

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Servicios ecosistémicos de los humedales salinos españoles



SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Autor Principal: Jesús-F. Carrasco Vayá (Asociación de Amigos de las Salinas de Interior / IPAISAL)

Otros autores: Katia Hueso Kortekaas (Asociación de Amigos de las Salinas de Interior / IPAISAL y Universidad Pontificia Comillas)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

RESUMEN

España puede considerarse uno de los lugares del mundo con una mayor diversidad, abundancia y concentración de humedales salinos, hasta el punto de ser único si se consideran estos tres parámetros en conjunto. Sin embargo, hasta hace algunas décadas, estos paisajes se consideraban infértiles en el mejor de los casos y, por lo general, insalubres. Muchos de los humedales salinos fueron desecados para evitar la proliferación de mosquitos, o por cambios de uso de suelo. En el litoral, algunos han desaparecido bajo presión urbanística o se han transformado en espacios de acuicultura o salicultura industrial. En el interior, donde estos humedales son aún más vulnerables, han desaparecido por concentración o intensificación agrícola, bajo las aguas de algún embalse o han sido usados incluso como vertederos informales. Sin embargo, los paisajes de la sal son contribuyentes esenciales de servicios ecosistémicos a la sociedad. Ofrecen funciones de soporte como hábitats, con características derivadas de su condición salina, y por tanto raros y frágiles por esta razón. Como humedales, tienen funciones reguladoras similares a otros, como el control de inundaciones y la mitigación del cambio climático. Además, proveen de materias primas como agua, sal, vegetación halófila o microorganismos, que son específicos de estos ambientes y, por tanto, vulnerables a su desaparición. Quizá menos conocidos son los servicios culturales, que son muy diversos y complejos, algunos de ellos únicos a escala regional, con implicaciones socioeconómicas relevantes y con gran peso histórico en la configuración territorial del lugar donde se encuentran. En esta contribución, se analizan los servicios ecosistémicos de los paisajes ibéricos de la sal, bien naturales (marismas, lagunas, ríos, llanuras de inundación...), bien artificiales (salinas de litoral, salinas de interior). Se analizan también otros valores intrínsecos, que van más allá de su condición de “servicio” y por los cuales estos ecosistemas deben ser considerados únicos y merecedores de atención.

Palabras clave: conservación, salinas, paisajes culturales, hábitats halófilos

INTRODUCCIÓN

Características de los humedales salinos ibéricos

Los ecosistemas acuáticos en general muestran una enorme diversidad en función de diferentes parámetros como su origen, localización geográfica, régimen acuático, composición química, características del suelo y del sedimento y la vegetación dominante. Ya en el ámbito mediterráneo y a pesar de esta heterogeneidad, los humedales de esta región comparten una serie de características, como, por ejemplo, la temporalidad del régimen hidrológico: muchos humedales sufren grandes fluctuaciones en los aportes de agua llegando a secarse durante la época estival. Este carácter estacional está influido por el clima predominante: estaciones muy marcadas, sequía estival, régimen pluviométrico irregular, etc. Consecuencia de ello son la topografía muy plana o ligeramente deprimida de la cubeta y la cercanía a la superficie del nivel freático (Montes & Martino 1987).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Por otro lado, las especiales características climáticas, geológicas, fisiográficas, hidrológicas y paisajísticas de la Península Ibérica hacen que posea la mayor diversidad de sistemas acuáticos continentales de Europa. Son además, en su mayoría, ambientes distintos del resto de los europeos, con multitud de hábitat endorreicos y ecosistemas temporales, así como especies y comunidades singulares y muy específicas de estos lugares (Álvarez *et al.* 2005). Estos humedales, evocadoramente llamadas “islas de agua en un mar seco”, forman parte fundamental del paisaje español, perteneciendo también a su patrimonio etnográfico y cultural. Los humedales españoles ocupan menos del 1% del territorio, de los cuales más de la mitad son embalses. Si excluimos los sistemas húmedos litorales y artificiales, así como los cursos de agua, la superficie que suman humedales y lagunas en España ascienda a 800 kilómetros cuadrados, es decir, un 0,15% de la superficie del país (Casado & Montes 1991). Así, los humedales, por sus valores y la fragilidad de los mismos, merecen interés y protección.

Los humedales salinos de interior se pueden definir en general como “aquellas aguas asociadas a ambientes terrestres, con salinidad superior al agua dulce, pero con independencia de su posición con respecto a la costa, y que no han estado unidas al mar en tiempos geológicos recientes. Los iones que contienen proceden en su mayor parte de la erosión de rocas, suelos o del mar por la atmósfera” (Williams 1981, 1986). Estos humedales son un representante importante de lo que se conoce como los paisajes de la sal, un tipo de paisaje cultural y natural en los que la presencia de la sal determina el ecosistema (Hueso Kortekaas & Carrasco Vayá, 2009). Los humedales -salinos y de cualquier otro tipo- pueden ser de origen natural (lagos, ríos, etc.) o antrópico (embalses, canales, salinas, etc.). Dentro de los primeros, cabe distinguir entre los costeros y los continentales, que a su vez se pueden clasificar por su origen: fluvial, volcánico, cárstico, erosivo y tectónico. Ejemplos de humedales salinos cársticos son la laguna de Fuente de Piedra (Málaga) o la de Gallocanta (Aragón), mientras que un humedal salino de origen erosivo sería el Complejo Lagunar de la Salada de Chiprana (Zaragoza) y la Laguna de Medina (Cádiz) tendría una génesis tectónica. Aunque no son tan comunes, existen ejemplos de humedales salinos de origen volcánico, como la laguna del Prado (Ciudad Real), o de origen fluvial en forma de llanura de inundación, como las lagunas de Villafáfila (Zamora), la de Pitillas (Navarra) o las de Alcázar de San Juan (Ciudad Real). Entre los humedales artificiales se incluyen las salinas de evaporación solar, ya sean de interior o se ubiquen el litoral, entre los cuales también hay una gran variedad de tipologías, según su ubicación (rural, urbana), topografía (valle, ladera, monte), escala de producción (industrial, artesanal, primitiva), etc. (Román 2014, Hueso Kortekaas 2019).

Asociados a ambos tipos de humedales, naturales y antropogénicos, suelen aparecer otros ecosistemas salinos menores, pero de gran interés ecológico y científico, como saladares, salobres, pastos salinos, ramblas saladas y salares (Carrasco & Hueso 2008). Los saladares de interior son zonas donde las aguas subterráneas mineralizadas se evaporan y se forman minerales evaporíticos en la superficie o en los perfiles superficiales del suelo, frecuentemente asociados a lagunas salinas más o menos efímeras también conocidas como *sebkhas* o *playas*. Ejemplos abundantes de saladares se pueden encontrar en La Mancha o Los Monegros. En zonas donde las aguas subterráneas se encuentran a mayor profundidad, pueden producirse estructuras similares al saladar por efecto de inundación, en la salida o confluencia de ramblas o *wadis*. Estos últimos son más comunes en el sureste peninsular, sobre todo en Murcia, como es el caso de Rambla Salada, en Fortuna.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Tradicionalmente, la importancia de los humedales se ha evaluado con criterios elaborados para aquellos que se encuentran en climas templados, como es la abundancia de aves, lo cual ha perjudicado la valoración de zonas húmedas de clima mediterráneo, cuyos valores no están bien representados en estos sistemas de evaluación. Este es, entre otros, el caso de los humedales salinos (Hecker & Vives 1995). Hasta hace algunas décadas, los ecosistemas salinos se consideraban ambientes estériles, de escasa utilidad económica y social (Williams, 1998). Sin embargo poseen importantes valores naturales, científicos, estéticos, económicos y culturales (Hammer, 1986; Williams, 1981), a pesar de lo cual se encuentran amenazados (Guerrero & Wit, 1992).

METODOLOGÍA

Inventario de humedales salinos ibéricos

En la península ibérica no abundan los grandes lagos, pero tiene abundantes cuerpos de agua de pequeño tamaño. Algunos autores citan más de 25.000. La región también se caracteriza por la enorme variedad ecológica de tipos de humedales, así como un muy dispar estado de conservación (Hueso Kortekaas & Carrasco Vayá 2009). Dado que es imposible registrarlos todos ellos, se ha utilizado habitualmente el tamaño como criterio para discriminar estos cuerpos, lo cual probablemente deja sin recoger numerosos humedales pequeños, efímeros, estacionales y temporales. Según el inventario de que se trate, el tamaño mínimo varía entre 0,2 y 1 hectárea. En muchos casos, se han realizado sin la correspondiente comprobación de campo. De los 2.500 lagos españoles listados en el primer catálogo nacional elaborado por Pardo (1948), aproximadamente 80 eran salinas, es decir, un 3,2%. De las 391 Áreas Importantes para las Aves designadas por la Sociedad Española de Ornitología (Viada 1998), 41 son humedales salinos de interior, es decir, un 3,5%, frente a un 11% de salinas costeras. Medio siglo después del trabajo de Pardo, un inventario realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Transportes catalogó 1.379 humedales, de los cuales 99 (un 2%), eran lagunas salinas o salinas de evaporación solar. De esos 99 enclaves salinos, el 16% ha desaparecido y otro 35% está muy alterado. Se estima que la superficie de estos humedales se ha reducido de 6.743 a 5.212 hectáreas, un 23% (Hueso Kortekaas & Carrasco Vayá 2009). En estos momentos existe un inventario nacional de humedales, disponible sólo para consulta en dependencias ministeriales. Las Comunidades Autónomas están elaborando inventarios regionales, con distinto grado de detalle y facilidad de consulta.

La Asociación de Amigos de las Salinas de Interior realizó en 2008 un inventario bibliográfico de humedales salinos en España y Portugal, el primero dedicado en exclusiva a este “grupo taxonómico”, recogiendo referencias a 245 humedales salinos, la mayoría de ellos lagunas (Hueso Kortekaas & Carrasco Vayá 2009). Más de tres cuartas partes de ellos se ubican en Andalucía (52 humedales, 21% del total), Aragón (60 humedales, 25% del total) y Castilla – La Mancha (76 humedales, 31% del total), a partes aproximadamente iguales (Figura 1). Territorios relativamente pequeños como Murcia con 19 humedales (8% del total) y Navarra,

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

con ocho (3% del total) poseen una interesante diversidad de ecosistemas salinos. Zaragoza, Toledo y Sevilla son las provincias con mayor número de lagunas salinas, superando ampliamente la veintena cada una de ellas.

Dentro de estos humedales, se incluyen las salinas de evaporación solar. Se estima que en España y Portugal hubo 750 salinas en funcionamiento, en diferentes momentos históricos. De todas ellas, más de dos tercios fueron de interior. La región más rica en salinas de interior, con más de un tercio de las explotaciones, es Andalucía, seguida de Aragón, con una quinta parte y Castilla – La Mancha, con el 14% de las instalaciones. Les siguen, con alrededor del 5% cada una, Castilla y León, Navarra y la Comunidad Valenciana, seguidos de Cataluña y Murcia. Teniendo en cuenta el tamaño de estas regiones, se podría decir que Murcia es la comunidad autónoma con mayor concentración de salinas de interior. Con respecto a las regiones más escasas en salinas, éstas se concentran en la región cantábrica (Carrasco Vayá & Hueso Kortekaas 2008).

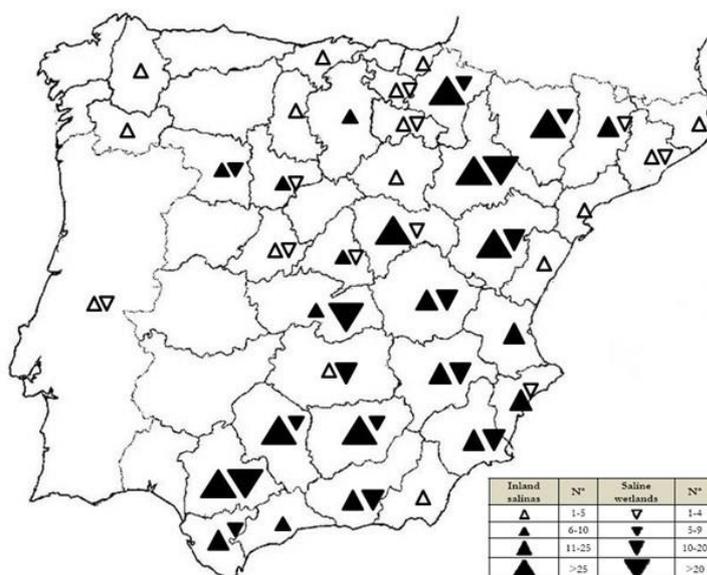


Figura 1. Mapa de la ubicación de los humedales salinos en la península ibérica, por provincias (salinas de interior representadas como pirámides y resto de humedales salinos como pirámides invertidas). Elaboración propia

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Los valores únicos de los humedales salinos

Aunque sus aguas no son aptas para consumo o irrigación, los humedales salinos tienen una gran importancia económica. De ellos no sólo se obtiene sal común (cloruro sódico) y salmuera, cuya importancia histórica y económica no es posible resaltar aquí. Otros minerales que se extraen de estos ambientes son bórax (borato de sodio), sosa (carbonato de sodio), thenardita (sulfato de sodio), trona (sesquicarbonato de sodio), yeso (sulfato de calcio),

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

epsomita (sulfato de magnesio), potasas (cloruro de potasio), litio e incluso uranio, además de arcillas y silicatos como las zeolitas (Williams 1981, Hammer, 1981). Todos estos minerales poseen las más diversas aplicaciones, desde la fabricación de jabón (sosa) hasta la industria energética (uranio). De la sal común y sus componentes (sodio y cloro) se dice que tiene hasta 14.000 usos (Feldman 2011). Otra aplicación industrial de los humedales salinos es el aprovechamiento del calor acumulado en las capas más profundas de los lagos meromícticos¹ (que pueden llegar a alcanzar los 100 °C), mediante un mecanismo de intercambio de calor con las capas más frías de la superficie. Este tipo de lagos se denominan heliotermales y se han aprovechado en países como EEUU, Israel y Australia (Hammer 1986, Williams 1998).

Los humedales salinos tienen un importante potencial en la acuicultura y en la producción industrial de algas. Especialmente relevante es la acuicultura de *Artemia*, pues constituyen el medio ideal para su crecimiento y reproducción. La *Artemia* se emplea como alimento para peces tanto de acuicultura como de acuario y resulta fácil de cultivar y transportar. El Gran Lago Salado de Utah (EEUU) es el mayor productor mundial de esta especie. En algunos lagos mesosalinos de África y México se cultiva el alga *Spirulina*, un conocido complemento alimentario. Otro ejemplo de alga económicamente rentable es la *Dunaliella salina*, fuente de beta-caroteno y por tanto, de provitamina-A, que está siendo investigado en lugares tan dispares como la Bahía de Cádiz o en salinas de Añana. También se emplea como semiconductor y tiene por tanto interés para la industria electrónica. Por otro lado, los microorganismos halófilos, se emplean como colorante de salazones y tienen su relevancia en el proceso de curado. Quizá más interesante aún sea la aplicación de estos microorganismos en la industria farmacéutica y en biotecnología. Algunas pequeñas salinas de Canarias y el Algarve están dedicando esfuerzos a la investigación en este ámbito.

Otro valor importante de estos ambientes es el recreativo. Tanto por sus aspectos estéticos como por las espectaculares aves que acogen, son un importante polo de atracción para visitantes. Entre las actividades más típicas se encuentran la práctica de deportes acuáticos (desde el baño hasta la navegación), el ecoturismo (sobre todo la observación de aves) y la simple contemplación. De gran interés son también las salinas por su importancia histórica y etnográfica. Tanto para el visitante casual, como para escolares y universitarios, conforman espacios de gran valor lúdico y formativo. Por ejemplo, estos ambientes, por su aislamiento del resto del entorno, constituyen ecosistemas en miniatura, de estructura más simple que un humedal de agua dulce, que permiten entender y explicar a la comunidad educativa las relaciones tróficas de manera mucho más sencilla. Gran parte de las salinas en activo y los humedales salinos protegidos tienen algún sistema de visitas guiadas o itinerarios señalizados, que permiten apreciar los valores naturales, culturales y humanos que albergan (Hueso Kortekaas 2019).

Los humedales salinos tienen una importancia científica capital. Albergan organismos capaces de sobrevivir en condiciones muy hostiles de salinidad, temperatura, anoxia, irradiación solar, etc. para lo cual deben emplear complejas adaptaciones fisiológicas. Este tipo de organismos se denominan genéricamente extremófilos y conocer sus mecanismos de supervivencia puede ser muy útil. Entre otros, este conocimiento se utiliza para el estudio de vida extraterrestre. Son además ecosistemas muy sensibles a cambios climáticos pasados y presentes, por lo que

¹ Un lago meromíctico es aquel cuya masa acuática está permanentemente estratificada en dos capas que normalmente no interactúan entre sí.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

permiten predecir los efectos a largo plazo de este tipo de fenómenos, actuando como bioindicadores (Williams 1981). Desde el punto de vista ecológico, el aislamiento de los lagos salados hace que tengan una importancia capital como lugares de refugio y alimento para aves en paso migratorio y, en general, para toda la comunidad trófica que albergan. Los humedales y salinas de interior, además, son especialmente frágiles por su vulnerabilidad a los cambios en el entorno. Las especies especializadas en ambientes hipersalinos toleran mal los cambios de salinidad, humedad, oxigenación, etc. y las amenazas ambientales deben ser vigiladas con especial atención en estos casos.

Amenazas a los humedales salinos

Los humedales salinos sufren amenazas similares a las del resto de las zonas húmedas, pero son especialmente graves porque no se perciben estos sistemas como algo valioso y hay una indiferencia generalizada hacia ellos. Ejemplos llamativos del deterioro de estos ambientes son el mar Muerto o el mar de Aral. Las amenazas más importantes que sufren los humedales salinos de interior se traducen en cambios ecológicos que pueden o no ser reversibles. Las principales alteraciones ecológicas tienen que ver con la estructura física, la cantidad y calidad de las aguas y las comunidades biológicas que en él se ubican. En el Cuadro 1 se exponen las principales causas de las alteraciones que sufren los humedales en general, que en su mayoría afectan a los salinos de interior (Jellison, 2005).

Además de las alteraciones citadas en el Cuadro 1, existen otras causas del deterioro de los humedales salinos de interior, no estrictamente relacionadas con sus características biofísicas, a saber:

- *Falta de coordinación para su gestión:* Las competencias administrativas sobre los humedales no siempre están claramente definidas y éstos pueden verse afectados por políticas y normativa de conservación de diferente rango (local, autonómico, nacional, europeo), sector (marítimo, urbanístico, agrícola, natural, cinegético) y prioridad, cuyos objetivos son a veces incluso contradictorios entre sí. Esta complejidad administrativa suele verse agravada si los terrenos sobre los que se asienta el humedal son de propiedad mixta y atomizada, como suele ser el caso en España y Portugal.
- *Falta de consideración de las necesidades hídricas de los humedales en la planificación hidrológica:* En el mejor de los casos, la conservación del humedal pasa por proteger la cubeta y sus riberas, pero al humedal le afectan todos los procesos que tienen lugar en el conjunto de su cuenca hidrográfica.
- *Ignorancia:* Una de las mayores amenazas a los humedales salinos de interior es el desconocimiento generalizado que hay sobre ellos y sobre sus valores. Científicos como W. D. Williams o Ramón Margalef han defendido el estudio de las aguas salinas en repetidas ocasiones, mientras que la limnología se ha ocupado principalmente de investigar aguas continentales dulces.
- *Abandono:* El éxodo rural que durante el siglo XX tuvo lugar en la península ibérica ha tenido como consecuencia el abandono de las actividades tradicionales. Como consecuencia, los paisajes de la sal avanzan en una incontrolada sucesión ecológica hacia su degradación y eventual desaparición (i.e. Carrasco Vayá & Hueso Kortekaas 2006).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

- **Vandalismo:** La gran fragilidad de los humedales salinos los hace especialmente vulnerables a actos vandálicos o incluso a una simple falta de sensibilidad por parte de la población local. Actividades recreativas que usan vehículos a motor sobre los lechos secos –atractivamente lisos y amplios– de las cubetas salinas en estiaje son muy típicas de los pasatiempos estivales (Carrasco Vayá & Hueso Kortekaas 2006).
- **Cambio climático:** El tamaño y la salinidad de los lagos salados responde con facilidad a los cambios en el régimen hídrico, por lo que son particularmente sensibles al cambio climático (Jellison 2005). Una evaluación de la amenaza que supone el cambio climático para los humedales españoles concluye que los humedales salinos de origen endorreico podrían desaparecer en su conjunto, especialmente los más pequeños. Otras posibles consecuencias podrían ser la alteración en su composición iónica, eutrofización e hipersalinización (Álvarez *et al.* 2005).

Cuadro 1: Causas posibles de los cambios ecológicos y las alteraciones en los humedales. Con asterisco, aquellas que afectan especialmente a los humedales salinos de interior.

Cambio ecológico	Causas posibles
Alteración de la estructura física	<ul style="list-style-type: none"> - *Dragado y/o relleno para urbanización, usos turísticos, industria - *Transformación para agricultura o acuicultura - *Construcción de infraestructuras (carreteras, aeropuertos, etc.) - *Vertidos de residuos sólidos, escombros - Modificación morfológica (recrecimiento, excavado, canalización, encauzamiento, construcción de diques) - Explotación minera y extractiva - Presiones por ocupación de la cubeta
Alteración de la cantidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> - *Embalses: hidroelectricidad, regadío, colmatación, retención de sedimento, evaporación del embalse - *Modificación de la red hidrográfica y regulación de cauces - *Extracción de aguas fluviales y sobreexplotación de acuíferos para regadío, industria, consumo humano - *Cambios en los usos del suelo en la cuenca: deforestación, erosión y colmatación - *Drenaje y desecación - *Aterramiento, saneamiento y fragmentación - Extracción de agua del humedal para regadío, industria, consumo humano - Trasvases de agua entre cuencas
Alteración de la calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> - *Escorrentía de nutrientes, pesticidas y herbicidas agrícolas - *Salinización de aguas superficiales y subterráneas - *Cambios en la salinidad o composición iónica - Vertidos de aguas residuales urbanas - Vertidos industriales - Vertidos procedentes de acuicultura - Vertidos procedentes de ganadería - Modificación de las conexiones con el mar
Alteración de las comunidades biológicas	<ul style="list-style-type: none"> - *Sobrecaza / Furtivismo - *Sobrepastoreo - *Extracción mecánica excesiva de recursos minerales - *Exceso de uso público recreativo y/o turístico - *Introducción de especies exóticas - Destrucción de hábitats ribereños - Sobrepesca y acuicultura

Fuente: Adaptado del Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales (Ministerio de Medio Ambiente 2000)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Muchas de las causas de alteración citadas están relacionadas entre sí y podrían tener efectos sinérgicos: desde 1900, más de la mitad de los humedales del mundo han desaparecido (Casado & Montes 1991). Esta tendencia afecta igualmente a los paisajes de la sal y los humedales salinos, y es probable que sigan amenazados en las próximas décadas (Williams 1986, 1998, Jellison 2005). Muchos de ellos están siendo destruidos o dañados irreparablemente (Williams 1986). Un equipo de investigadores del Departamento Interuniversitario de Ecología de las Universidades Autónoma, Complutense y de Alcalá, de Madrid, ha estimado que la pérdida de humedales en España desde el siglo XVIII se sitúa entre un 40 y un 70%. En el caso de los humedales salinos, se estima que la pérdida se limita al 30%, gracias a la conservación de cubetas relativamente grandes como Gallocanta y Fuente de Piedra (Casado & Montes 1991).

Servicios ecosistémicos de los humedales salinos

Los ecosistemas ofrecen una amplia gama de productos y servicios considerados útiles para el ser humano (Millennium Ecosystem Assessment 2003, ver también Cuadro 2). Además del valor instrumental y de uso directo de algunos de estos productos y servicios, otros sólo pueden ser apreciados a escalas temporales y espaciales mayores. Los humedales son un tipo específico de ecosistema con características complejas derivadas del hecho de que se encuentran al margen entre el agua y la tierra, y comparten características de ambos entornos, además de las relaciones tróficas que existen entre ellos. Por otro lado, los humedales salinos son entornos raros y frágiles, por su elevada salinidad concentrada en un espacio reducido, la escasa resiliencia a los cambios debido a la alta especificidad de los nichos ecológicos que albergan y por estar aislados de otros humedales o sistemas similares. Muchos autores se han centrado en los servicios de los ecosistemas que proporcionan los humedales (e.g. De Groot *et al.*, 2006, Borja *et al.*, 2011), aunque son escasos los trabajos que se enfocan a humedales salinos.

Los servicios proporcionados por los ecosistemas en general y los humedales en particular, pueden clasificarse en cuatro categorías de funciones (De Groot *et al.*, 2002, Hein *et al.*, 2006, Daniel *et al.*, 2012): Producción, regulación, soporte y culturales.

Servicios de producción

Los ecosistemas naturales y seminaturales proporcionan muchos productos básicos, que van desde el oxígeno, el agua, los alimentos, los recursos medicinales y genéticos hasta las fuentes de energía y los materiales para tejidos o la construcción. Parte de estos recursos son de origen biótico (es decir, procedentes de seres vivos, y por lo tanto son renovables) y otros son abióticos (agua, aire, minerales...). No todos estos últimos son renovables. En el caso de los humedales salinos, se obtienen minerales (sal, otros), salmuera, otros compuestos de interés comercial o industrial (p.ej. sulfato de sodio). También es posible cosechar plantas para múltiples usos y aplicaciones como el gastronómico (*Salicornia*), para manufacturar jabones o vidrio (sosa) o para la industria energética y farmacéutica (microalgas). En sus alrededores era tradicional la cosecha de plantas (carrizo, junco) para obtener fibra.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Servicios de regulación

Los ecosistemas naturales y seminaturales tienen la capacidad de regular los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de apoyo a la vida a través de los ciclos biogeoquímicos y otros procesos a escalas local, regional y global. Estas funciones proporcionan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para los seres humanos. La mayoría de éstos también pueden ser prestados específicamente por las salinas. El grado de pertinencia de cada servicio dependerá tanto de factores intrínsecos (tamaño, calidad del agua, hábitat circundante...) como extrínsecos (necesidades locales de servicios), que sólo pueden evaluarse individualmente. A modo de ejemplo, da Silva y sus colegas (da Silva *et al.* 2014) han identificado una serie de ellos proporcionados por las salinas costeras de todo el mundo, a saber: el reciclaje de nutrientes en el agua, la retención de nutrientes en exceso, la provisión de hábitat para la fauna de los estuarios, el refugio para especies de aves migratorias, el control de la erosión, la regulación de niveles de agua en los acuíferos, etc.

Servicios de soporte

Los ecosistemas naturales proporcionan espacio vital a todas las especies de plantas y animales silvestres, tanto como refugio como hábitat de reproducción. Contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y genética y a los procesos evolutivos que en ellos se dan. Son especialmente importantes los humedales salinos de interior, por su rareza y fragilidad. Son islas de agua salada rodeadas de tierra con condiciones no salinas. La salinidad produce nichos ecológicos de alta especificidad que pueden verse fácilmente modificados si ésta fluctúa. Sin embargo, los humedales salinos son excelentes hábitats de refugio y descanso para aves migratorias, de cría para aves y otros grupos, albergan invertebrados de gran valor biogeográfico y evolutivo, así como microorganismos que, en muchos casos, ni siquiera han sido descritos por la ciencia.

Servicios culturales y recreativas

Los ecosistemas naturales proporcionan una función de referencia esencial y contribuyen al mantenimiento de la salud humana al brindar oportunidades para el conocimiento científico, la educación, la reflexión, el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la recreación y las experiencias estéticas. Los servicios culturales que prestan los ecosistemas en general y los humedales en particular son muy diversos. A grandes rasgos, abarcan la estética del paisaje, el significado espiritual y religioso, el patrimonio cultural tangible (edificios, infraestructuras), patrimonio inmaterial (conocimiento vernáculo, usos y costumbres, tradiciones, leyendas, saber-hacer) y los paisajes, el ocio y el turismo (Daniel *et al.* 2012). Los humedales salinos son excelentes laboratorios y escenarios para la investigación, debido a la rareza de estos ambientes. La diversidad de recursos que ofrecen y han ofrecido a lo largo de la Historia les otorga un extraordinario valor patrimonial e identitario, que a su vez se ven reflejados en los extraordinarios paisajes salinos. Todo ello es de gran atractivo para los visitantes, cuyo interés en estos ambientes es cada vez mayor.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Cuadro 2: Tipología de los servicios ecosistémicos de los humedales (en negrita, los que ofrecen los humedales salinos)

Funciones	Principales servicios
Producción	Alimento (caza, pesca, acuicultura, agricultura) Agua dulce (captación, irrigación, refrigeración, recarga y descarga de acuíferos) Materias primas (fibras, biomasa, forraje, fertilizantes) Minerales (sal, otros) Energía (biomasa, energía hidroeléctrica, energía solar) Recursos genéticos (mejora de los cultivos, especies autóctonas) Recursos para la medicina y la biotecnología (sustancias químicas, microorganismos) Recursos ornamentales (artesanía, plantas y flores)
Regulación	Calidad del aire (captura de polvo, partículas) Clima (secuestro de carbono, retención de las precipitaciones) Efecto moderador (protección contra tormentas, prevención de inundaciones) Flujo y suministro de agua (drenaje, irrigación y prevención de sequías) Tratamiento de desechos (depuración de aguas residuales) Control de la erosión, dinámicas costeras Retención de sedimentos, formación del suelo, regulación de nutrientes y reciclaje Polinización Control biológico (dispersión de semillas, control de plagas) Control de salinidad
Soporte	Mantenimiento de hábitats para el descanso, campeo y nidificación Mantenimiento de la integridad de otros ecosistemas Mantenimiento de la diversidad biológica y genética Mantenimiento de la estabilidad del ecosistema Refugio (espacio vital adecuado) Agricultura y regadío Ganadería (pastos) Minería Transporte Producción de energía (hidráulica y solar) Asentamientos humanos
Cultural y recreativo	Investigación (conocimiento científico) Educación Actividades de turismo y ocio, caza y pesca Valor intrínseco (rareza, fragilidad) Patrimonio cultural tangible (registros paleontológicos y arqueológicos; edificios, artefactos, herramientas e ingenios históricos; sistemas de gestión de agua colectiva) Patrimonio cultural intangible (tradiciones orales y memoria colectiva, identidad) Saber-hacer tradicional (técnicas tradicionales para la explotación de los recursos) Fuente de inspiración espiritual (aspectos religiosos, creencias y mitología, gran poder simbólico de elementos como el agua y la sal) Fuente de inspiración artística

Fuente: Adaptado de Millennium Ecosystem Assessment (2003), Hueso Kortekaas 2019

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Caso de estudio: El Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana

El Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana se encuentra en el extremo oriental de la provincia de Zaragoza. Es un espacio natural de 162 hectáreas situado a 41° 13' N 00° 12' W y a 145-155 metros de altitud sobre el nivel del mar. El clima de la zona es semiárido mesotérmico, con 2.600 horas anuales de insolación y una precipitación anual inferior a 400 mm. Este complejo lagunar endorreico incluye tres cubetas grandes, la Salada Grande, el Prado del Farol, la Salada de Rocés o Salobrosa; otras tres más pequeñas y una serie de terrenos aledaños a ellas. Se ha elegido este caso, por tratarse de un espacio modesto en dimensiones, poco conocido entre el gran público y aparentemente poco valioso como humedal.



Figura 2: Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana (Zaragoza). Foto: Katia Hueso/IPAISAL

El espacio fue declarado Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana desde 2006. Ya desde 1994 es además Zona Húmeda de Importancia Internacional por la Convención de Ramsar y en 1999 fue incluido en la lista nacional de la Red Natura 2000 como Lugar de Interés Comunitario, LIC, “Complejo lagunar de la salada de Chiprana” nº ES2430041 por la Diputación General de Aragón.

Las razones para su conservación como Humedal Ramsar son:

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

- Esta zona húmeda posee importancia internacional desde el punto de vista botánico, gracias a los gradientes de vegetación halófila según la salinidad del suelo y los niveles de inundación, que incluye carrizos y juncos
- Presenta una elevada diversidad de mamíferos y reptiles
- Es un lugar de paso migratorio de limícolas y de cría e invernada de aves acuáticas. Sin embargo, la única especie que supera los criterios numéricos establecidos por el Convenio Ramsar para clasificar esta área como de Importancia Internacional es el tarro blanco (*Tadorna tadorna*) como especie nidificante
- Es un ejemplo de un tipo particularmente representativo de zona húmeda característico de la región en la cual está ubicada. Las lagunas endorreicas de aguas saladas de la zona mediterránea del Paleártico occidental constituyen un tipo específico de zona húmeda bastante raro en la actualidad. La Salada de Chiprana, por su estado de conservación, especiales características ecológicas y geomorfológicas (única laguna endorreica salina de aguas permanentes profundas de Europa occidental), debe considerarse un paradigma de este tipo de zona húmeda.

La designación de este espacio como LIC se ha fundamentado en la presencia de seis hábitats de interés comunitario, de los cuales dos son considerados como hábitats de tipo prioritario, a saber (*hábitats prioritarios):

1310 Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas
1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)
1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornietea fruticosae*).
1510* Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*)
5210* Matorrales arborescentes de *Juniperus* spp.
92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*).

Otras razones para su conservación son:

- El gran valor geomorfológico que forman los llamados paleo-canales, estructuras elongadas de areniscas cementados en un conjunto de materiales blandos (limos y arcillas), más erosionables. Se forman por la erosión diferencial de materiales geológicos de distinta resistencia, fruto del contacto con aguas salinas.
- La Salada Grande es la laguna salada más grande y profunda de la Península Ibérica (hasta 5,6 m) y es única en Europa Occidental por sus características físico-químicas (es un lago salino continental permanente).
- Contiene la única cita peninsular de *Clypeola cyclodonte*.
- Es el único hábitat continental de *Ruppia maritima* en la Península.
- Presenta tapetes microbianos de fondo de gran interés microbiológico.

El Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana tiene un centro de interpretación en la localidad de Chiprana y hay paneles informativos, un observatorio y senderos señalizados para recorrer el espacio. Se estima que recibe unos 500 visitantes al año, la mayoría de ellos de ámbito local o comarcal, un tercio de los cuales son grupos de escolares. Aunque nunca tuvo relevancia como lugar para la obtención de recursos, sí hubo un balneario que, entre mediados del siglo XIX y su cierre en 1920, se benefició de sus aguas. Estaba situado entre la Salada de

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

Chiprana y la localidad de Caspe, de fácil acceso por fcc en la línea Madrid-Barcelona. Las aguas de Chiprana tenían fama de ser purgantes y diuréticas (Velilla e Insa 1862).

Una de las principales amenazas al espacio es la escorrentía de agroquímicos, que acaban en la laguna por ser el punto de cota más baja. Este efecto se ha visto incrementado por la intensificación agrícola en las últimas décadas, así como la expansión del regadío en la comarca. La escorrentía de agroquímicos genera eutrofización en la cubeta, disminuyendo la ya escasa disponibilidad de oxígeno disuelto y amenazando con la supervivencia de microorganismos e invertebrados (Díaz *et al.* 1998, de Wit *et al.* 2013). Pese a las medidas de conservación que se han ido aplicando, aún constituye un problema pendiente de resolver. El cambio climático, a largo plazo, también es una amenaza. Este se traduce en un incremento de la salinidad, lo que puede afectar a los nichos ecológicos de muchas de las especies que alberga. Como muestra, entre 1991 y 2008 la laguna de Chiprana ha perdido un 42% de su superficie y la salinidad se ha incrementado de 30 a 90 g/l de sólidos totales (de Wit *et al.* 2013). En ambos casos, las amenazas se ven exacerbadas por la rareza y fragilidad del ecosistema, un humedal hipersalino aislado en un entorno árido.

En el siguiente cuadro se identifican los principales servicios ecosistémicos del Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana.

Cuadro 3: Servicios ecosistémicos del Complejo Lagunar de las Saladas de Chiprana y los valores asociados a ellos

Funciones	Principales servicios	Valores del espacio
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Minerales • Recursos para la medicina y la biotecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas con propiedades minero-medicinales • Tapetes microbianos
Regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga/recarga de acuíferos • Control de la erosión • Retención de sedimentos, formación del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras geomorfológicas de retención de sedimento
Soporte	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de hábitats para el descanso, campeo y nidificación • Mantenimiento de la diversidad biológica y genética • Mantenimiento de la estabilidad del ecosistema • Refugio 	<ul style="list-style-type: none"> • Especies nidificantes e invernantes de relevancia internacional • Espacio de descanso para aves en paso migratorio • Hábitats prioritarios • Gran fragilidad como ecosistema salino, por su aislamiento
Cultural y recreativo	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Educación • Actividades de turismo • Valor intrínseco • Patrimonio cultural tangible 	<ul style="list-style-type: none"> • Gran interés científico • Visitas escolares y de ocio • Restos del balneario

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De Servicios Ecosistémicos a Contribuciones de la Naturaleza a las Personas, una nueva mirada que puede impulsar la puesta en valor de los humedales salinos

Del Cuadro 2 se deduce que cada grupo de servicios del ecosistema sirve a dos o más conjuntos de valores. Parece haber una interdependencia mutua y una multiplicidad de visiones sobre cómo la naturaleza puede ser de utilidad para los humanos. Este es particularmente el caso de los humedales: Son "ecosistemas de valores múltiples", que proporcionan servicios tanto a los individuos como a la sociedad en su conjunto y lo hacen a perpetuidad (Mitsch & Gossilink, 2000). Por lo tanto, la valoración de los ecosistemas naturales y seminaturales se convierte en una cuestión compleja. Aunque los servicios ecosistémicos se han valorado tradicionalmente en términos monetarios (de Groot *et al.* 2007, Davidson *et al.* 2019), la gestión de los ecosistemas en general, y más aún de los humedales, requiere una visión holística e integrada, a una amplia escala espacial y temporal. Instrumentos como la Directiva Marco del Agua (DMA) de la UE son útiles para entender a los humedales como parte de un conjunto en el que prima la salud del ecosistema a mayor escala y no sólo la de un humedal en concreto. La DMA permite apreciar el valor y el rol de los pequeños humedales, incluso de aquellos no aptos para la provisión de agua como son los salinos, como parte de un ecosistema acuático mayor (de la Hera *et al.* 2011).

Un paso más allá es el que da el concepto de Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (NCPs). Aunque similar al de servicios ecosistémicos, tal vez la mayor diferencia entre ambos es que los NCPs reconocen diferentes cosmovisiones en la apreciación de la vida silvestre, y por tanto admite diversas formas de relación entre el ser humano y ésta. La visión de las NCPs incluye también una relación de reciprocidad entre naturaleza y personas, por la cual tenemos como especie la obligación de protegerla y conservarla (Pascual *et al.* 2017, Díaz *et al.* 2018, Kadykalo *et al.* 2019). En el caso de los humedales salinos, la falta de atención a sus valores ha tenido mucho que ver con una mirada instrumental hacia el territorio y sus ecosistemas, en el que ha primado la utilidad de los productos y servicios que éstos podían proveer. Si bien los humedales salinos han ofrecido recursos de todo tipo, éstos se consideraban de escaso valor, comparados con los que proveen humedales de agua dulce y de gran tamaño. Tampoco se ha valorado la contribución de estos hábitats salinos al mantenimiento de sistemas húmedos de mayor escala, como la recarga y descarga de acuíferos, control de erosión, etc. La valoración de los servicios ecosistémicos de estos ambientes está, pues, sesgada, por sus características específicas, en particular la salinidad y la aridez. Podría esta visión tener relación con una perspectiva eurocentrista (del norte) en la que prima el interés por los humedales de agua dulce y de un tamaño mínimo, que supera al que suelen tener los humedales salinos en la región mediterránea. Se requerirían, por un lado, indicadores de valoración que tengan en cuenta estas particularidades (Zadereev *et al.* 2020). Por otro, la mirada de los NCPs contribuirá a la conservación de los humedales salinos puede ganar notoriedad e inercia.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Álvarez, M., Catalán, J. & García, D. (2005) Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. In: Ministerio de Medio Ambiente (Ed.) *Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático*, Madrid, pp: 113-145
- [2] Borja, C., Florín, M., & Camacho, A. (2011). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Sección Iii. Evaluación de los tipos operativos de ecosistemas. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- [3] Carrasco Vayá, J.-F. & Hueso Kortekaas, K. (2006) ETNOSAL, un intento de recuperar la memoria salinera de Castilla – La Mancha. *Oppidum 2*: 85-10
- [4] Carrasco Vayá, J.-F. & Hueso Kortekaas, K. (Coords.) (2008) *Los paisajes ibéricos de la sal. 1. Las salinas de interior*, Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, Guadalajara
- [5] Casado, S. & Montes, C. (1991) Estado de conservación de los humedales peninsulares españoles. *Quercus* 66: 18-26
- [6] Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M. A., Costanza, R., Elmqvist, T., Flint, C. G., Gobster, P. H., Grêt-Regamey, A., Lave, R., Muhar, S., Penker, M., Ribe, R. G., Schauppenlehner, T., Sikor, T., Soloviy, I., Spierenburg, M., ... Von Der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(23), 8812–8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>
- [7] Davidson, N. C., Van Dam, A. A., Finlayson, C. M., & McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189-1194. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- [8] Díaz, P., Gerrero, M. C., Alcorlo, P., Baltanás, A., Florin, M., & Montes, C. (1998). Anthropogenic perturbations to the trophic structure in a permanent hypersaline shallow lake: La Salada de Chiprana (north-eastern Spain). *International Journal of Salt Lake Research*, 7(3), 187-210.
- [9] Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... & Polasky, S. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.
- [10] Feldman, S. R. (2011) Sodium Chloride. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, pp: 1–27
- [11] de Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393–408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

- [12] de Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2006). Valuing wetlands Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services. In Ramsar Technical Report N°3/CBD Technical Series No. 27 (Issue 3). http://www.ramsar.org/pdf/lib/lib_rtr03.pdf
- [13] Guerrero, M., & Wit, R. (1992). Microbial mats in the inland saline lakes of Spain.
- [14] Hammer, U. T. (1981). 5. Primary production in saline lakes - A review. *Hydrobiologia*, 81–82(1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/BF00048705>
- [15] Hammer, U. T. (1986). Saline lake resources of the canadian prairies. *Canadian Water Resources Journal*, 11(1), 43–57. <https://doi.org/10.4296/cwrj1101043>
- [16] Hecker, N., & Tomàs Vives, P. (Eds.). (1995). *The status of wetland inventories in the Mediterranean region* (Vol. 38). International Waterfowl and Wetlands Research Bureau.
- [17] Hein, L., van Koppen, K., de Groot, R. S., & van Ierland, E. C. (2006). Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 57(2), 209–228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.04.005>
- [18] Hueso Kortekaas, K. (2019) *Salt in our veins. The patrimonialization processes of artisanal salt and saltscapes in Europe and their contribution to local development*. Parthenon Verlag, Kaiserslautern
- [19] Hueso, K. & Carrasco, J.-F. (Coords.) (2009) *Los paisajes ibéricos de la sal. 2. Humedales salinos de interior*. Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, Guadalajara
- [20] Jellison, R. (2005). IX International Conference on Salt Lake research: research opportunities and management challenges. *Saline Systems*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.1186/1746-1448-1-12>
- [21] Millenium Ecosystem Assessment (2003). *Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Resumen*. World Resources Institute.
- [22] Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Plan Estratégico Español para la Conservación y Uso Racional de los Humedales*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- [23] Mitsch, W. J., & Gossilink, J. G. (2000). The value of wetlands: Importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35(1), 25–33. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8)
- [24] Montes, C. & Martino, P. (1987) *Las lagunas salinas españolas. In: Bases científicas para la protección de los humedales en España*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, pp: 95-146
- [25] Pardo, L. (1948). *Catálogo de los lagos de España*. Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES SALINOS ESPAÑOLES

- [26] Román, E. (2014) *Paisajes de la sal en Andalucía*. Universidad Politécnica de Madrid (Tesis Doctoral)
- [27] Viada, C. (Ed.). (1998). *Áreas importantes para las aves en España*. Sociedad Española de Ornitología-Birdlife, Madrid
- [28] Williams, W. D. (1981). 1. Inland salt lakes: An introduction. *Hydrobiologia*, 81–82(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/BF00048701>
- [29] Williams, W.D. (1986) Limnology, the study of inland waters: A comment on perceptions of studies of salt lakes, past and present. En: de Deckker, P. & Williams, W. D. (Ed.) *Limnology in Australia*, pp: 471-484
- [30] Williams, W. D. (1998). Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. *Hydrobiologia*, 381(1–3), 191–201. <https://doi.org/10.1023/a:1003287826503>