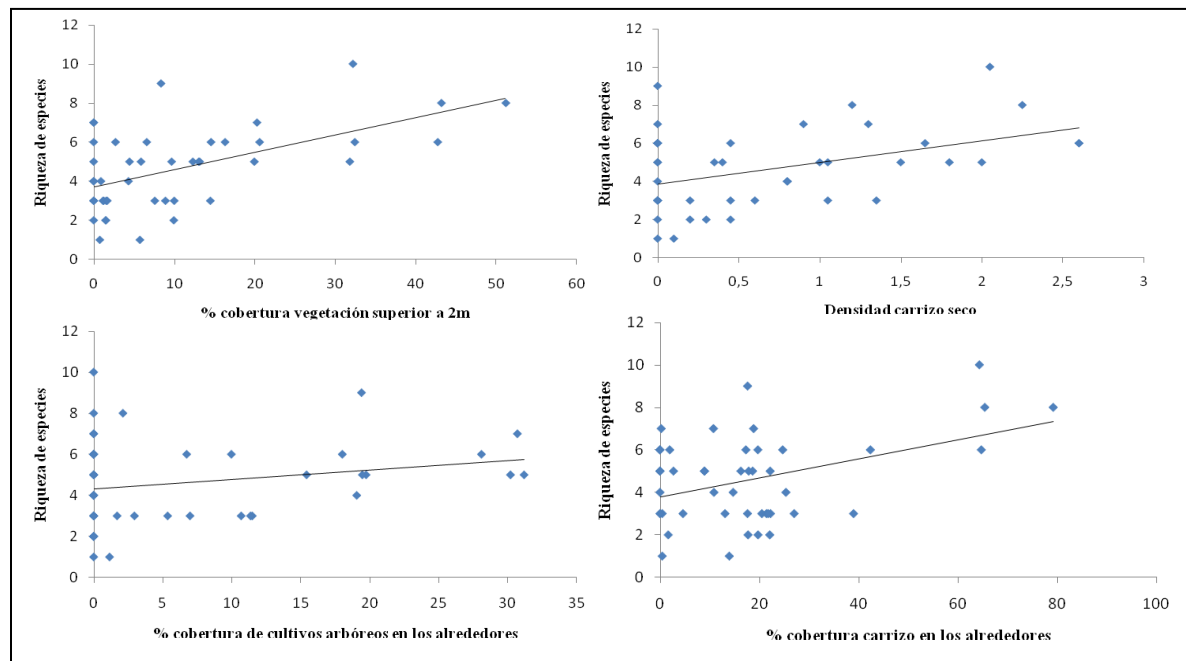
**Tabla 2.** Listado de las especies de aves detectadas en el estudio, separadas por tipo de hábitat. Se indica además el número de individuos contados y el número de diferentes puntos en los que aparecieron. En negrita se indican aquellas especies que fueron introducidas en el análisis estadístico.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Contactos	Puntos de conteo
<b>ACUÁTICAS</b>				
Anatidae	Ánade común	<i>Anas platyrhynchos</i>	6	3
	Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>	2	1
	Tarro blanco	<i>Tadorna tadorna</i>	2	1
Ardeidae	Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	2	2
	Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>	5	5
	Garcillacangrejera	<i>Ardeola ralloides</i>	6	4
	Garcilla bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	2	3
	Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	28	11
	Martinete común	<i>Nycticorax nycticorax</i>	10	3
	Charadriidae	Chorlitejo grande	<i>Charadrius hiaticula</i>	1
Laridae	Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	13	4
	Gaviota patiamarilla	<i>Larus cachinnans</i>	2	2
Rallidae	Gallineta de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	97	29
Recurvirostridae	Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	2	1
<b>PALUSTRES</b>				
Sylviidae	Carricero tordal	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	10	3
	Carricerín real	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	1	1
	Carricerín común	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	4	2
	Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	43	12
	Ruiseñor bastardo	<i>Cettia cetti</i>	10	8
	Buitrón	<i>Cisticola juncidis</i>	68	30
<b>DEPENDIENTES DE MEDIOS ACUÁTICOS</b>				
Pandionidae	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	1	1
Sternidae	Fumarel cariblanco	<i>Chlidonias hybridus</i>	13	5
<b>GENERALISTAS</b>				
Cuculidae	Cuco común	<i>Cuculus canorus</i>	3	2
Apodidae	Vencejo pálido	<i>Apus pallidus</i>	5	2
Upupidae	Abubilla	<i>Upupa epops</i>	7	3
Alaudidae	Cogujada común	<i>Galerida cristata</i>	2	1
Hirundinidae	Avión común	<i>Delichon urbicum</i>	14	4
	Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	45	12
	Avión zapador	<i>Riparia riparia</i>	4	2
Motacillidae	Lavandera blanca	<i>Motacilla alba</i>	4	2
Turdidae	Mirlo común	<i>Turdus merula</i>	18	12
	Sylviidae	Curruca mosquitera	<i>Sylvia borin</i>	2
	Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	17	10
Corvidae	Urraca común	<i>Pica pica</i>	3	1
Passeridae	Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	11	3
Fringilidae	Verderón europeo	<i>Chloris chloris</i>	19	9
	Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>	9	5

Las variables que influyeron de manera más decisiva fueron la Vegetación junto a los canales (en 5 especies) y el Carrizo (en 3 especies). Para el caso concreto de aves palustres como el Carricero común, el grado de desarrollo del carrizo (densidad, altura y grosor del tallo) fue determinante, al igual que la presencia de carrizo en el interior de los canales; para el Ruiseñor bastardo fue la presencia de carrizo junto a los canales y mejor en las dos orillas del canal; para otras especies, principalmente aquellas con requerimientos menos limitados, influyó de manera más decisiva la configuración del paisaje del entorno de los canales. Por ejemplo, mientras que para el Buitrón, fueron los cultivos de cereales, para el Mirlo, el Avión común y el Verderón, fueron los cultivos arbóreos.

### 3.2 Modelo para la riqueza de especies

El número total de especies está, como era de esperar, condicionado por la vegetación asociada al canal, pero también por la estructura del entorno. Mientras que la vegetación con altura superior a 2 metros (generalmente carrizo muy desarrollado) y la propia densidad del carrizo fueron determinantes, la existencia en las proximidades de otras masas de carrizo y cultivos arbóreos, también influyó. En la Figura 2 se muestra la relación positiva entre las cuatro variables y la riqueza de especies.



**Fig. 2.** Relación entre la Riqueza de especies en los canales y las más importantes variables ambientales.

## 4 Discusión

El estudio partió de la idea de tratar de conocer si los canales de riego actuaban de algún modo como hábitat para el sustento de comunidades de aves. Este hecho se confirmó tras realizar las primeras comprobaciones. En un principio dudamos de si la presencia de estas especies dentro de los canales podría responder a la mera utilización de los mismos como lugar de paso o con mucho a una detención en busca de alimento, sin embargo, la observación de aves acuáticas y palustres, especies con estrictos requerimientos ecológicos, como



los carriceros, avistados realizando cantos de apareamiento o la constatación de la existencia de nidos de gallinetas o de ánades entre el ramaje del carrizo, demuestra que los canales de riego son considerados como lugar para la cría, siempre y cuando se den un mínimo de condiciones adecuadas.

Los resultados preliminares que presentamos muestran además la importancia del conjunto del sistema conformado por el canal, la vegetación asociada y la configuración del entorno próximo, como unidades capaces de atraer o repeler diferentes especies de aves según sus propias características. Como se ha señalado con anterioridad, la vegetación junto al canal, que a su vez es consecuencia de otros factores como el material de construcción, los usos de suelo en las áreas colindantes u otras como la calidad y cantidad de agua, o los tratamientos de gestión de las acequias y azarbes, es uno de los principales condicionantes. En realidad, la frondosidad, del carrizo principalmente, favorece la acumulación de especies que pueden encontrar más alimento (insectos y otros que habitan entre las hojas y el suelo) y lugares donde cobijarse, que en canales construidos en cemento y sin vegetación. En este sentido, los factores que hacen a los canales atractivos concuerdan con lo que se ha observado para otros medios similares como humedales artificiales (Herremans, 1999; Moreno-Mateos et al., 2009) o balsas de riego (Erwin et al., 1994; Sánchez-Zapata et al., 2005) en ecosistemas agrícolas.

Todo lo anterior plantea el problema de la correcta gestión de los mismos, a fin de congeniar los dos aspectos aparentemente opuestos sobre los que bascula: la rentabilidad económica de la agricultura, en gran medida sujeta a conseguir que el agua fluya sin restricciones de ningún tipo hacia los campos ni cause problemas en épocas de lluvias intensas, y la consecución de una mayor calidad ambiental que repercuta en la conservación de la biodiversidad no sólo en el punto concreto sino en el conjunto de la zona. Como es bien sabido, el principal inconveniente lo crea el carrizo. Su imparable expansión allá donde haya alta humedad en el suelo, consumiendo recursos, y su relativa fragilidad, una vez que se seca, para quebrarse y acumularse formando tapones, hace que todas las tareas de gestión se centren en él. Las técnicas de eliminación han cambiado con el tiempo, y recientemente, se han mecanizado. Hasta el momento del estudio, el carrizo se eliminaba dos veces al año, una entre agosto y diciembre, utilizando una excavadora con un complemento en la pala que permite arrastrar el carrizo a la vez que se lleva lodos y la maleza acumulados en el cauce; y una segunda durante la propia época de cría, entre mayo y julio, pero esta vez cortando sólo el carrizo del interior usando una pequeña barca provista de unas cuchillas especiales, lo que deja la vegetación de los bordes intacta. La quema ya no está permitida. Estas faenas que se prolongan durante meses debido a la kilométrica extensión de canales que hay en la zona, no ha tenido, sin embargo, en cuenta a la avifauna, más que por las mínimas restricciones que las administraciones ambientales imponen, por lo que la vegetación está en un constante proceso de perturbación, inestabilidad y escasa espesura que, irremediablemente, afecta negativamente a las aves. Aduciendo a razones de rentabilidad, auspiciado por las administraciones, una de las medidas drásticas que se han estado tomando en los últimos tiempos son la cementación y entubamiento de los cauces. Sin embargo, el impacto sobre la fauna, y, especialmente, sobre el paisaje, es devastador.

Para entrar en este aspecto, y a partir de los resultados obtenidos, se plantean algunas recomendaciones. Por supuesto, es un tema difícil de tratar, dado que los canales son sustentados por las comunidades de regantes y de la prosperidad de la actividad agrícola depende su continuidad. Por ello, las propuestas no son tajantes o concluyentes, sino insinuadoras, tratando de acercar las dos posturas, haciendo además ver que la cuestión ecológica podría tenerse no como un impedimento, sino como una perspectiva de futuro, una marca o un

valor añadido al producto agrícola, cosechado en condiciones de elevada calidad ambiental. La eliminación indiscriminada del carrizo puede suponer una merma grave para las poblaciones que anidan dentro de los canales, como se refleja en los resultados que hemos obtenido, influyendo principalmente sobre el conjunto de especies totales y sobre especies concretas como el Carricero, de igual modo indicado por otros estudios (Graveland, 1999; Moreno-Mateos et al., 2009; Poulin and Lefebvre, 2002; Poulin et al., 2002). Así, una estrategia novedosa podría ser diseñada en colaboración con los agricultores. Considerando nuestros datos, proponemos dos medidas alternativas: a) evitar la completa eliminación del carrizo en los bordes y cortar solamente el que se encuentra en el interior de los canales, además en otro momento del año diferente de la época de cría. De esta forma el agua fluiría, mientras que el carrizo desarrollado, con presencia de carrizo seco, que como se ha indicado es importante para ciertas especies, se conservaría. Si esto no pudiera ser, proponemos b) que la retirada del carrizo se haga dejando parches sin cortar a lo largo de los canales, en ambos márgenes, y quedando separados por distancias iguales. Estos fragmentos podrían ser cortados cada dos años, en invierno, lo que permitiría que en primavera se mantuviera un mosaico de parches de carrizo de diferente antigüedad y tamaño en el paisaje. Para saber cuál debería ser la longitud de tales segmentos, se ha tenido en cuenta el área mínima de carrizo necesitada por las especies palustres para anidar. De acuerdo con Báldi (2004, 2006), para el Carricero común este tamaño debería ser de 0.11 ha y para el Carricero tordal de 0.17 ha. Otros estudios han estimado el tamaño mínimo que ha de tener un carrizal para albergar una comunidad de aves representativa en medios agrícolas, que lo establecen en 0.5 ha (Moreno-Mateos et al., 2009).

Todos los datos mostrados confirman el valor ecológico que tienen los canales de riego y avenamiento, al actuar como lugares de nidificación y establecimiento de comunidades de aves. Este hecho, que en principio se creía restringido a los principales humedales de la zona, plantea el hecho de tener que reconsiderar los principios de la protección de los espacios naturales, hasta ahora lugares herméticos y aislados, para pensarlos de una forma más amplia, abarcando aquellos lugares a los que están sustancialmente ligados y de los que, en gran medida, dependen. En nuestro caso concreto, Carrizales actúa de nexo entre los dos humedales, pero no sólo eso, sino como fuente de recursos y como parte inseparable del sistema, en el que la actividad humana se integra en la cotidianeidad. Y este todo, como se ha mostrado, forma una gran extensión, hacia la que las aves van y vienen ignorando los límites administrativos. Es relevante la presencia de especies fuertemente relacionadas con humedales. Comparando la fauna que cría en los Parques Naturales con la aparecida en nuestro estudio (Ramos and Fidel, 1999), y teniendo en cuenta la limitación temporal y espacial del mismo, encontramos 6 de las 7 especies de garzas, 3 de las 8 especies de ánades, 1 de las 4 especies de rálidos, 2 de las 5 especies de gaviotas, 1 de las 5 especies de charranes y 1 de las 5 especies de zancudas, así como 5 de las 8 principales especies de paseriformes palustres. Los que están ausentes puede ser debido a que las condiciones ecológicas que plantean las acequias y azarbes no son adecuadas para ellas, pero también porque los muestreos no han permitido detectarlos. Para ello se necesitaría ampliar el análisis a lo largo de varios años.

Estas sugerencias además van en consonancia con las nuevas tendencias en conservación que señalan que el foco debe dejar de centrarse en hábitats aislados y concretos para tomar en consideración una escala más amplia, la del paisaje (Sozio, 2013). En nuestro caso, el elemento que conecta al ecosistema en su conjunto es el agua, que circula del río a las acequias, de estas a los cultivos o a los humedales, y tras ser utilizada de vuelta a los azarbes para acabar desembocando en el mar. Ese es el complejo sistema, el paisaje, del cual tan

sólo se ha venido protegiendo uno de los puntos, el extremo, dejando que el resto de la red se deshaga ante esta falta de conciencia.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Proyecto WADI, INCO-CT2005-015226, de la Comisión Europea. Así mismo, agradecemos a la Comunidad de Regantes de Carrizales (Elche) su colaboración y el haber compartido su conocimiento sobre este complejo sistema.

## Referencias

- Aspe, C., Jacqué, M., Gilles, A. (2014): Irrigation canals as tools for climate change adaptation and ichthyological biodiversity management. A case study of integrated development in Southern France. *Regional Environmental Change*. In press.
- Báldi, A. (2004): Area requirements of passerine birds in the reed archipelago of lake Velence, Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50, 1-8.
- Báldi, A. (2006): Factors influencing occurrence of passerines in the reed archipelago of Lake Velence (Hungary). *Acta Ornithologica* 41, 1-6.
- Chevan, A., Sutherland, M. (1991): Hierarchical partitioning. *The American Statistician* 45, 90-96.
- Erwin, R. M., Hatfield, J. S., Howe, M. A., Klugman, S. S. (1994): Waterbird use of salt-marsh ponds created for open marsh water management. *Journal of Wildlife Management* 58, 516-524.
- Ferrer, C. (2010): El medio físico de la Vega Baja y el litoral de Guardamar: la génesis cultural de un paisaje, en Fundación MARQ, Ed., *Guardamar del Segura, Arqueología y Museo*, Diputación de Alicante, Ayuntamiento de Guardamar del Segura, pp 32-45.
- Gil, A.; Canales, G. (2007): *Residuos de propiedad señorial en España. Perduración y ocaso en el Bajo Segura* (2ª edición). Alicante, Cátedra Arzobispo Loazes, Universidad de Alicante, pp. 159-190.
- Graveland, J. (1998): Reed die-back, water level management and the decline of the Great Reed Warbler, *Acrocephalus arundinaceus*, in The Netherlands. *Ardea* 86, 187-201.
- Herremans, M. (1999): Waterbird diversity, densities, communities and seasonality in the Kalahari Basin, Botswana. *Journal of Arid Environments* 43, 319-350.
- Martín, C.; Martínez, R.; Belda, A.; López, A. (2009): Constructing an integrated El Hondo case according to WADI aims: reflections on methodological issues and reaching the social objectives of the WADI project, in Scapini et al., Ed., *Sustainable management of Mediterranean coastal fresh and transitional water bodies: a socio-economic and environmental analysis of changes and trends to enhance and sustain stakeholders benefits*. Firenze, Italy, Firenze University Press, pp. 9-27.
- MacNally, R. (2000): Regression and model building in conservation biology, biogeography and ecology: The distinction between –and reconciliation of– ‘predictive’ and ‘explanatory’ models. *Biodiversity and Conservation* 9, 655-671.

- Moreno-Mateos, D., Pedrocchi, C., Comín, F. A. (2009): Avian communities' preferences in recently created agricultural wetlands in irrigated landscapes of semi-arid areas. *Biodiversity and Conservation* 18, 811-828.
- Poulin, B., Lefebvre, G. (2002): Effect of winter cutting on the passerine breeding assemblage in French Mediterranean reedbeds. *Biodiversity and Conservation* 11, 1567-1581.
- Poulin, B., Lefebvre, G., Mauchamp, A. (2002): Habitat requirements of passerines and reedbed management in southern France. *Biological Conservation* 107, 315-325.
- R Development Core Team (2009). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>
- Rahmani, A.R., Soni, R.G. (1997): Avifaunal changes in the Indian Thar Desert. *Journal of Arid Environments* 36, 687-703.
- Ramos, A.J., Fidel, L. (1999): *Las aves de los humedales del sur de Alicante y su entorno*, Ed. Club Universitario, Alicante.
- Sánchez-Zapata, J.A., Anadón, J.D., Carrete, M., Jiménez, A., Navarro, J., Villacorta, Botella, F. (2005): Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodiversity and Conservation* 14, 1627-1639.
- Sozio, G., Mortelliti, A., Boccacci, F., Ranchelli, E., Battisti, C., Boitani, L. (2013): Conservation of species occupying ephemeral and patchy habitats in agricultural landscapes: The case of the Eurasian Reed Warbler. *Landscape and Urban Planning* 119, 9-19.
- Walsh, C., MacNally, R. (2003): *Hierarchical partitioning*. R Project for Statistical Computing. <http://cran.r-project.org/>