



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo Fin de Grado

Biodiversidad en balsas de riego: Estado de la cuestión

Alumno/a: Javier del Fresno Sánchez

Enero, 2024

Trabajo Fin de Grado

Biodiversidad en balsas de riego: Estado de la cuestión



Alumno: Javier del Fresno Sánchez
Jaén, Julio, 2023

ÍNDICE

1 Resumen

2 Abstract

3 Palabras clave

4 Introducción

5 Metodología

6 Resultados

6.1 Balsas de riego como elementos conectores del paisaje

6.2 Vegetación

6.3 Zooplancton

6.4 Invertebrados

6.5 Aves

6.6 Anfibios

6.7 Ictiofauna

7 Conclusiones

8 Bibliografía

1. Resumen

Como consecuencia de la desaparición de los humedales naturales, la idea de que las balsas de riego puedan actuar como refugio alternativo para la biodiversidad, ha ido cobrando cada vez más importancia. En el presente estudio bibliográfico, se ha revisado la literatura en la que se describe el potencial de estas balsas como hábitats acuáticos alternativos. Esta revisión se ha llevado a cabo utilizando bases de datos tales como Web of Science utilizando las palabras clave “Irrigation Ponds”, “Artificial Ponds” y “Biodiversity”. Una vez analizada dicha información se trata de determinar si las balsas de riego pueden ser un refugio alternativo de la biodiversidad ante la pérdida de los humedales naturales sin dejar de lado en ningún momento la finalidad misma por la que las balsas han sido construidas.

2. Abstract

As a consequence of the disappearance of natural wetlands, the idea that irrigation ponds can act as an alternative refuge for biodiversity has become increasingly important. In this literature review, we reviewed the literature describing the potential of irrigation ponds as alternative aquatic habitats. This review has been carried out using databases such as Web of Science using the keywords "Irrigation Ponds", "Artificial Ponds" and "Biodiversity". Once this information has been analyzed, the aim is to determine whether irrigation ponds can be an alternative refuge for biodiversity in the face of the loss of natural wetlands, without neglecting the very purpose for which the ponds have been constructed.

3. Palabras clave

Balsas de riego, biodiversidad, humedales naturales

4. Introducción

La revolución agrícola desarrollada durante la segunda mitad del siglo XX es superior a cualquiera que se ha producido anteriormente para satisfacer los modelos de desarrollo de la economía en los países occidentales (Benton et al, 2003). El cambio en las prácticas agrícolas ha venido acompañado del uso desmesurado de los recursos disponibles (mayoritariamente el agua). Una de las principales consecuencias negativas en el paisaje 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 (Beja et al, 2003), que, en sinergia con los cambios en los usos del suelo y el cambio climático, son las causas de la pérdida de humedales. (OECD, 1996). Es muy difícil cuantificar cuál ha sido la pérdida ya que se desconoce la superficie total de humedales en el mundo, aunque podemos hacernos una idea. El índice de tendencias de la extensión de los humedales fue calculado para unos 400 humedales mediterráneos e indicó una pérdida del 48% de los humedales naturales entre 1970 y 2013. Esto indica que en los humedales de la región la situación ha sido peor en comparación con los tres continentes circundantes ya que África ha sufrido un 42% de pérdida, Asia un 32% y Europa un 35% (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018)

Como consecuencia de esta intensificación agrícola, se ha tratado de buscar diferentes métodos de gestión de los recursos impulsando la construcción de pequeños reservorios de agua en fincas privadas, llamados balsas de regadío, en las explotaciones agrícolas para asegurar el suministro de agua en los cultivos. La región mediterránea es la que sufre las mayores pérdidas de humedales naturales, pero es la que tiene un mayor incremento en la superficie de humedales artificiales tales como balsas de riego. (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018)

Existen diferentes tipos de balsas en función de su tamaño, material de construcción, el tipo de cultivo, el clima y la disponibilidad de recursos. Es por ello que podemos distinguir 5 tipos de balsas de riego (Figura 1):

Dique de escorrentía natural (NAT): estructura que se construye en un canal natural de agua, como un arroyo, un río o una quebrada, con el objetivo de regular el flujo de agua y reducir la erosión. Son balsas muy naturalizadas que tienen un gran desarrollo de vegetación tanto litoral como sumergida lo que provoca una mayor adaptación de las especies animales. Son las balsas que más se asemejan a los humedales naturales tanto en morfología como en funcionalidad.

Excavación con sustrato natural (EXC): son balsas que se realizan mediante una excavación en el suelo sin cubrirlas con ningún material para su impermeabilización. Son balsas menos

naturalizadas que las anteriores, aunque también permiten un gran desarrollo de ambos tipos de vegetación. La diversidad de especies que podemos encontrar en ellas es abundante.

Balsa con impermeabilización de polietileno (PE): es un tipo de balsa de agua que se construye utilizando una lámina de polietileno para hacerla impermeable. El polietileno es un material plástico resistente a la intemperie y a la corrosión, que es fácil de instalar y tiene una larga durabilidad. A menudo cuando el polietileno es de baja calidad se utiliza un sustrato de grava para proteger la impermeabilización. Estas balsas tienen un bajo grado de naturalización ya que el polietileno utilizado impide un buen desarrollo de vegetación y como consecuencia de ello, el proceso de adaptación de los seres vivos se dificulta.

Balsa con impermeabilización de cemento (CON): balsa que destaca por su durabilidad y resistencia a la intemperie. Son balsas que tienen una inclinación que puede llegar a 90° por lo que el crecimiento de vegetación es escaso como consecuencia del material de la impermeabilización y de la elevada inclinación de sus paredes. Al igual que la anterior tiene un bajo grado de naturalización por lo que la diversidad de especies es reducida.

Balsa de tipo Australiano (AU): suelen ser de planta circular, contruidos a base de paneles de chapa de acero ondulado, atornillados en las uniones, que se sellan con tela asfáltica. Se apoyan en una solera de hormigón y la chapa está galvanizada para evitar la corrosión. Son de tamaño mayor y se suelen construir a nivel de parcela individual para disponer de una pequeña regulación (riego con pivots). Son Balsas con un grado de naturalización nulo ya que en las paredes no permiten el crecimiento de vegetación litoral y dependiendo de su gestión, puede tener o no vegetación sumergida.

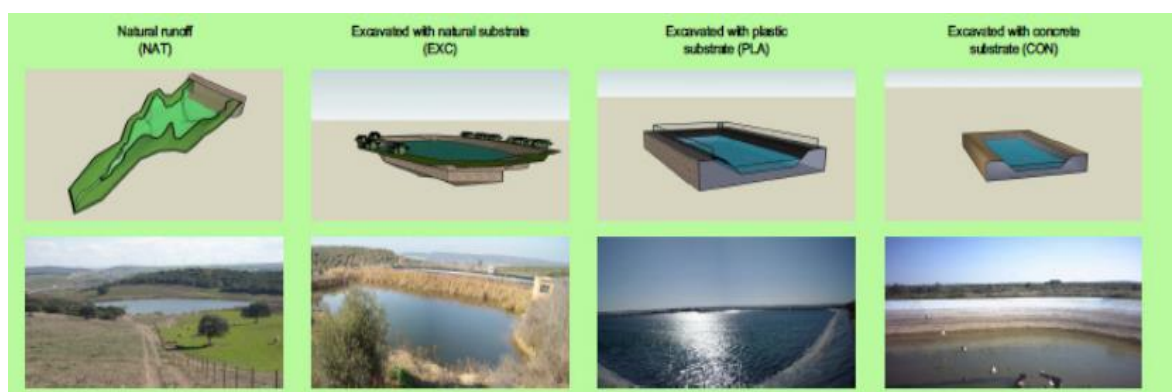


Figura 1: Tipologías principales de balsas de regadío (arriba) con imágenes de ejemplos abajo). (Peñalver et al, 2015)

Los reservorios de agua anteriormente nombrados, pueden albergar una gran variedad de especies. Esta variedad depende de varios factores importantes:

El primer factor de gran importancia es la morfología y el sustrato de las balsas. Las balsas construidas con impermeabilización de polietileno y de cemento reducen la potencialidad de la implantación de vegetación tanto litoral como sumergida. El segundo factor en importancia, es el grado de naturalización, puesto que la vegetación tanto sumergida como litoral, facilita el asentamiento de las especies encontrando un alto número de especies en las balsas de riego que pueden ser similares a las que podríamos encontrar en humedales naturales (Casas et al, 2011). La gestión que se lleve a cabo de las balsas de riego es de gran importancia. No debemos olvidar la finalidad para la que han sido construidas estas balsas por lo que una adecuada gestión debe ir unida con la conservación de la biodiversidad. Para ello es importante conocer previamente, entre otras, la importancia de sus características físico-químicas (profundidad, sustrato, salinidad, nutrientes, oxígeno, pH, temperatura...). (Consejería de medio ambiente de la Junta de Andalucía, 2011).

Cabe destacar que, aunque las balsas de riego puedan suponer un oasis de vida para la biodiversidad como consecuencia de la desaparición de los humedales, estas balsas también pueden suponer una trampa mortal para los animales. El material de construcción es el principal causante de este grave problema, ya que las balsas con sustrato de polietileno pueden ser trampas para las especies que se encuentren en su interior. Este material impide que una vez el animal haya entrado en la balsa pueda salir debido a que es muy resbaladizo. Sumado a esto, la elevada temperatura que adquiere el polietileno en los meses de verano y la posibilidad de ahogamiento hacen que éstas balsas constituyan un gran problema en la supervivencia de los animales.

En la actualidad sigue siendo una incógnita si estos reservorios artificiales, pueden actuar como refugio alternativo de los humedales para albergar la biodiversidad de los ecosistemas. Es por ello que cada vez hay más estudios cuya finalidad es tratar de demostrar si es factible.

En el presente trabajo, se realiza una revisión bibliográfica sobre la biodiversidad en las balsas de riego para tratar de demostrar el potencial que tienen estos reservorios de agua como complemento para albergar diversidad de especies de los humedales naturales. También se ha llevado a cabo una revisión de la bibliografía en la que se trata de demostrar la existencia de influencia de las balsas de riego sobre cada uno de los grupos taxonómicos (i.e. zooplankton, invertebrados, macrófitos, helófitos, anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces).

5. Metodología

Esta revisión bibliográfica se ha llevado a cabo siguiendo las recomendaciones de la lista de comprobación de Prisma (Heyn et al, 2019 y Moher et al, 2009), ya que Prisma contribuye más a la claridad y a la búsqueda, elaborando un diagrama más detallado e informativo.

Los criterios utilizados para seleccionar los artículos científicos han sido los siguientes:

- Artículos que contengan información de la situación actual de los humedales y las balsas de riego.
- Artículos que contengan información de la biodiversidad que podemos encontrar en las balsas de riego.

Como base de datos, se utilizó principalmente Web of Science aunque a medida que se iban seleccionando artículos, su bibliografía ha sido utilizada para reforzar nuestra revisión.

La primera búsqueda en la base de datos se utilizó el término “Artificial Ponds” combinándolo con el término “biodiversity” utilizando el conector “and” para que todos los artículos que aparecieran en nuestra búsqueda incluyeran ambas expresiones. Otra búsqueda realizada fue utilizando el término “Irrigation ponds” en lugar de “Artificial ponds” (Figura 2).

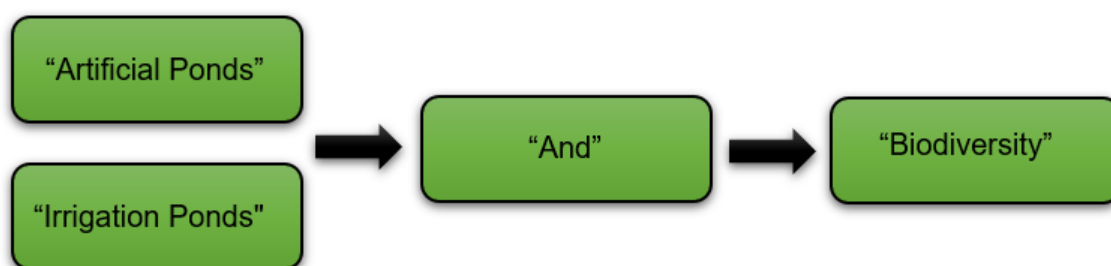


Figura (2): Método de búsqueda utilizado en la base de datos.

Posteriormente, se analizó toda la bibliografía encontrada con la búsqueda para identificar aquellos artículos en los que se encontrarán datos relevantes, extrayéndose información tal como país en el que se lleva a cabo el estudio, taxones y objetivo del estudio que se ha llevado a cabo. Se han seleccionado multitud de artículos de España y se ha procurado seleccionar artículos cuyo estudio se haya realizado en zonas cercanas a nuestra localización para que la información contenida en esta revisión sea lo más próxima y la que nos afecta más directamente.

6. Resultados y discusión

La figura 3 representa el país con mayor número de publicaciones relacionadas con la diversidad en las balsas de riego es España debido al gran número de reservorios de agua que

posee (tan sólo en Andalucía hay inventariadas más de 16000 balsas de riego) y como consecuencia de la pérdida y degradación de los humedales naturales del país.

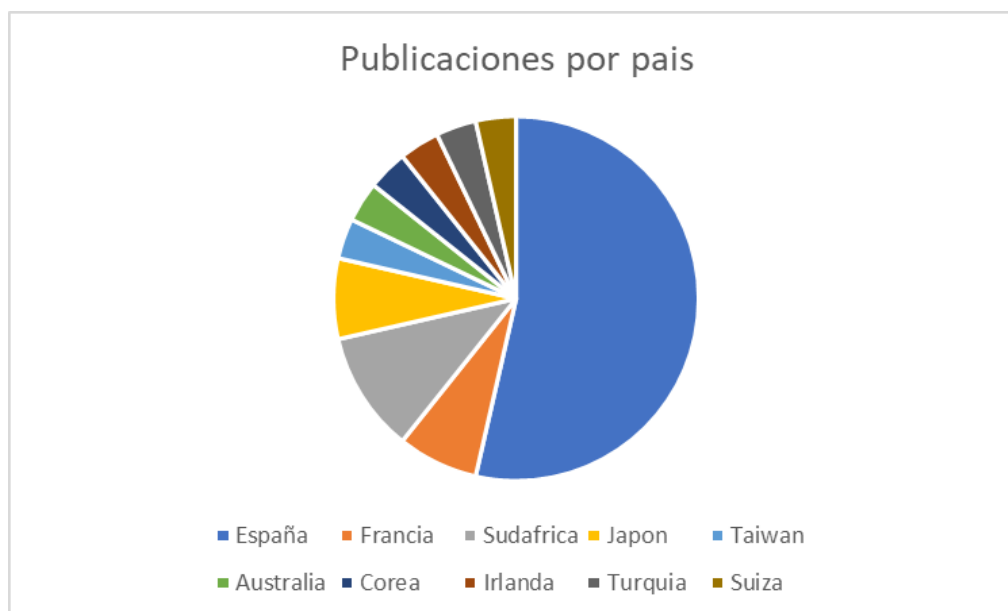


Figura 3: Porcentaje de publicaciones por país.

Como podemos observar en la figura 4, el número de publicaciones ha ido aumentando en gran medida a lo largo de los años, lo que reafirma más la idea de que ha aumentado el interés conocer el potencial ecológico que tienen las balsas de riego como refugio alternativo para la diversidad de especies.

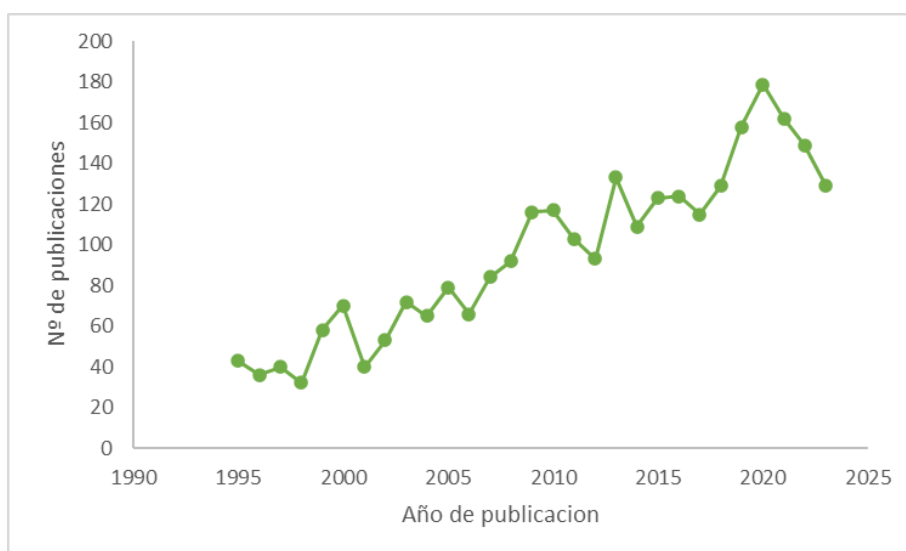


Figura 4: Número de publicaciones por año. Datos extraídos de la búsqueda "Irrigation ponds" y "Artificial ponds" and "Biodiversity" en Web of Science

En la figura 5, se recogen el número de artículos publicados por grupo taxonómico. Como podemos observar el grupo con mayor número de publicaciones son los invertebrados y la vegetación ya que son la base fundamental de los ecosistemas. La vegetación permite el ensamblaje del resto de grupos taxonómicos a las balsas naturales y junto con el plancton sirven de alimento para el resto de especies.



Figura 5: Porcentaje de artículos por grupo taxonómico.

6.1 Balsas de riego como elementos conectores del paisaje

Las balsas de riego pueden actuar como elementos conectores entre humedales debido a su gran densidad. Tan solo en Andalucía hay inventariadas más de 16000 balsas (Peñalver et al, 2015). Un estudio sobre conectividad realizado por Peñalver et al en 2015, mediante la herramienta SIG y atribuyendo un área de influencia teórica de 5 km entre los humedales naturales. Estableció que tienen poca conectividad entre sí, pero junto a las balsas de riego aumentaba la conectividad entre ellos. Los autores concluyeron que las balsas de riego podrían generar metapoblaciones cercanas a los humedales naturales.

El grado de naturalización influye en gran medida en el papel de las balsas de riego como conectores ya que no será la misma área de influencia en balsas construidas con polietileno y cemento que en aquellas con sustrato natural con características similares a las de los humedales naturales.

Como podemos observar en la figura 6, la conectividad entre humedales naturales (área de influencia azul), es escasa y en algunos casos nula, pero unida a las áreas de influencia de las

balsas de riego, la conectividad entre humedales naturales es mayor, pudiendo establecerse así, metapoblaciones entre humedales que, sin las balsas de riego, no podrían conectarse en ninguno de los casos.

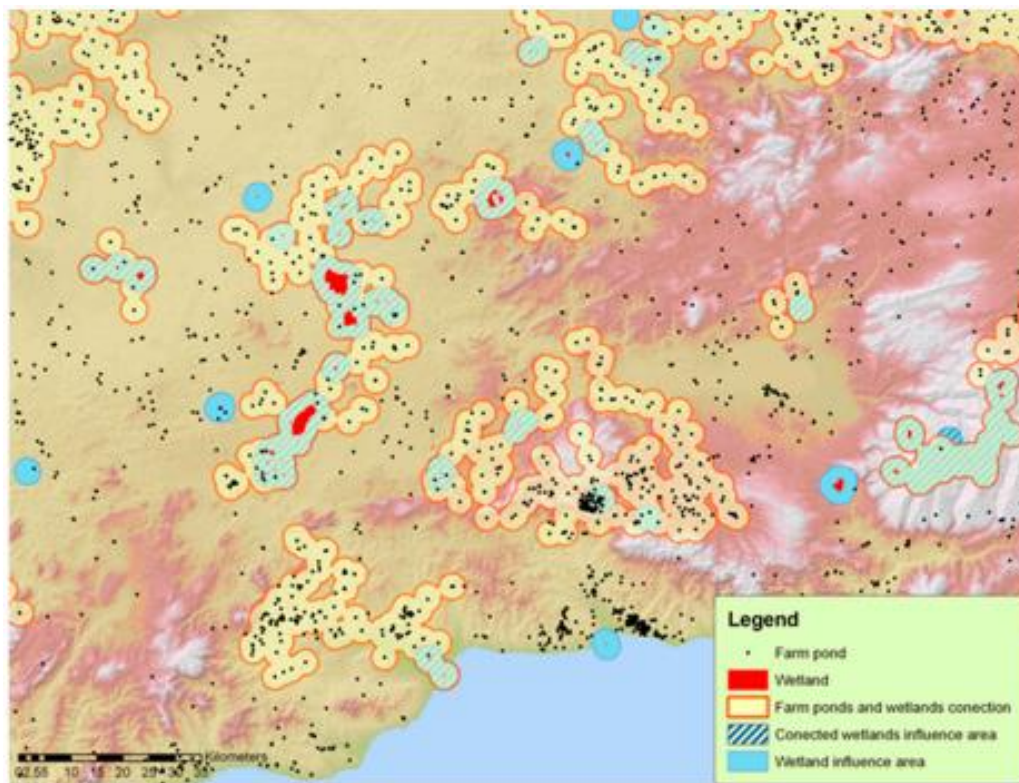


Figura 6. Representación teórica del área de la influencia de las balsas de riego para la conectividad entre humedales naturales (Peñalver et al, 2015)

Un estudio realizado por Zamora-Marín et al, (2021) establece que un paisaje con sólo estanques artificiales podría albergar sólo aproximadamente la mitad del conjunto de especies regionales. Esta proporción de especies que habitan estanques artificiales podría ser incluso menor, ya que los estanques naturales actúan frecuentemente como hábitats fuente para la mayoría de las especies de agua dulce. Aunque los estanques naturales son ecosistemas clave para promover y conservar la biodiversidad de agua dulce en todos los paisajes, están desapareciendo gradualmente, sobre todo por la intervención humana.

Otro estudio que apoya esta idea es el realizado por Brainwood et al, (2009) estableciendo que las balsas de riego tienen el potencial de proporcionar 'trampolines' entre hábitats no perturbados y modificados, contrarrestando en parte la fragmentación que se produce como resultado de las prácticas agrícolas.

6.2 Vegetación en las balsas de riego.

País	Tipo de balsa	Descripción	Referencia
España	Balsas de riego	Como la vegetación sumergida influye en la diversidad	Fuentes-Rodríguez et al, 2013
España	PET y EXC	Influencia del material en la diversidad de especies de plantas	Casas et al, 2010
España	PET	Relación material del estanque- tipo de vegetación	Asencio, 2014
España	EXC y PET	Influencia de la calidad del agua en la vegetación	Casas et al, 2011
Australia	PET	Influencia de las plantas para el ensamblaje de especies	Markwell et al, 2008
Reino unido	PET	Cómo influyen las plantas en el ensamblaje de especies	Davies et al, 2008
Sudáfrica	PET	Respuesta de los macrófitos a diferentes factores ambientales	Briggs et al, 2019

Tabla 1: Artículos de vegetación (Abreviaturas: EXC: excavación con sustrato natural; CON: con impermeabilización de cemento; NAT: dique de escorrentía natural; HUM: humedales naturales).

La vegetación toma un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos. es por ello que existen numerosos estudios a cerca de la vegetación en las balsas de riego (tabla 1).

La diversidad de la vegetación en las balsas de riego y el ensamblaje de las mismas, tanto macrófitos como hidrófitos, es el principal componente que determina la amplia biodiversidad de invertebrados y vertebrados en las balsas de riego. (Davies et al, 2008). Otro estudio que apoya esta idea es el realizado por Markwell et al., (2008) ya que descubrieron que la composición de la comunidad de invertebrados estuvo fuertemente influenciada por la estructura de macrófitos de la zona litoral, con diferencias significativas entre estanques con alta cobertura de macrófitos en comparación con aquellos con zonas litorales desnudas. En este estudio, se resalta la idea de que la vegetación sumergida aumenta significativamente la diversidad en las balsas artificiales (Fuentes-Rodríguez et al, 2013). Briggs et al, (2019) con su estudio también apoyaron la idea de que la vegetación influye en la diversidad de las especies ya que concluyeron que las balsas con buena vegetación, tanto en el agua como a lo largo del margen, son los más adecuados para promover la biodiversidad, siempre que la vegetación no sea demasiado densa y no esté dominada por una especie de planta.

Esta diversidad viene influida en gran parte del material con el que se construyen las balsas de riego, ya que en aquellas que tienen un menor grado de naturalización (balsa de polietileno, de cemento y de tipo australiano) muestran una baja densidad de vegetación marginal ya que el sustrato con el que están construidas y la pendiente de las mismas dificultan en gran medida el desarrollo de especies (Casas et al, 2010). Asencio (2014), mostró con su estudio que la diversidad de especies de los estanques estaba significativamente correlacionada con el tipo de estanque. Las balsas de riego que no estaban construidas con polietileno, contenían una gama más amplia de especies de macrófitos y macrófitos. Otra característica que influye en la diversidad de especies en las balsas es la calidad del agua. La calidad del agua en las balsas de riego que poseen vegetación acuática sumergida, es relativamente alta, en comparación con la eutrofización de otros cuerpos de agua, por lo que el asentamiento de especies en las balsas de riego es más sencillo debido a la calidad del agua. (Casas et al, 2011)

Aparte del sustrato de las balsas y de la pendiente de las mismas hay que tener en cuenta otros factores que afectan al desarrollo de la vegetación en las mismas como son los factores de gestión de las balsas. Un ejemplo que afecta en gran medida al asentamiento de la vegetación

en las balsas de riego son las grandes fluctuaciones del nivel de agua debido a la intensa extracción de agua durante la temporada de escasas precipitaciones (McHorney & Neill, 2007). La composición química y los nutrientes de las aguas de las balsas también son decisivos en el desarrollo de vegetación que componen la estructura de los ecosistemas acuáticos. (Alonso, 1998).

Dentro de las especies que podemos encontrar en las balsas de riego destacamos helófitos tales como *Juncus spp.*, *Nerium oleander* y *Scirpus holoschoenus* entre otros. Como macrófitos, podemos destacar especies como *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton pectinatus* o *Ranunculus trichophyllus* entre otros. Cabe destacar que la mayoría de especies y en mayor densidad son encontradas en balsas EXC y NAT ya que en estas balsas podemos encontrar como vegetación litoral como puede ser anea (*Typha spp.*), juncos (*Scirpus holoschoenus*), caña (*Arundo donax*), zarzas (*Rubus spp.*), adelfa (*Nerium oleander*), taraje (*Tamarix spp.*) y álamo (*Populus alba*) mientras que en el resto de tipos de balsas, encontramos mayoritariamente el carrizo (*Phragmites australis*) (Peñalver et al, 2015).

6.3 Zooplancton en las balsas de riego.

País	Tipo de balsa	Objetivos del estudio	Referencia
España	PET	Estudio de diversidad de zooplancton en balsas de riego	León et al, 2010
España	Balsas de riego	Listado de especies encontrados en el estudio anterior	León et al, 2010.
Sudáfrica	PET	Estudio de las variaciones de patrones de las comunidades a lo largo de las estaciones	Mofu et al, 2021

Portugal	PET, CON Y EXC	Diferencias de taxones en los diferentes tipos de balsas de riego	Boavida, 1999
----------	-------------------	---	---------------

Tabla 2: Artículos de zooplancton

Se han llevado a cabo estudios para determinar el zooplancton de las balsas de riego en comparación con los humedales naturales (tabla 2). Tan solo en uno de los estudios realizados en 64 balsas de riego de las 16000 inventariadas Andalucía, se registraron 112 taxones pertenecientes a rotíferos (61 taxones), ciclopodos (6 taxones), diaptómidos (3 taxones), harpacticoides (2 taxones), cladóceros (36 taxones) y ostrácodos (4 taxones) (León et al, 2010). las especies que aparecieron en mayor proporción fueron *Acanthocyclops americanus* en el 73,44% de las balsas y *Acanthocyclops robustus* (León et al, 2010) en el 50% de las balsas (León et al, 2010). La riqueza de zooplancton depende mucho del sustrato de las balsas de riego. Estudios determinan que existe poca diferencia en la variedad de taxones encontrados en balsas de riego con sustrato natural y que la diferencia aumenta en aquellas balsas construidas con polietileno o cemento (Boavida, 1999). Esto es debido a que las balsas con sustrato natural permiten una mayor proliferación de vegetación sumergida lo que provoca la creación de hábitats y por ende una mayor facilidad para colonizar estos ecosistemas. Los cambios estacionales de temperatura y las subsiguientes fluctuaciones en los niveles del agua provocaron cambios en la comunidad de zooplancton y establecieron a la temperatura como principal factor de estos cambios (Mofu et al, 2021). Esto es debido a que las balsas con sustrato natural permiten una mayor proliferación de vegetación sumergida lo que provoca la creación de hábitats y por ende una mayor facilidad para colonizar estos ecosistemas. También existen balsas de riego en las que se ha encontrado ausencia de especies. Esto puede ser consecuencia del origen subterráneo de las aguas que abastecen las balsas de riego o debido al uso de biocidas en el área. (León et al, 2010)

6.4 Invertebrados en las balsas de riego.

País	Tipo de balsa	Descripción	Referencia
España	PET	Estudio de los factores bióticos y abióticos para determinar la presencia de invertebrados	Abellán et al, 2006
España	PET y HUM	Comparación de parámetros naturales y comunidades de invertebrados entre balsas artificiales y humedales naturales	Reyne et al, 2020
España	PET y EXC	Comparación de diversidad alfa y beta de macroinvertebrados entre balsas y la influencia de macrófitos	Fuentes-Rodríguez et al, 2013
España	PET y HUM	Estudio de la diversidad gamma, alfa y beta	Fenoy et al, 2015
Francia	CON	Presencia de invertebrados en las balsas de riego	Céréghino et al, 2010
Sudáfrica	PET y CON	Riqueza y abundancia de odonatos en 17 balsas y 13 pozas	Simaika et al, 2016

Japón	PET	Variables que afectan a la riqueza de invertebrados	Nakanishi et al, 2013
-------	-----	--	-----------------------

Tabla 3: Artículos de invertebrados

Existen numerosos estudios acerca de la influencia de las balsas de riego sobre los invertebrados (tabla 3). En el estudio realizado por Abellan et al, (2006) encontraron que, aunque las balsas de riego proporcionan un nuevo hábitat para los macroinvertebrados acuáticos en paisajes agrícolas semiáridos, el número de taxones que encontraron (72) fue menor de lo que se hubiera esperado en humedales naturales incluso en ambientes semiáridos. También encontraron que las balsas de riego construidas con polietileno de baja densidad y cubiertas con arena y piedras contenían una riqueza de especies, abundancia y diversidad de macroinvertebrados significativamente mayor que las construidas con materiales plásticos de alta densidad. Reyne et al, (2020) concluyeron en su estudio que las balsas de riego en tierras de cultivo, así como en hábitats naturales adyacentes, podría proporcionar una gama más amplia de condiciones ambientales y comunidades de macroinvertebrados asociados más ricas, aumentando la conectividad del paisaje y mejorando aún más la biodiversidad regional La diversidad local de invertebrados lo que incrementa más la idea de que estas balsas pueden ser un hábitat alternativo a los humedales para los invertebrados. El estudio realizado por Fuentes-Rodríguez et al, (2013), trata de determinar la variabilidad de taxones que se encuentran en 94 balsas de las más de 16000 inventariadas en Andalucía. Estas 94 balsas de riego se dividieron en dos grupos: con sustrato natural y con sustrato artificial. En este estudio se identificaron 68 taxones de los cuales se encontraron principalmente insectos (53 familias) destacando mayoritariamente dípteros, coleópteros y heterópteros, seguido de moluscos (7 familias). También cabe destacar que los quironómidos se encontraron en la totalidad de las balsas, los coríxidos se encontraron en el 84% de las balsas y los oligoquetos se encontraron en el 64% de las balsas. También hubo una gran diferencia de diversidad entre los dos grupos de balsas, habiendo un mayor número de taxones en las balsas con sustrato natural.

Simaika et al (2016) realizaron un estudio de la influencia de las balsas de riego para los odonatos y concluyeron que estas balsas son lugares de paso para las especies de este grupo y que principalmente estas balsas albergan especies de generalistas.

Otro estudio realizado por Cereghino et al, (2010) evaluó los factores ambientales que influyen en las asociaciones de invertebrados en estos estanques. De los 114 taxones de invertebrados

que encontraron en el área de estudio, sólo 18 eran comunes a estanques y ríos, lo que indica que la contribución de los estanques agrícolas a la biodiversidad de agua dulce era potencialmente alta. También impulsó la idea de que la protección de los estanques agrícolas contra amenazas como el relleno y la contaminación puede hacer una contribución positiva al mantenimiento de la biodiversidad acuática. También, en un estudio realizado por Nakanishi et al (2013) encontraron que las variables que afectan a la diversidad de invertebrados en las balsas de riego son el número de especies de plantas emergentes, el porcentaje de revestimiento de hormigón y la polietileno, la presencia de hojarasca y la longitud periférica. Entre estas variables, el número de especies de plantas emergentes fue el factor más potente, tal vez porque las plantas emergentes sirven como sitios para la oviposición y la emergencia, y proporcionan refugio para los insectos acuáticos.

el trabajo de Fenoy et al (2015) apoya la idea de que la vegetación emergente es el factor más potente ya que tras realizar un estudio de los quironómidos llegaron a la conclusión que en las balsas de riego en las que su orilla es homogénea y sin vegetación, unido al manejo intensivo de las mismas, la diversidad local de especies sea menor que en aquellas que poseen vegetación.

6.5 Aves

País	Tipo de Balsa	Objetivo del estudio	Referencia
España	PET	Reproducción de aves acuáticas en las balsas	Sánchez-Zapata et al, 2005
España	PET	Análisis de la influencia de las aves en la calidad del agua de las balsas	Consejería de medio ambiente de la junta de Andalucía, 2011
Taiwán	PET	Estudio de la relación abundancia/superficie de la balsa	Hsu et al, 2019

Turquía	PET	Conteo de aves y la Karakas, 2017 influencia de la vegetación aledaña
---------	-----	---

Tabla 4: Artículos de Aves.

Como observamos en la tabla 4, existen varios artículos que estudian la influencia de las balsas de riego sobre estas:

Desde el punto de vista del aprovechamiento de las balsas, la presencia de aves supone un atractivo para la balsa y en muchos casos son indicativas del grado de salud de ésta, ambientalmente son del todo deseables. Sin embargo, grandes concentraciones de aves pueden resultar perjudiciales ya que pueden enriquecer el agua con sus excrementos. Estancias por tiempos cortos no constituirán un problema (Consejería de medio ambiente de Andalucía, 2011)

Para las aves, principalmente las acuáticas, puede resultar un lugar atractivo en el que habitar y anidar. Según Peñalver et al (2015), en un estudio realizado en el sureste de España descubrió que las balsas de riego eran utilizadas como hábitat de reproducción y alimentación por 22 especies de aves acuáticas y el número de reproducción de algunas de ellas parecía ser mayor en las balsas artificiales que en los humedales naturales cercanos. La abundancia de las aves acuáticas reproductoras estuvo influenciada por los materiales de construcción ya que, en los estanques contruidos con escaso o nulo polietileno, cubiertos con arena y piedras albergan más especies.

De la misma forma, Hsu et al, (2019) descubrieron que la superficie de las balsas es una variable importante que determina la presencia y la abundancia de muchas especies de aves acuáticas en las mismas.

A sí mismo, Karakas, (2017) realizó un censo de aves en balsas de riego y descubrió que la riqueza máxima de especies en las mismas se da en la época reproductiva. de la misma forma encontró que la vegetación alrededor de las balsas de riego cobra un papel fundamental para la presencia de aves acuáticas.

6.6 Anfibios

País	Tipo de balsa	Descripción	Referencia
España	PET y CON	Censo de especies de anfibios en las balsas	Peñalver et al, 2015
Francia España y Suiza	PET y HUM	Influencia de las balsas de riego en anfibios	Zamora-Marín et al, 2021
Francia	PET	Influencia de las balsas de riego en la conservación de anfibios	Arntzen et al, 2017

Tabla 5: Artículos de Anfibios.

Como observamos en la tabla 5, los anfibios también están en el foco de estudio para ver si las balsas de riego pueden albergar poblaciones. Como consecuencia de la destrucción de los humedales naturales, se ven en la necesidad de encontrar nuevos lugares en los que habitar. Los anfibios son dispersores activos terrestres, y esta gran capacidad de dispersión les permite colonizar rápidamente nuevos estanques artificiales, donde incluso pueden alcanzar valores de riqueza similares a los de estanques naturales ubicados en la misma región. (Arntzen et al, 2017). En este mismo estudio, se descubrió que, en un total de 22 balsas de riego, la densidad de anfibios era similar a la de los humedales naturales indicando que la creación de nuevos hábitats, puede desempeñar un papel fundamental en la conservación de los anfibios.

Un estudio realizado por Zamora-Marín et al (2021) descubrió que los anfibios, son los animales que se benefician más de las balsas de riego comparado con los invertebrados, ya que la baja presencia de estanques naturales, hacen a las balsas de riego un hábitat crítico para la

supervivencia de los anfibios. Asimismo, en algunos lugares, son el único lugar de reproducción para esta especie. también encontraron que los anfibios, se ven influenciados principalmente por el paisaje y las características de la balsa.

En otro estudio realizado por Peñalver et al (2015), se detectaron en las balsas de riego la presencia de 12 de las 17 especies de anfibios presentes en Andalucía, por lo que llegaron a aventurarse que pueden albergar la totalidad de las especies de anfibios, dando así a conocer la importancia que pueden tener en el futuro estas balsas de riego en la conservación de esta especie.

6.7 Ictiofauna

País	Tipo de balsa	Descripción	Referencia
España	PET, EXC y HUM	Estado de una especie en peligro de extinción de las balsas de riego	Casas et al, 2011
España	PET	Se refleja la forma en la que han sido introducidos los animales	Consejería de medio ambiente de la junta de Andalucía, 2011
Japón	PET	Estudio de las especies que se pueden encontrar en las balsas	Mitsuo et al, 2011

Tabla 6: Artículos de ictiofauna

Las balsas de riego, pueden suponer un hábitat idóneo para la presencia de peces. Debido a ello, existen estudios que tratan de determinar esto (tabla 6). La presencia de estos animales puede ser de dos formas: mediante la introducción de alevines por captación del agua de cauces, o introducción antropogénica con fines cinegéticos y como método para la limpieza de las aguas contenidas en la balsa. (Consejería de medio ambiente de la Junta de Andalucía, 2011).

Un estudio realizado por Casas et al (2011) a cerca de una especie de pez en peligro de extinción (Carpa dental ibérica), encontraron que el grueso de la población se encontraba en las balsas de riego debido a la calidad del agua sobre todo en aquellas con vegetación sumergida en comparación con la eutrofización de las lagunas costeras y a una dinámica activa debido a la conectividad de las balsas de riego con los canales y acequias.

Otro estudio realizado por Mitsuo et al (2011), encontraron que las especies que se encuentran en la balsa depende mucho del caudal por el que entre el agua a las balsas y que las especies que se encuentran principalmente en las balsas de riego son aquellas que tienen una alta tolerancia a los niveles bajos de oxígeno.

Conclusiones

La intensificación agrícola y los cambios en los sistemas de regadío, junto con el aumento de temperaturas y la mala gestión y protección de los humedales naturales, se ha traducido en un gran proceso de desaparición de estos ya que más del 50 % de los humedales naturales se han perdido (OECD, 1996). Como consecuencia de esto se ha puesto sobre el tablero la idea de que las balsas de riego puedan actuar como hábitat complementario y refugio artificial de aquellas especies que también podemos encontrar en los humedales naturales.

Las balsas de riego en ninguno de los casos pueden llegar a sustituir como hábitat a los humedales naturales, debido a las grandes diferencias que existen entre ellos. Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos que existen, cuyos componentes e interacciones nunca podrán encontrarse en las balsas de riego. Por otro lado, estas si pueden asumir un papel de complementariedad con los humedales ya que proporcionan pequeños cuerpos permanentes de agua oligohalinas (Casas et al, 2010) que pueden servir de conectores y generar metapoblaciones entre humedales.

La gestión llevada a cabo en las balsas de riego, como consecuencia de la finalidad para la que están construidas, impiden que estas puedan liberar todo su potencial ecológico. Es por ello que una adecuada gestión de las balsas de riego pueda ayudar al ensamblaje de la diversidad de especies en las balsas de riego. Esta gestión debe llevarse a cabo sin olvidar la finalidad por la

que han sido construidas las balsas que es suministrar agua para los cultivos de regadío. Entre las medidas que deben llevarse a cabo para que las balsas de riego tengan un buen equilibrio entre funcionalidad y sostenibilidad ecológica son:

Implementar la construcción de balsas LDP (Low Density Polyethylene) sobre las HDP (High Density Polyethylene). Como hemos podido comprobar en el estudio realizado por Fuentes-Rodríguez et al, 2013 y León et al, 2010, la diversidad de especies es mayor en las balsas que poseen sustrato natural que en aquellas cuyo sustrato es de polietileno o de hormigón ya que permiten un mayor desarrollo de vegetación sumergida y marginal. El grado de inclinación con el que se construyen las balsas es otro factor importante ya que aquellas construidas con hormigón pueden llegar a tener 90° dificultando el crecimiento de vegetación. En conclusión, aquellas balsas que poseen un mayor grado de naturalización tienen un mayor potencial para albergar diversidad (Peñalver et al, 2015).

La vegetación acuática tanto sumergida como litoral cobran un papel fundamental para que se produzca el asentamiento de una alta diversidad de especies de la mayoría de los grupos de organismos acuáticos, ya que sirven como hábitat y refugio para defenderse de los depredadores. Las especies de vegetación que encontramos mayoritariamente en las balsas de riego son *Juncus spp*, *Nerium oleander*, *Scirpus holoschoenus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton pectinatus* o *Ranunculus trichophyllus* siendo algunas de ellas muy resistentes a las grandes fluctuaciones de agua y a la dificultad existente para el desarrollo de estas en las balsas HPL como son *Juncus spp*.

Un grave problema existente con la biodiversidad en las balsas de riego es la gran presencia de especies exóticas en ellas debido a la facilidad de adaptación que tienen a nuevos hábitats en comparación con las especies autóctonas. La mayoría de estas especies son introducidas antrópicamente, como *Cyprinus carpio* cuya finalidad es la de limpiar las balsas de vegetación y algas que se desarrollan en el fondo.

Las balsas de riego, no solo sirven como refugio para la diversidad animal, sino que también pueden actuar de conectores entre los humedales. Esto es de gran importancia ya que permitirá el desplazamiento de especies de un humedal a otro lo que provoca el cruce de poblaciones creando una diversidad genética asegurando el futuro de las poblaciones.

Las balsas de riego no influyen de igual manera a los diferentes grupos taxonómicos. Al zooplancton, peces e invertebrados acuáticos les sirve como un ecosistema en el que vivir, a los anfibios les sirve como un lugar en el que reproducirse ya que su fase larvaria se desarrolla en

el agua, a las aves acuáticas les sirve como un lugar en el que alimentarse y reproducirse, a los mamíferos y reptiles les sirve como abrevadero.

Bibliografía

Abellán, P., Sánchez-Fernández, D., Millán, A., Botella, F., Sánchez-Zapata, J. A., & Giménez, A. (2006). Irrigation pools as macroinvertebrate habitat in a semi-arid agricultural landscape (SE Spain). *Journal of Arid Environments*, 67(2), 255-269.

Alonso, M. (1998) Las lagunas de la España Peninsular. *Limnetica*, 15, 1–176. American Public Health Association. (1992) *Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater* (18th edn). APHA, Washington, DC.

Arntzen, J. W., Abrahams, C., Meilink, W. R. M., Iosif, R., & Zuiderwijk, A. (2017). Amphibian decline, pond loss and reduced population connectivity under agricultural intensification over a 38 year period. *Biodiversity and Conservation*, 26(6), 1411-1430. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1307-y>

Asencio, A. (2014). Diversity and Distribution of Microphytes and Macrophytes in Artificial Irrigation Ponds in a Semi-Arid Mediterranean Region (SE Spain). *International Journal of Environmental Research*, 8, 531-542.

BEJA, P., R. Alcazar. (2003). Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. *Biological Conservation*, 114: 317-326

Benton, T. G., Vickery, J. A., & Wilson, J. D. (2003). Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity[MOU1] the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18(4)

Boavida, M.J. (1999) Wetlands: Most Relevant Structural and Functional Aspects. *Limnetica*, 17, 57–63.

Brainwood, M., & Burgin, S. (2009). Hotspots of biodiversity or homogeneous landscapes? Farm dams as biodiversity reserves in Australia. *Biodiversity and Conservation*, 18, 3043-3052.

Briggs, A., Pryke, J. S., Samways, M. J., & Conlong, D. E. (2019). Macrophytes promote aquatic insect conservation in artificial ponds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(8), 1190-1201. <https://doi.org/10.1002/aqc.3157>

Casas, J., Sánchez-Oliver, J., Sanz, A., Furné, M., Trenzado, C., Juan, M., Paracuellos, M., Suárez, M., Fuentes-Rodríguez, F., Gallego, I., Carrasco, C., & Ramos Miras, J. (2011). The paradox of the conservation of an endangered fish species in a Mediterranean region under agricultural intensification. *Biological Conservation*, 144, 253-262.

Casas, J., Toja, J., Bonachela, S., Fuentes-Rodríguez, F., Gallego, I., Juan, M., León, D., Peñalver, P., Pérez-Martínez, C., & Sánchez-Castillo, P. (2010). Artificial ponds in a Mediterranean region (Andalusia, southern Spain): Agricultural and Environmental issues. *Water and Environment Journal*, 25, 308-317.

Cereghino, R., Ruggiero, A., Marty, P., & Angélibert, S. (2010). Biodiversity and distribution patterns of freshwater invertebrates in farm ponds of a south-western French agricultural landscape. *Hydrobiologia*, 597, 43-51.

Consejería de Medio Ambiente. (2011). Manual práctico de balsas agrícolas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

Convención de Ramsar sobre los Humedales. (2018). Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Gland (Suiza). Secretaría de la Convención de Ramsar.

Davies, B., Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P., Sear, D., Bray, S., & Maund, S. (2008). Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 125(1), 1-8.

Fenoy, E., & Casas, J. J. (2015). Two faces of agricultural intensification hanging over aquatic biodiversity: The case of chironomid diversity from farm ponds vs. natural wetlands in a coastal region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 157, 99-108.

Fuentes-Rodríguez, F., Juan, M., Gallego, I., Lusi, M., Fenoy, E., Leon, D., Peñalver, P., Toja, J., & Casas, J. (2013). Diversity in Mediterranean farm ponds: Trade-offs and synergies

between irrigation modernisation and biodiversity conservation. *Freshwater Biology*, 58, 63-78.

Heyn, P., Meeks, S., & Pruchno, R. (2019). Methodological Guidance for a Quality Review Article. *The Gerontologist*, 59, 197-201.

Hsu, C.-H., Chou, J.-Y., & Fang, W.-T. (2019). Habitat Selection of Wintering Birds in Farm Ponds in Taoyuan, Taiwan. *Animals*, 9(3), 113, Article 3.

Karakas, R. (2017). Ornithological importance of artificial ponds: A case study at Kabaklı Pond, south-eastern Anatolia, Turkey. *Paddy and Water Environment*, 15, 919-930.

León, D., Casas, J., Fuentes, F., Gallego, I., Juan, M., Toja, J. (2010). ZOOPLANKTON LIST FROM FARM PONDS OF ANDALUSIA (SOUTH OF SPAIN) DURING 2007-2009. *Limnetica*, 2, 1-6.

Leon, D., Peñalver, P., Casas, J., Gallego, I., Juan, M., Fuentes-Rodríguez, F., & Toja, J. (2010). Zooplankton richness in farm ponds of Andalusia (Southern Spain). A comparison with natural wetlands. *LIMNETICA*, 29, 153-162.

Markwell, K., & Fellows, C. (2008). Habitat and Biodiversity of On-Farm Water Storages: A Case Study in Southeast Queensland, Australia. *Environmental management*, 41, 234-249

McHorney, R. and Neill, C. (2007) Alteration of Water Levels in a Massachusetts Coastal Plain Pond Subject to Municipal Ground-Water Withdrawals. *Wetlands*, 27, 366–380.

Mitsuo, Y., Tsunoda, H., Takiguchi, A., & Senga, Y. (2011). Environmental influences on fish assemblages in irrigation ponds. *Aquatic Ecology*, 45(4), 473-482.

Mofu, L., Dalu, T., Wasserman, R., Woodford, D., Khosa, D., & Weyl, O. (2021). Seasonal variation and drivers of zooplankton, macroinvertebrate and littoral fish communities from irrigation ponds in a semi-arid region in the Eastern Cape (South Africa). *African Journal of Aquatic Science*, 46, 1-12.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med* 6: e1000097. Open medicine : a peer-reviewed, independent, open-access journal, 3, e123-30.

Nakanishi, K., Nishida, T., Kon, M., & Sawada, H. (2013). Effects of environmental factors on the species composition of aquatic insects in irrigation ponds. *Entomological Science*, 17, 251-261.

OECD Development Assistance Committee. Guidelines for Aid Agencies for Improved Conservation and Sustainable Use of Tropical and Subtropical Wetlands; Organization for Economic Co-operation and Development: Paris, France, 1996.

Peñalver, P., León, D., Casas, J., Fuentes Rodríguez, F., Gallego, I., Juan, M., Pérez, C., Sánchez, P., & Toja Santillana, J. (2015). Las balsas agrícolas en Andalucía: Una oportunidad para enlazar desarrollo y conservación en climas mediterráneos. *Chronica naturae*, 5, 57-67.

Reyne, M., Nolan, M., McGuiggan, H., Aubry, A., Emmerson, M., Marnell, F., & Reid, N. (2020). Artificial agri-environment scheme ponds do not replicate natural environments despite higher aquatic and terrestrial invertebrate richness and abundance. *Journal of Applied Ecology*, 58, 304-315.

Sánchez-Zapata, J. A., Anadón, J. D., Carrete, M., Giménez, A., Navarro, J., Villacorta, C., & Botella, F. (2005). Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: Implications for the design of irrigation facilities. *Biodiversity & Conservation*, 14(7), 1627-1639

Simaika, J. P., Samways, M. J., & Frenzel, P. P. (2016). Artificial ponds increase local dragonfly diversity in a global biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*, 25(10), 1921-1935.

Yoon, S., Kim, G., Choi, H., Byun, C., Lee, D. (2019). Trait-based evaluation of plant assemblages in traditional farm ponds in Korea: Ecological and management implications. *Journal of Limnology*, 78, 92-106.

Zamora Marin, J., Ilg, C., Demierre, E., Bonnet, N., Wezel, A., Robin, J., Vallod, D., Calvo, J., Oliva-Paterna, F., & Oertli, B. (2021). Contribution of artificial waterbodies to biodiversity: A glass half empty or half full? *Science of The Total Environment*, 753, 141987.