

Las balsas agrícolas en Andalucía: una oportunidad para enlazar desarrollo y conservación en climas mediterráneos.

Peñalver, P.*¹, León, D.¹, Casas, J.², Fuentes-Rodríguez, F.², Gallego, I.², Juan, M.², Pérez, C.³, Sánchez, P.³ y Toja, J.¹.

¹ Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla.

² Departamento de Biología y Geología. Facultad de Biología. Universidad de Almería.

³ Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

*patriciopd@us.es

RESUMEN

Se presenta el resumen de un extenso y fructífero trabajo de levantamiento de información, investigación y gestión llevado a cabo durante los años 2003-2011 entre la Administración de medio ambiente andaluza, Universidades Públicas de Sevilla, Almería y Granada y propietarios de fincas privadas en Andalucía, para estudiar la importancia, el reservorio, la localización y potencial uso de las balsas agrícolas en esta Comunidad Autónoma. Los resultados del trabajo de campo asociado continúan ofreciendo resultados muy llamativos acerca de su biodiversidad asociada así como del extraordinario poder como canalizadores y reservorios para muchas especies asociadas a los humedales naturales que, en muchos casos, han visto disminuida su distribución y posibles zonas de asentamiento, cría, refugio, debido en parte a la actividad humana.

Palabras clave: Balsas agrícolas, Andalucía, biodiversidad, paisaje, conservación.

INTRODUCCIÓN

Los cambios históricos en las técnicas de cultivo que se han instaurado en pro del funcionamiento de los modelos de desarrollo económico en los países occidentales han traído consigo procesos de desnaturalización del paisaje, que demanda nuevas políticas de gestión que incluyan todos y cada uno de los elementos implicados. Los procesos de modernización agrícola han tenido como principal motor el uso intensivo de los recursos disponibles, principalmente el agua, estableciéndose cambios drásticos y en muchos casos irreversibles, en los usos del suelo y los sistemas acuáticos continentales, tanto superficiales como subterráneos. En regiones de clima mediterráneo, caracterizados por periodos de sequía de distinta frecuencia e intensidad, el incremento de la producción agrícola ha conducido a los agricultores a sobrepasar los límites naturales establecidos por la litología, orografía y climatología de su región. Para ello, se han establecido planes de gestión cuyo resultado más llamativo (desde el punto de vista de la conservación de los ecosistemas), ha sido la construcción de numerosas infraestructuras hidráulicas. Las más clásicas son los embalses, además de sus correspondientes canales de distribución. Pero, en zonas de agricultura y/o ganadería intensivas (como ocurre en buena parte de Andalucía), este tipo de infraestructuras no es suficiente, por lo que en las últimas décadas ha proliferado la construcción de pequeños reservorios en fincas privadas, que reciben el nombre de balsas

Artículos

agrícolas o agropecuarias, para optimizar el aprovechamiento del agua tanto para riego como para abrevadero (o ambas actividades a la vez). El papel en el paisaje y las repercusiones en la diversidad biológica de estos sistemas es el tema central de la presente comunicación.

Una de las principales consecuencias negativas en el paisaje del agua generado por las nuevas técnicas de cultivo es la degradación de las zonas de drenaje inundables, como son los humedales naturales, por sobreexplotación de acuíferos e invasión de zonas húmedas (Barbier *et al.*, 1997, Beja *et al.*, 2003). Esta situación, que se viene constatando desde hace tiempo en Europa, está llevando a las Administraciones y entidades competentes a elaborar políticas y normativas específicas que establezcan las pautas para mejorar el estado de estos hábitats naturales y su influencia en la diversidad natural y paisajística. En Andalucía, esta situación es particularmente preocupante. Los datos obtenidos de la Red de Seguimiento de Humedales y de los inventarios de usos de suelo de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (CMA), indican que en los últimos cincuenta años, ha desaparecido el 46 % de los humedales de gran tamaño, superando ese porcentaje el 65 % si se incluye también a pequeños humedales. En España, se estima que en un periodo comprendido entre los años 1948-90 se destruyó el 60 % de los humedales del país. (CMA, 2002, CMA, 2007, CMA, 2009, Reques *et al.*, 2006).

Sin embargo, lejos de toda política de protección ambiental y creada con un objetivo eminentemente productivo, se han ido construyendo las mencionadas balsas agrícolas que, aunque en muchos casos puedan constituir un impacto negativo, en otros pueden ser positivas para la conservación de la biodiversidad. En muchas ocasiones, éstas pueden haberse convertido en un complemento de los humedales que ya parece imprescindible para la conservación de muchas especies, tanto vegetales como animales (Davies *et al.*, 2008, Echeagaray *et al.*, 2006, Hazell *et al.*, 2004, León *et al.*, 2010, Reques y Tejedo, 2008). Por lo tanto es preciso incorporar, de algún u otro modo, y así tenerlos en cuenta, a estos sistemas en los planes de gestión, intentando compaginar el uso para el que fueron construidos con su papel en la conservación.

Los procesos de fragmentación del hábitat son una de las principales causas de pérdida global de biodiversidad. En regiones donde predominan terrenos cultivados y urbanizados, la permeabilidad del terreno para permitir el desplazamiento de organismos y la conectividad paisajística disminuye y la capacidad para establecer metapoblaciones bien estructuradas desaparece (Gurrutxaga *et al.*, 2007). Como se comentaba previamente, uno de los elementos que está sufriendo más el crecimiento en la producción agrícola y el desarrollo urbano es la red de humedales naturales, en claro proceso de degradación (deseccación, salinización, etc.). Es en este caso donde, en ciertas regiones, estos nuevos sistemas podrían entrar a formar parte de una teórica red ecológica.

La cantidad de balsas agrícolas que se han construido en las últimas décadas en Andalucía sobrepasa en número y densidad a la de cualquier otra región Mediterránea. Por esto, en 2007, la CMA, puso en marcha un estudio a través de las Universidades de Sevilla, Almería y Granada: "Plan de potenciación ambiental de pequeñas masas de agua artificiales de Andalucía". El proyecto se inició tras hacer un inventario mediante fotointerpretación de casi 17.000 balsas agropecuarias, llegando en algunos casos a densidades extremas como en el caso de zonas áridas con cultivos intensivos bajo plástico al este de la región (figura 2) (Casas *et al.*, 2003).

Los objetivos principales del proyecto fueron: conocer el potencial ambiental de las balsas agrícolas; conocer la diversidad biológica y el funcionamiento limnológico de las balsas; -estudiar la relación de estos cuerpos de agua artificiales con los humedales naturales; -crear un manual de buenas prácticas para instar a los propietarios de estas balsas a conseguir la mejor calidad ambiental posible de éstas, respetando siempre el uso para el que fueron construidas.

ÁREA DE ESTUDIO

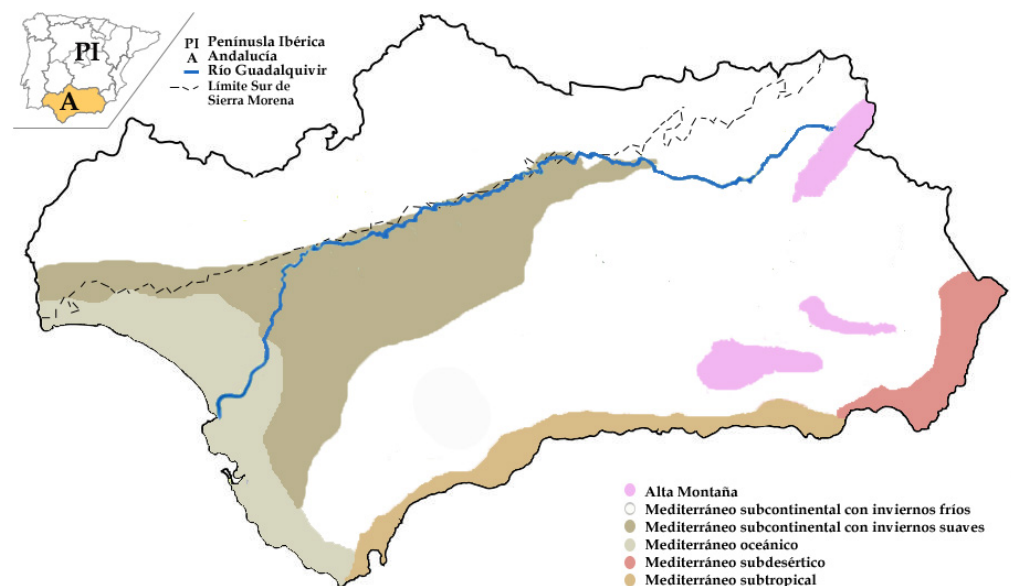
Andalucía (Sur de España) es una región con una extensión de 8.759.000 Ha, localizada en el extremo más meridional de Europa (Figura 1). La composición litológica de esta región es diversa y puede ser dividida, *grosso modo*, en dos dominios principales, separados por el eje del río Guadalquivir. El clima general es de tipo mediterráneo, con inviernos suaves y veranos calurosos, con relativamente poca lluvia (mayormente entre 300 y 500 mm anuales) distribuidas principalmente en primavera y otoño. Las particularidades de la localización geográfica, la transición entre climas templados y tropicales y entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, unido a la alta heterogeneidad del relieve, determinan una cierta diversidad climática. (Figura 1)

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La primera aproximación consistió en localizar y describir las balsas, usando fotointerpretación. Primero se estudiaron imágenes multiespectrales de baja resolución (30 m; Landsat TM: 2003) para detectar cuerpos de agua de origen artificial. Después de este barrido inicial, se estudiaron varias características de las balsas usando interpretación de orto-imágenes (B/W 1:20.000; años 2001-2002). Debido al gran número de balsas, en principio el estudio se centró en aquellas con más de 700 m² de superficie, con la excepción de las zonas de invernaderos de Almería, donde se tuvieron también en cuenta las balsas con superficie superior a 150 m², dada la extraordinaria concentración de pequeñas balsas en esta área (Figura 2).

Las características estudiadas usando orto-imágenes fueron: área superficial y tipo de vaso: 1) Artificial si la balsa presenta un contorno regular (rectangular o redondeado) con impermeabilización bien con polietileno (balsas PET), bien con cemento (balsas CON); 2) Natural, si presenta un contorno irregular y sustrato natural, represando escorrentías (balsas EMB) o excavando depresiones naturales (balsas EXC) y con una evidente conexión con la red natural de drenaje de los sistemas terrestres que las rodean (Figura 3).

Figura 1. Situación de Andalucía y división de la misma en regiones climatológicas.



Artículos

En base a los datos obtenidos se programó la segunda fase de recogida de datos de campo. En primer lugar se organizaron visitas para inspeccionar *in situ* la apariencia y la accesibilidad de las balsas (la mayoría de ellas en fincas privadas), para seleccionar al final una muestra representativa de ellas y monitorizar sus características físicas, químicas y biológicas. Se procuró la representación de un amplio rango de características, utilizando los siguientes criterios básicos para esta prospección: 1) localización geográfica; 2) condiciones litológicas y climáticas; 3) área superficial; 4) tipo de construcción; 5) origen del agua; 6) grado de naturalización y 7) manejo de la balsa. Se inspeccionaron en el campo alrededor de 250 balsas y, finalmente, se seleccionaron 139 para su caracterización morfométrica y estructural. 90 de ellas se muestrearon para una caracterización limnológica completa durante mayo y junio de 2007.

Posteriormente se seleccionaron 30 de estas balsas para realizar un estudio que informara de los cambios en el tiempo, realizando 4 muestreos más en invierno, primavera, verano y otoño de 2008. Para hacer esta selección se utilizaron diversos criterios semicuantitativos sobre la estructura de las balsas, procurando recoger toda la casuística.

Además, en primavera de 2009, se realizó un muestreo especialmente dirigido al estudio de los vertebrados acuáticos (peces, anfibios y reptiles). Para este estudio se muestrearon 45 balsas, que incluían las 30 seleccionadas para el estudio intensivo, añadiendo 15 más de las del estudio extensivo, que parecían interesantes para este grupo de organismos.

Los datos fisicoquímicos y biológicos obtenidos han sido objeto de múltiples análisis estadísticos con el fin de llegar a conclusiones válidas que refrenden nuestras hipótesis y objetivos (Gallego *et al.*, 2014, 2012, Fuentes-Rodríguez *et al.*, 2012, Casas, *et al.*, 2012, 2010, León *et al.*, 2011, 2010, Peñalver *et al.*, 2010). Se realizó un estudio paisajístico preliminar mediante herramientas SIG, cuyos resultados se presentan en este artículo.

Paralelamente a las campañas de prospección, se realizaron encuestas a los encargados de las fincas con el fin de cotejar nuestros datos y de obtener información relativa al manejo de las balsas (Juan *et al.*, 2012.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

INVENTARIO DE BALSAS

Utilizando la metodología explicada en el apartado anterior, se inventarió en Andalucía un total de 16.543 balsas, incluyendo aquéllas que tenían un área superior a 150 m² (Figura 2; Tabla 1).

Aparecieron 4 áreas con especial acumulación de balsas (Figura 2):

- » El área litoral semiárida de Almería, dedicada a cultivos en invernadero (alrededor de 20.000 Ha, donde apareció casi la mitad de las balsas inventariadas, la mayoría de ellas con tamaño muy pequeño (Tabla 1). En este sistema agrícola, cada agricultor tiene una balsa privada y es propietario de una parcela pequeña (área media por propiedad de 1,5 Ha) dedicada a cultivos tempranos. Como era de esperar, el riego es el uso dominante de estas balsas que estaban y están escasamente naturalizadas (Tabla 2).
- » Las zonas del oeste y sur de Huelva, donde predominan los cultivos de fresas y de cítricos. Es una zona de crecimiento de áreas irrigadas (se espera llegar a 70.000 Ha en el futuro). También hay muchas balsas en el norte de la provincia, básicamente dedicadas a abrevadero, la mayoría son balsas de represa de escorrentía superficial relativamente naturalizadas (Tabla 2).

Artículos

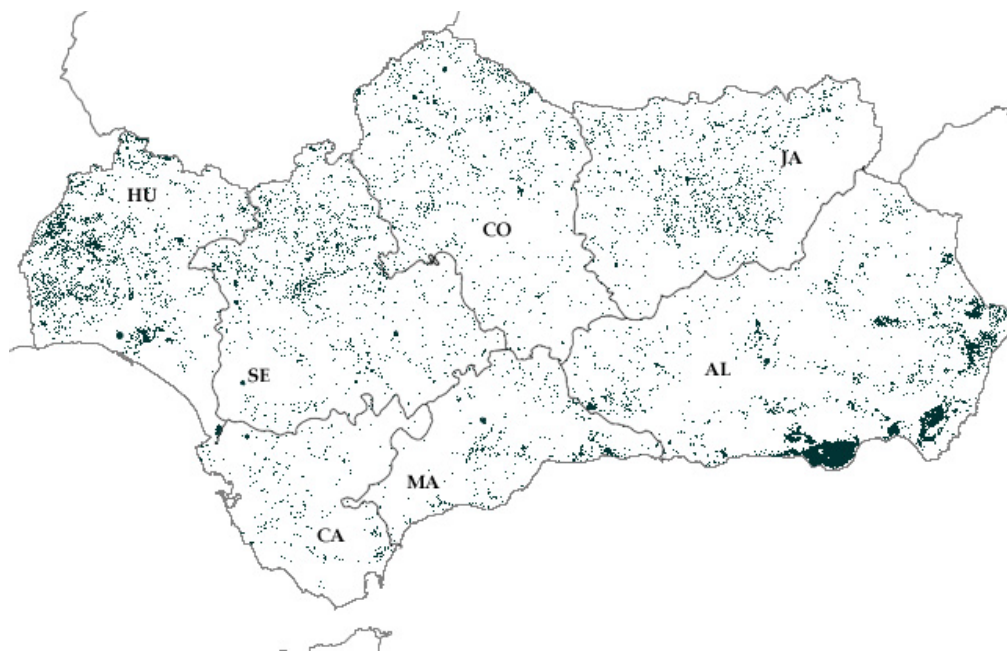


Figura 2. Distribución geográfica de las 16.543 balsas inventariadas por imagen satelitaria en Andalucía y límites provinciales: AL: Almería; CA: Cádiz; CO: Córdoba; HU: Huelva; JA: Jaén; MA: Málaga; SE: Sevilla.

Tabla 2. Distribución geográfica, por provincias y tamaño de las balsas inventariadas dentro de Andalucía, usando imágenes Landsat y fotointerpretación de ortoimágenes.

PROVINCIA	Nº DE BALSAS >150 M ²	Nº DE BALSAS >700 M ²	ÁREA TOTAL OCUPADA POR BALSAS (HA)	ÁREA MEDIA POR BALSA (HA)
Almería (AL)	8.730	1.714	617	0,071
Cádiz (CA)	587	325	398	0,678
Córdoba (CO)	1.057	1.057	805	0,761
Granada (GR)	930	930	254	0,273
Huelva (HU)	1.952	1.952	1.054	0,540
Jaén (JA)	1.256	1.256	783	0,623
Málaga (MA)	640	413	201	0,314
Sevilla (SE)	1.391	1.391	1.632	1,173
Total	16.543	9.038	5.744	0,347

Tabla 1. Porcentajes, por provincia, de los diferentes tipos de balsas, deducidos a partir de la interpretación de las ortoimágenes Tipo de uso: IR riego; IR+LS riego y abrevadero; LS abrevadero; IN industria, MI minas; OT otros usos o usos desconocido. Tipo de vaso: ART artificial; NAT natural, tanto represa en escorrentía como excavación de depresiones naturales. Vegetación marginal: ABS Ausente; PRE presente.

PROVINCIA	TIPO DE USO						TIPO DE VASO		VEGETACIÓN MARGINAL	
	IR	IR + LS	LS	IN	MI	OT	ART	NAT	ABS	PRE
Almería (AL)	100	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	100	< 1	100	< 1
Cádiz (CA)	68	9	9	3	3	8	69	31	84	16
Córdoba (CO)	22	11	51	13	3	< 1	29	71	87	13
Granada (GR)	90	2	2	5	1	< 1	97	3	95	5
Huelva (HU)	25	9	64	< 1	2	< 1	21	79	91	9
Jaén (JA)	57	4	19	18	2	< 1	74	26	96	4
Málaga (MA)	76	2	1	11	1	9	91	9	94	6
Sevilla (SE)	61	12	20	3	4	< 1	46	54	92	8
Total	60	6	25	6	3	< 1	62	38	82	8

Artículos

- » Igualmente, la zona norte de Sevilla y Córdoba, en la Sierra Morena está caracterizada por las dehesas, y las más abundantes son las balsas de represa de escorrentía superficial. La parte central de estas dos provincias, en el centro del Valle del Guadalquivir, está dominada por cítricos y olivares de regadío. En esta última zona, la mayoría de las balsas son más artificiales que las de la Sierra (Tabla 2).
- » En la provincia de Jaén (lo mismo que en parte de Córdoba) es notable el número de balsas con uso industrial, la mayoría de ellas son balsas de tratamiento de alpechines.

Por término medio, las balsas más grandes se encontraron en las zonas agrarias del valle del Guadalquivir (Sevilla, Córdoba y Jaén; Tabla 1), posiblemente debido a la mayor extensión de las propiedades junto con el uso de algunas balsas por varios propietarios.

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN Y GRADO DE NATURALIZACIÓN.

Se prospectaron directamente 139 balsas que, según el tipo de construcción, podían clasificarse en 4 tipologías básicas (figura 3, tabla 3). 1) dique en escorrentía natural (EMB); 2) excavación con sustrato natural (EXC); 3) Balsa artificial con impermeabilización con polietileno (PET) y 4) Balsa artificial con impermeabilización con cemento (CON). Otras características consideradas, para estimar la mayor o menor naturalización, fueron la presencia/ausencia de vegetación marginal y el uso de la balsa por deducción a partir de los principales usos del territorio que las rodeaba (Tabla 2).

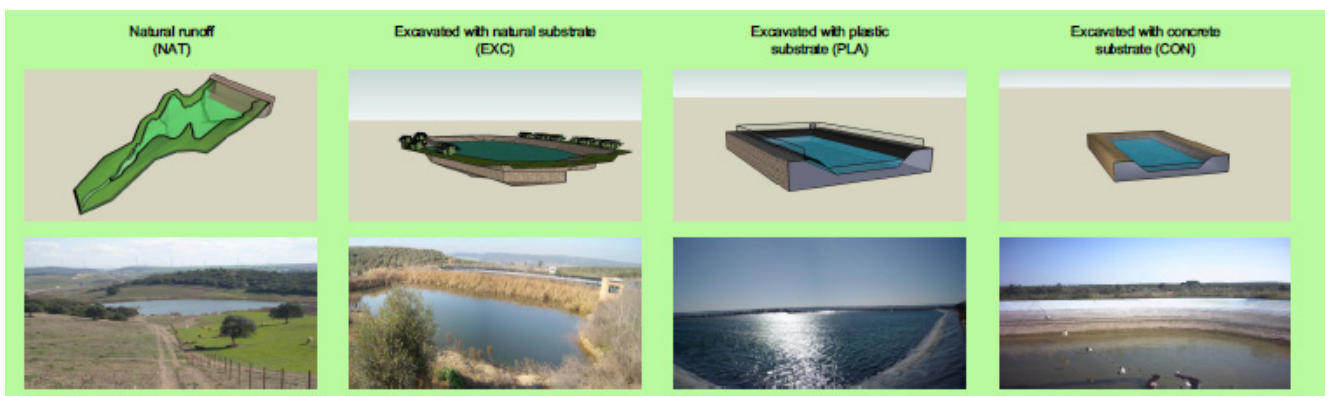


Figura 3. Tipologías principales de balsas. Esquema general (figuras de arriba) y fotos de algunos ejemplos (figuras de abajo). NAT: dique en escorrentía natural; EXC: excavación con sustrato natural; PET impermeabilización con polietileno y CON: impermeabilización con cemento.

Tabla 3. Distribución por provincias de 139 balsas estudiadas en campo, agrupadas por el tipo de construcción: EMB embalse en escorrentía natural; EXC excavación en depresiones naturales; PET balsa artificial impermeabilizada con polietileno y CON balsa artificial impermeabilizada con cemento.

PROVINCIA	Nº DE BALSAS ESTUDIADAS	TIPO DE CONSTRUCCIÓN			
		EMB	EXC	PET	CON
Almería	59	0	0	23	36
Cádiz	10	7	3	0	0
Córdoba	14	11	3	0	0
Granada	8	3	1	2	2
Huelva	11	7	1	3	0
Jaén	10	3	0	7	0
Málaga	9	2	2	4	1
Sevilla	18	15	3	0	0

Artículos

Los dos tipos de balsas muy artificiales (PET y CON), generalmente, tienen una pobre naturalización, sólo hay una cierta acumulación de sedimentos finos en las zonas deposicionales. Sin embargo, el 33% de las balsas PET estudiadas tienen un sustrato de gravas sobre el plástico. Estas gravas se usan para proteger la impermeabilización cuando el polietileno utilizado es de baja densidad. Recientemente este material está siendo sustituido por el más resistente polietileno de alta densidad, por lo que no se añade grava para proteger la superficie del plástico. Esto redundaría en una menor potencialidad para la implantación de vegetación tanto litoral como sumergida (VAS) lo que, a la larga, determina una menor capacidad para acoger una alta biodiversidad.

La pendiente de las orillas de los 4 tipos de construcción es significativamente diferente, siendo la menor en las balsas EMB y la mayor en las CON (llegándose en algunas de ellas a 90°). Tanto el sustrato natural como la escasa pendiente de la orilla en EMB y EXC, se oponen a las balsas PET y CON, lo que determina mayor desarrollo de la vegetación litoral en los 2 primeros tipos.

Estos resultados tienen una gran importancia en el diseño de las balsas encaminado a promover una heterogeneidad de hábitat y una integridad del ecosistema, especialmente en relación con la naturalidad del sustrato. De hecho, todas las PET cubiertas de grava presentan vegetación litoral. Incluso, aunque estas balsas sufren fuertes fluctuaciones de nivel, puede presentar vegetación litoral, a pesar de la simplicidad de este sustrato. Esta permanencia de la vegetación puede deberse a que las fluctuaciones, sobre todo en las balsas de pequeño tamaño, son de corta duración, por lo que algunas especies las pueden soportar. Una de ellas es el carrizo (*Phragmites australis*). De hecho, el carrizo es la única especie que coloniza las márgenes de las balsas PET con grava, con un notable perímetro cubierto que oscila entre el 10 y el 45% del perímetro. En EMB y EXC la vegetación marginal puede ser más rica siendo frecuentes otras especies: anea (*Typha spp.*), juncos (*Juncus spp.*, *Scirpus holoschoenus*), caña (*Arundo donax*), zarzas (*Rubus spp.*), adelfa (*Nerium oleander*), taraje (*Tamarix spp.*) y álamo (*Populus alba*)

BIODIVERSIDAD ASOCIADA

La vegetación, tanto litoral como sumergida es de gran importancia para el asentamiento de una alta diversidad de la mayoría de los grupos de organismos acuáticos, ya que actúan como refugio y hábitat para ellos. Así, se han encontrado un alto número de especies en todos los grupos estudiados (algas, micro y macroinvertebrados, anfibios...). Riqueza que, en muchos casos (en las balsas más naturalizadas), es comparable a la que se encuentra en los humedales naturales. (Gallego *et al.*, 2014, 2012, Fuentes-Rodríguez *et al.*, 2012, Casas, *et al.*, 2012, 2010, León *et al.*, 2011, 2010, Peñalver *et al.*, 2010)

Hyla meridionalis. Una de las especies de anfibio inventariadas en las balsas de riego en Andalucía.



Artículos

Por ejemplo, en el caso de los anfibios se ha detectado la presencia de 12 de las 17 especies presentes en Andalucía y, teniendo en cuenta este grupo sólo se ha estudiado en 46 de las 16.547 balsas inventariadas, no es aventurado pensar que alberguen la totalidad de las especies que existen en Andalucía (Peñalver *et al.*, 2010).

Esta riqueza asociada a estos cuerpos de agua hace necesario dar a conocer a la sociedad y las entidades competentes la importancia que pueden tener en el futuro de la conservación del patrimonio natural de las regiones agropecuarias.

EL PAPEL DEL AGRICULTOR

Los datos de campo y las encuestas realizadas a los propietarios para conocer su postura ante los distintos aspectos de la gestión de sus balsas arrojaron datos interesantes (Juan *et al.* 2012):

La diferencia en cuanto a la tipología de la balsa y uso marca, lógicamente, una diferencia importante en cuanto a los protocolos de gestión. Aquellas balsas que presentan un mayor grado de naturalización tienen un mayor potencial para albergar diversidad (NAT y EXC).

Las balsas de sustrato natural presentan vegetación acuática sumergida (VAS) en muchos casos y los propietarios no suelen ejecutar ninguna acción de limpieza ni mecánica ni química, pues no asocian la presencia de VAS a problemas en los sistemas de riego, etc. Incluso les parece en ocasiones que la acción de la VAS es positiva en la calidad del agua.

Sin embargo, en áreas de cultivo intensivo (invernadero) en los que predominan balsas de sustrato artificial y de menor tamaño, los propietarios utilizan en muchos casos sustancias químicas como el sulfato de cobre, sin conocer el resultado negativo que esto pueda tener sobre la futura eutrofización y episodios de desarrollo de fitoplancton al acumularse restos de materia orgánica (VAS muerta) en el fondo de la balsa.

En todo caso se hace necesaria la cooperación con los colectivos de agricultores para hacerles saber las mejores líneas de actuación a seguir para mantener la mejor calidad posible de agua en sus balsas, tanto para su mejor gestión económica, como para conseguir un mejor estado ecológico que haga de estos cuerpos artificiales unos elementos importantes para albergar biodiversidad.

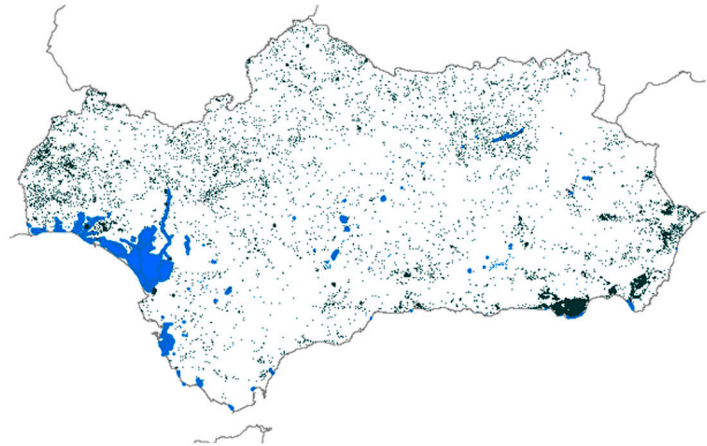
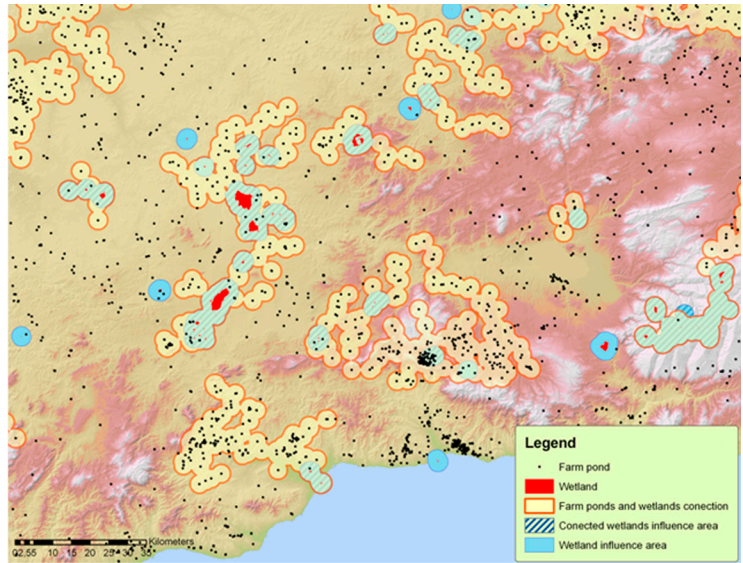
LAS BALSAS AGRÍCOLAS Y SU PAPEL COMO ELEMENTOS CONECTORES DEL PAISAJE

Haciendo análisis de conectividad paisajística mediante herramientas de SIG, se muestran dos casos en los que las balsas agrícolas podrían tener un papel importante. Tomando como referencia a los humedales naturales y estableciendo áreas de influencia de 5 km se obtiene una serie de polígonos que contienen más de un humedal pero que presentan escasa conexión entre sí (áreas azules rayadas en figura 4, arriba). Si se incluye a las balsas agrícolas y su teórica zona de influencia (polígonos en amarillo), la conectividad aumenta considerablemente (León *et al.*, 2011).

Como se comentaba, existen diferencias en los tipos de construcción y el consecuente grado de naturalización que puedan tener las balsas agrícolas y este es un elemento a tener en cuenta, ya que la importancia del papel como elementos interconectores entre nodos (humedales) no será el mismo en el caso de las balsas con sustrato artificial y gestión más intensiva, que en aquellas que tengan unas características más similares a un cuerpo de agua natural.

Artículos

Figura 4. Representación del cálculo realizado para los casos A y B, en los que una teórica red de balsas agrícolas podría posibilitar la generación de metapoblaciones cercanas a los humedales naturales (arriba). Representación de las capas de los humedales inventariados en la Red de Control de Humedales de la CMA (azul) y balsas agrícolas en Andalucía (verde). (abajo). Caso A: Polígonos de humedales conectados mediante balsas: 6; Área conectada: 114.553 ha; Perímetro: 442 km; N° de balsas agrícolas en el área: 133. Caso B: Polígonos de humedales conectados mediante balsas: 4; Área conectada: 123.412 ha; Perímetro: 487 km; N° de balsas agrícolas en el área: 297.



Por ello, parece interesante considerar estos sistemas agrícolas en políticas de conservación, ya que cobran un papel muy importante en el paisaje por su densidad, estableciendo líneas de actuación similares a las recogidas en los objetivos de la Política Agraria Común (PAC) entre los que está la protección del medio ambiente y la generación de zonas agrícolas que puedan servir como nexos en la Red Natura 2000, incentivándose económicamente la Producción Integrada, generando con estos métodos de cultivo menos impacto en los suelos y en la fragmentación del paisaje. Una línea interesante sería el incentivar de alguna forma la naturalización de las balsas agrícolas como elementos clave en la conectividad entre humedales y la permeabilidad del paisaje.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal becario y estudiante de la Universidad de Almería, Granada y Sevilla que colaboró en este amplio estudio. A todos los guardas y propietarios de las fincas por su buena disposición. A la Agencia de Medio Ambiente y Agua y a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía por financiar este proyecto.

- BARBIER, E., ACREMAN, M., KNOWLER, D. (1997). *Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores*: Oficina de la Convención RAMSAR.
- BEJA, P., R. Alcazar. (2003). Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. *Biological Conservation*, 114: 317-326.
- CASAS, J., CALVACHE, F., DELGADO, S., GARCÍA-MAYORAL, J., VIVAS, S., BAYO, M.M., LÓPEZ, D., ORTEGA, M., (2003). Inventario abierto de los humedales de la región semiárida almeriense: consideraciones sobre su tipificación. In: Paracuellos, M. (Ed.), *Ecología, Manejo y Conservación de Humedales*. Instituto de Estudios Almerienses, Diputación de Almería, Almería, Spain, pp. 171–186.
- CASAS, J., TOJA, J., BONACHELA, S., FUENTES, F., GALLEGRO, I., JUAN, M., LEÓN, D., PEÑALVER, P., PÉREZ, C. AND SÁNCHEZ, P. (2010). Artificial ponds in a Mediterranean region (Andalusia, southern Spain): agricultural and environmental issues. *Water and Environment Journal*. 25 (3): 308-317.
- CASAS, J., TOJA, J. PEÑALVER, P., JUAN, M., LEÓN, D. FUENTES-RODRÍGUEZ, F., GALLEGRO, I. FENOY, E., PÉREZ-MERTÍNEZ, C. SÁNCHEZ, P., BONACHELA, S., ELORRIETA, M.A. (2012). Farm ponds as potential complementary habitats to natural wetlands in a Mediterranean region. *Wetlands*, 32 (1): 161-174.
- Consejería de Medio Ambiente. (2002). *Plan Andaluz de Humedales*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente. (2007) *Memoria de actuaciones en materia de Humedales. Año 2007*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente (2009). *Memoria de actuaciones en materia de humedales 2008*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía
- Consejería de Medio Ambiente (2011). *Manual práctico de balsas agrícolas*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- DAVIES, B. R., BIGGS, J., WILLIAMS, P., WHITFIELD, M., NICOLET, P., SEAR, D, BRAY, S., S. Maund. (2008). Comparative biodiversity of aquatic habitats in European agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 125: 1-8.
- ECHEGARAY, J, PANIAGUA, D., ILLANA, A. (2006). Balsas de riego en Álava y fauna silvestre en Álava. *Quercus*. 246: 34-41.
- FUENTES-RODRIGUEZ, F., M. JUAN, I. GALLEGRO, M. LUSI, E. FENOY, D. LEÓN, P. PEÑALVER, J. TOJA AND J. J. CASAS, (2012). Diversity in Mediterranean farm ponds: trade-offs and synergies between irrigation modernisation and biodiversity conservation. *Freshwater Biology*. 58 (1): 63-78.
- GALLEGRO, I., T.A. DAVIDSON, E. JEPPESEN, C. PÉREZ-MARTÍNEZ, P. SÁNCHEZ-CASTILLO, M. JUAN, F. FUENTES-RODRÍGUEZ, D. LEÓN, P. PEÑALVER, J. TOJA, J.J. CASAS, (2012). Taxonomic or ecological approaches? Searching for phytoplankton surrogates in the determination of richness and assemblage composition in ponds. *Ecological Indicators* 18: 575–585.

Artículos

- GALLEGO, I., DAVIDSON, T.A., JEPPESEN, E. , PÉREZ-MARTÍNEZ, C., FUENTES-RODRÍGUEZ, F., JUAN, M, CASAS, J. (2014). Disturbance from pond management obscures local and regional drivers of assemblages of primary producers. *Freshwater Biology*. 59 (7): 1406–1422.
- GURRUTXAGA M., LOZANO P. (2007). Criterios para contemplar la conectividad del paisaje en la planificación territorial y sectorial. *Investigaciones geográficas*. 44: 75-88.
- HAZELL, D., J. M. HERO, D. LINDENMAYER, R. CUNNINGHAM. (2004). A comparison of constructed and natural habitat for frog conservation in an Australian agricultural landscape. *Biological Conservation*, 119: 61-71.
- JUAN, M., CASAS, J., BONACHELA, S., FUENTES-RODRÍGUEZ, F., GALLEGO, I., ELORRIETA, M. A. (2012). Construction characteristics and management practices of in-farm irrigation ponds in intensive agricultural systems — agronomic and environmental implications. *Irrigation and Drainage*, 61: 657–665.
- LEÓN, D., PEÑALVER, P., CASAS, J., JUAN, M., FUENTES, F., GALLEGO, I., AND TOJA, J. (2010). Zooplankton richness in farm ponds of andalusia (south of spain). *A comparison with natural wetlands. Limnetica* 29 (1): 153-162.
- LEÓN, D., PEÑALVER, P., CASAS, J., JUAN, M., FUENTES, F., GALLEGO, I., AND TOJA, J. (2010)..Zooplankton list from farm ponds of Andalusia (South of Spain) during 2007-2009. *Limnetica Internet* 2:1-6. www.limnetica.org
- LEÓN, D. (2011). Las balsas agrícolas en Andalucía como nuevos hábitats complementarios de los humedales naturales el caso de los rotíferos y microcrustáceos. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- PEÑALVER, P., LEÓN, D., CASAS, J., JUAN, M., FUENTES, F., GALLEGO, I., PRIETO, E., TOJA, J. (2010). Anfibios en balsas de Riego. *Quercus* 291:32-39.
- REQUES, R. (2005). *Conservación de la biodiversidad en los humedales de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- REQUES, R., TEJEDO, M. (2008). Crear charcas para anfibios: una herramienta eficaz de conservación. *Quercus*. 273: 14-20.

