

LAS AVES ACUÁTICAS INVERNANTES EN LOS EMBALSES DE MADRID

INTRODUCCIÓN

Las aves acuáticas son aquellas especies que requieren de humedales para satisfacer todos o una parte de sus requerimientos básicos, e incluye algunos grupos no estrictamente ligados a los humedales pero que los utilizan en alguna fase del ciclo vital, como ciertas aves marinas, por ejemplo la gaviota sombría (*Larus fuscus*) o el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*; Robledano *et al.* 1992). Numerosas aves acuáticas realizan migraciones otoñales, con el fin de alcanzar áreas más adecuadas donde pasar el invierno (Tellería 1988). Entre estas áreas de invernada, la península Ibérica ocupa una posición privilegiada para multitud de aves acuáticas (Bernis 1964), producto de la coincidencia de tres factores, como son: su situación en el extremo suroccidental de Europa, por lo que canaliza una de las principales rutas migratorias, la gran extensión de territorios libres de limitaciones térmicas, y la estacionalidad productiva y climática de la región mediterránea (Tellería 1988; Senar y Borrás 2004).

El estudio de la invernada de aves acuáticas en la península Ibérica se dio a conocer a partir de la década de 1960, gracias a censos promovidos por Francisco Bernis (1964) y por la Sociedad Española de Ornitología (Tellería y Santos 1985), sucediéndose desde entonces cada año los conteos a nivel nacional y regional. Sin embargo, tan sólo unos pocos estudios de las aves acuáticas invernantes de la península Ibérica versan acerca de la importancia zoológica y ecológica de las masas de agua artificiales (Navarro y Navarro 1982; Sánchez *et al.* 1993) o sobre la utilización por parte de éstas en su estancia invernal (Avilés y Parejo 1999; Juan 2000; Herrero *et al.* 2003), a pesar de incluirse en los censos invernales anuales. El estudio de los embalses es fundamental, debido a que su creación provoca una alteración en el paisaje tanto a nivel local como regional (Chani y Echevarría 2000), así como en las cuencas hidrológicas, en la geomorfología, en la calidad del agua

Eva SERRANO-
DAVIES^{1*}
Cristian PÉREZ-
GRANADOS²

¹ Área de Zoología
Dpto. de Ciencias
Ambientales
Facultad de Ciencias
Ambientales y Bioquímica
Universidad de
Castilla-La Mancha
Avda. Carlos III s/n
45071 Toledo

² Instituto Multidisciplinar
para el Estudio del Medio
Ramón Margalef
Departamento de Ecología
Facultad de Ciencias
Universidad de Alicante
Alicante

* Autora para
correspondencia:
eva.serrano@uclm.es

RESUMEN

Se analizan los patrones de distribución y evolución poblacional de las aves acuáticas invernantes en los embalses de Madrid entre 2001 y 2009, y su relación con los parámetros físicos de los embalses (superficie y capacidad) y descriptivos de las poblaciones de aves acuáticas (riqueza y diversidad). Se han

y en la diversidad de especies (Moore 2000), por lo que se debe promover la investigación del papel que juegan sobre la diversidad de los biomas que ocupan y crean (Cid y Caviedes-Vidal 2005).

España acoge una media anual de 1.500.000 aves acuáticas invernantes, que utilizan los embalses como segundo sustrato más importante para la invernada, albergando el 16% de éstas, únicamente superados por las marismas (Martí y Del Moral 2003). En la Comunidad de Madrid la invernada media de acuáticas se cifra entorno a las 30.000 aves, con fuertes variaciones en función de la cantidad de precipitaciones recibidas el año anterior, donde destacan los embalses como hábitats de invernada, que acogen un elevado porcentaje del número de aves invernantes y son ciertos años el sustrato de invernada más utilizado (Molina 2009a).

La continua pérdida y degradación de los humedales naturales ha provocado cierta insuficiencia de zonas húmedas para garantizar la supervivencia de la fauna que albergan, por lo que gran parte de la cual debe subsistir en entornos modificados o creados por el hombre, como lagunas artificiales, embalses, graveras e incluso balsas de riego (Probert 1989; Barberá *et al.* 1990; Sebastián-González *et al.* 2010; Alexander *et al.* 2011; Pérez-Granados *et al.* 2012), y se ha documentado un incremento del uso de dichas zonas (Avilés y Parejo 1999). Los embalses actúan principalmente como lugares de recepción y reposo en los pasos migratorios otoñales (Garrido *et al.* 2002), y aunque no reemplazan totalmente las funciones de los humedales naturales, pueden ser un hábitat alternativo o complementario en todos los estadios vitales (Ma *et al.* 2009), albergando comunidades de peces, plancton y aves similares a las que se dan en lagos.

encontrado relaciones positivas en los grandes embalses, debido a la mayor amplitud, diversidad y complejidad de los hábitats que ofrecen. Se estudió la afinidad entre los grupos tróficos de aves y la proporción superficie/volumen de los embalses, no encontrándose ninguna relación entre este parámetro y la distribución de las aves acuáticas. La evolución poblacional de este grupo de aves durante los nueve años de estudio, muestra un aumento significativo del número de efectivos.

PALABRAS CLAVE: avifauna, conservación, humedales, invernada, península Ibérica.

El presente estudio tiene como objetivos: 1) analizar el uso de los embalses que hacen las aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid; 2) relacionar los parámetros físicos de los embalses con la población de aves acuáticas invernantes; y 3) determinar la evolución poblacional de dichas aves durante el periodo 2001-2009. Para ello, se pretende identificar la relación existente entre la riqueza, diversidad, abundancia de aves y densidad de los distintos grupos tróficos, con variables relacionadas con la estructura del embalse, como la superficie y la capacidad del mismo. Con esta información se podrán establecer criterios para su aplicación en el diseño, gestión y conservación de los embalses, presas y balsas

artificiales (García-Herrera 1992; Sánchez-Zapata *et al.* 2005; Sebastián-González *et al.* 2010).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos han sido extraídos de los censos de aves acuáticas publicados en el *Anuario Ornitológico de Madrid* (Del Moral 2002, 2003; Molina 2004, 2005, 2006, 2007, 2009a), así como datos inéditos de las internadas de 2007-2008 y 2008-2009 cedidos por SEO/BirdLife. La metodología de censo se basa en la realización de conteos diurnos durante la primera mitad del mes de enero, época de máxima estabilidad de las poblaciones de aves acuáticas en las localidades de internada y recomendada por *Wetlands Internacional* (Martí y Del Moral 2003).



Para el análisis no se han considerado aquellos embalses de los que no se disponía de censos todos los años (embalse de El Villar y del Molino de la Hoz), salvo en el caso del embalse de El Pardo que, pese a no disponer de censo para la temporada de 2003-2004, se ha decidido incluir dada su importancia para

la invernada de la avifauna acuática. Así mismo, se decidió no incluir los datos pertenecientes a la invernada de láridos, dadas las peculiaridades de este grupo de aves, para el cual se realizan otros tipos de censos específicos (Molina 2009b).

La superficie (ha), el volumen total (hm³) y la proporción superficie/volumen de cada embalse se han obtenido tras realizar consultas al Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino y a la Sociedad Española de Presas y Embalses. La proporción superficie/volumen se ha utilizado como indicador de la profundidad de los embalses, al desconocerse dicha variable para los mismos.

La riqueza de aves se ha calculado como el número de especies que albergaba cada embalse por año, mientras el índice de diversidad utilizado es el índice inverso de Simpson: $D = 1 / \sum (p_i^2)$ (Levins 1968), siendo p_i la proporción en que la especie i contribuye a la abundancia total, es decir, la abundancia relativa. Se utilizó este índice ya que se considera más fiable y fácil de interpretar que otros más utilizados como el índice de Shannon-Wiener ($H' = - \sum p_i \log p_i$), que varía considerablemente sus resultados en función de la base logarítmica que se seleccione (Feinsinger 2003).

La clasificación de cada especie dentro de un grupo trófico, se ha realizado tomando como base las categorías indicadas según Martí y Del Moral (2003), salvo para la categoría “anátidas” que se decidió dividir en porrones y fochas debido a las diferencias en los hábitos alimenticios y uso de los humedales de estos dos grupos de aves, por tanto, en este estudio se han considerado los siguientes grupos: anátidas, porrones, fochas, garzas y cormoranes, somormujos y zampullines, zancudas, rálidos y limícolas.

El análisis de los datos se ha realizado mediante el programa estadístico Statistica 8.0 (Statsoft 2001). Se han analizado las relaciones existentes entre el número de individuos y de especies respecto al volumen y la superficie de los embalses mediante Modelos Generales Lineales (GLM), tomando la abundancia y la riqueza como variables dependientes, y el volumen y la superficie como variables independientes. Además, se ha realizado un análisis de la relación entre la diversidad y la superficie y el volumen de los embalses, considerando los valores del índice

de diversidad como variable dependiente y como variables independientes la superficie y el volumen. En segundo lugar, a través de un Modelo General Lineal (GLM) se ha calculado la relación entre la proporción superficie/volumen de los embalses y la abundancia de los diversos grupos tróficos de aves acuáticas invernantes, siendo esta última la variable dependiente. El estudio de la dinámica poblacional, se ha realizado a través de una regresión múltiple, utilizándose los valores de abundancia obtenidos para cada embalse y año como variable dependiente y el año como independiente.

RESULTADOS

Durante el periodo 2001-2009 se han censado anualmente al menos 15 embalses (tabla I). Los embalses de El Vellón, El Pardo, Santillana y Valmayor albergan de media el 85% de las aves acuáticas que invernán en este tipo de sustrato en la Comunidad de Madrid, destacando por encima del resto de

Embalse	Superficie (ha)	Volumen (hm ³)	Superficie/Volumen
Atazar	1070,00	425	2,52
El Pardo	537,00	44,63	12,03
El Vellón	393,09	41,23	9,53
La Jarsa	61,14	7,18	8,52
La Pinilla	480,00	37,55	12,78
Las Nieves	5,10	0,22	22,97
Los Arroyos	11,33	0,6	18,88
Navacerrada	92,80	11,04	8,41
Parquelagos	5,00	0,20	25,00
Picadas	90,67	15,22	5,96
Puentes Viejas	279,58	49,17	5,69
Riosequillo	326,00	48,52	6,72
San Juan	650,00	137,80	4,72
Santillana	1051,90	91,09	11,55
Valmayor	755,02	124,49	6,06

Tabla 1. Listado de los embalses incluidos en el estudio, dimensiones (superficie y volumen), y proporción superficie/volumen para cada uno de ellos en el periodo 2001-2009.

Embalse	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	N.º de aves	Riqueza	Diversidad
Aazar	30	2	1	0	3	3	2	3	0	4,9	1,11	2,24
El Pardo	572	1.684	642	-	828	753	983	1.684	2.305	1.181,4	14,38	4,02
El Vellón	1.088	518	539	1.113	1.541	1.018	1.466	1.066	2.713	1.229,1	16,00	4,14
La Jarosa	95	58	78	117	95	138	337	301	250	163,2	7,00	5,21
La Pinilla	90	45	122	68	112	97	135	82	28	86,6	4,67	2,40
Las Nieves	37	166	6	121	64	34	33	-	5	58,3	2,78	2,40
Los Arroyos	14	162	101	114	103	198	89	14	140	103,9	4,77	1,78
Navacerrada	98	68	95	95	49	182	102	64	123	97,3	4,22	2,29
Parquelagos	48	32	69	89	60	124	58	8	4	54,7	3,78	3,26
Picadas	1	16	55	36	67	9	8	67	85	38,2	2,56	1,78
Puentes Viejas	5	2	9	0	2	10	1	3	0	3,6	1,22	3,37
Riosequillo	0	11	19	8	41	8	86	19	20	23,6	2,89	2,70
San Juan	36	27	60	70	40	12	23	20	2	32,2	2,78	1,67
Santillana	773	501	554	655	1.009	1.075	1.248	749	764	814,2	13,11	6,09
Valmayor	714	632	142	36	1143	684	455	771	952	614,3	6,89	4,06

Tabla 2. Número de ejemplares censados por año, número medio de aves, riqueza y diversidad media de aves acuáticas invernales para cada embalse durante el periodo 2001-2009.

embalses (tabla 2). La riqueza y diversidad media para cada embalse durante el periodo de estudio, también varía enormemente entre embalses, volviendo a destacar los embalses de El Vellón, El Pardo, Santillana y Valmayor como los que albergan un mayor número de especies y más diversos. No obstante, el embalse de La Jarosa, también adquiere valores muy elevados de riqueza y diversidad, similares a los de Valmayor, a pesar de albergar un

Grupo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	N.º total	N.º medio	% sobre total	% acumulado
Anátidas	2.003	2.427	1.577	1.573	3.448	2.412	2.654	3.154	4.957	24.205	2.689,44	61,60	61,60
Fochas	454	235	237	310	177	389	687	544	848	3.881	431,22	9,88	71,48
Garzas y cormoranes	443	382	206	218	688	498	486	451	437	3.809	423,22	9,69	81,18
Somormujos y zampullines	281	343	142	112	266	380	516	303	289	2.632	292,44	6,70	87,88
Limícolas	120	434	259	16	60	183	272	254	220	1.818	202	4,63	92,50
Porrones	252	54	61	265	53	344	379	105	257	1.770	196,67	4,50	97,01
Zancudas	48	43	10	24	459	135	28	32	381	1.160	128,89	2,95	99,96
Rápidos	0	4	0	2	3	0	4	3	0	16	1,78	0,04	100,00

Tabla 3. Número total de ejemplares, número medio anual, porcentaje sobre el total de aves censadas y porcentaje acumulado de las aves acuáticas invernantes, según los diversos grupos tróficos a los que pertenecen, en los embalses de la Comunidad de Madrid durante el periodo 2001-2009.

75% menos de ejemplares (tabla 2). El Vellón es el embalse que ha tenido un mayor número de ejemplares en una única invernada, habiéndose registrado 2.713 aves acuáticas durante la invernada de 2009, siendo además, el embalse con mayor número de especies (16 especies de media para el periodo de estudio). En cuanto a la diversidad, el embalse de Santillana (6,01) es el más diverso (tabla 2).

Las anátidas (N = 24.205 individuos) y las fochas (N = 3.881 individuos), son los dos grupos tróficos dominantes en los embalses, seguidos de las garzas y cormoranes (N = 3.809 individuos), somormujos y zampullines (N = 2.632 individuos), limícolas (N = 1.818 individuos) y porrones (N = 1.770 individuos), conformando estos 6 grupos el 97,01% del total de acuáticas invernantes censadas durante el periodo de estudio (tabla 3). A nivel específico, el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), el cuchara europeo (*Anas clypeata*), la focha común (*Fulica atra*) y el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*), son las especies dominantes en los embalses estudiados (tabla 4).

Especie	N.º total	N.º medio	% sobre total	% acumulado
Ánade azulón	15.396	136,25	39,10	39,10
Cuchara europeo	4.189	135,13	10,72	49,82
Focha común	3.868	74,38	9,84	59,66
Comorán grande	3.423	33,89	8,71	68,37
Ánade friso	2.629	84,81	6,69	75,06
Somormujo lavanco	2.120	26,17	5,39	80,45

Tabla 4. Número total de ejemplares, número medio anual de ejemplares, porcentaje sobre el total de aves censadas y porcentaje acumulado de las seis principales especies censadas en los embalses de la Comunidad de Madrid.

Existe relación positiva entre la abundancia de aves censadas y la superficie (GLM: $F_{1,12} = 8,16$, $p = 0,01$) y el volumen de los embalses (GLM: $F_{1,12} = 5,68$, $p = 0,03$) al igual que entre el número de especies censadas y la superficie (GLM: $F_{1,12} = 8,86$, $p = 0,01$) y el volumen (GLM: $F_{1,12} = 8,10$, $p = 0,01$), ya que cuanto mayor es la superficie y el volumen de los mismos, mayor es el número de ejemplares y especies que invernán en ellos. Así mismo existe una relación positiva entre la diversidad de especies y la superficie y volumen de los embalses (GLM: $F_{1,12} = 7,06$, $p = 0,02$; y $F_{1,12} = 5,39$; $p = 0,04$, respectivamente), lo que implica que las dimensiones de los embalses influyen en la diversidad de la avifauna invernante.

No se ha encontrado ninguna relación entre la abundancia de los distintos grupos tróficos presentes en los embalses y la proporción superficie/volumen de los mismos, por lo que si consideramos éste

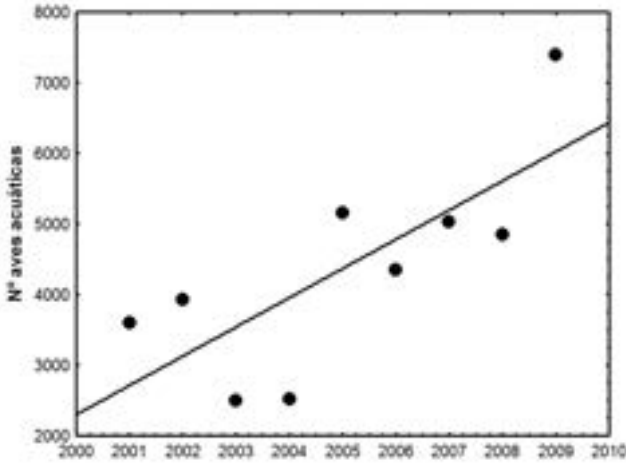


Figura 1. Evolución poblacional del número medio de aves acuáticas invernantes en los embalses madrileños durante el periodo 2001-2009.

como un indicador de la mayor o menor profundidad del embalse, no parece existir ninguna variación en la distribución de los diferentes grupos en función de ésta (GLM: $F_{8,6} = 0,99$, $p = 0,52$).

La población de aves acuáticas invernantes en los embalses madrileños durante el intervalo 2001-2009 ha sufrido un incremento positivo significativo (Regresión Múltiple: $p = 0,019$, $R = 0,75$, $R^2 = 0,56$), que se describe a través de la siguiente ecuación, tomando el año 2001 como el año I:

$$\text{Número de aves acuáticas} = 2.298,33 + 413,86 \times \text{año}$$

Así, el número de aves acuáticas invernantes ha aumentado entorno a 413,86 individuos cada año durante este intervalo de tiempo (figura I).

DISCUSIÓN

La invernada de aves acuáticas en los embalses madrileños es muy superior a la obtenida en la media nacional (27% del total de las aves censadas en la Comunidad de Madrid frente al 16% del total nacional; Martí y Del Moral 2003), siendo en ocasiones el sustrato de invernada que acoge el mayor número de acuáticas en dicha Comunidad (Molina 2009a). Esto puede deberse a que la Comunidad de Madrid carece de grandes lagunas y humedales naturales en los que darse la invernada de aves acuáticas, viéndose forzadas a invernar en sustratos artificiales, como embalses y graveras. Así mismo, en otras comunidades autónomas como por ejemplo el País Vasco, la mayor invernada de aves también ocurre en ciertos embalses (IKT 2010).

La mayor riqueza y abundancia de individuos en los embalses con mayor superficie y capacidad, al igual que los valores más elevados de diversidad son debidos a que permiten el establecimiento de más especies e individuos al aumentar la amplitud y la diversidad del hábitat, creando por ejemplo, zonas de orillas someras que pueden ser explotadas por algunas especies de limícolas (Avilés y Parejo 1999) o zonas alejadas de posibles predadores, observadores, ruidos y otros tipos de molestias, lo que favorece el establecimiento de especies desconfiadas como el zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), o propias de aguas abiertas como el somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*; Goizueta y Balcells 1975). Además, una mayor superficie suele llevar unida una mayor extensión de las colas y entrantes de los embalses, que suelen ser los lugares predilectos de las aves acuáticas (Senar y Borrás 2004).

Por otro lado, aquellos embalses que cuentan con un mayor volumen permiten una mayor profundidad de las aguas, factor determinante para el establecimiento y desarrollo de diferentes tipos de vegetación higrófitas, que adquiere elevados valores entre 5 y 10 m de profundidad (Bezic *et al.* 2004) y, por tanto, del número de anátidas, especialmente de patos nadadores, que explotan este recurso (Senar y Borrás 2004). Además, los humedales con mayores profundidades favorecen la presencia de grandes buceadores, como los somormujos, cormoranes o porrones, debido a sus requerimientos alimenticios (Senar y Borrás 2004), para los cuales los embalses son uno de los hábitats

más frecuentados (Del Moral *et al.* 2002). No obstante, en los embalses la riqueza suele ser relativamente baja frente al resto de humedales, debido a la escasez de hábitats y nichos ecológicos que se desarrollan en los embalses, frente a lagunas, ríos, etc. (Alegre *et al.* 1988; Herrero *et al.* 2003). En nuestro caso, más del 80% de las aves acuáticas censadas están representadas únicamente por seis especies, y prácticamente la mitad de las aves que invernan en los embalses madrileños quedarían representadas por tan solo dos especies, como son el ánade real y el cuchara europeo.

Respecto a la distribución de las especies por grupos tróficos en función de la proporción superficie/volumen de los embalses en que se encuentran, los resultados no reflejan ninguna relación entre ellos, lo cual no concuerda con las relaciones encontradas en otros estudios (Robledano *et al.* 1992; Senar y Borrás 2004; Sebastián-González *et al.* 2010), que señalan una clara segregación de los grupos según preferencias ambientales, separando fundamentalmente aves buceadoras como los porrones y zampullines, de aves de superficie como las anátidas y fochas, y de explotadores de orillas como los limícolas. Por ejemplo, los porrones tienden a utilizar las zonas más profundas y alejadas de la orilla, mientras las anátidas, grupo típico de aguas someras, abundan en zonas con profundidades iguales o inferiores a 20 cm, donde suelen colonizar las plantas acuáticas de las que se alimentan (Martí y Del Moral 2003; Senar y Borrás 2004). La ausencia de relación en este análisis podría deberse a la falta de información acerca de otras variables muy influyentes en la distribución de los distintos grupos en los embalses, como la cobertura, tipo y altura de la vegetación palustre, la temperatura y el pH del agua, la abundancia y diversidad de recursos tróficos, la salinidad y concentración de nutrientes, etc. La predominancia de los grupos tróficos de las anátidas y fochas en los embalses madrileños, es debido a la elevada contribución del ánade real y de la focha común, a sus respectivos grupos, lo que concuerda con lo obtenido en otros estudios realizados en embalses (Herrero *et al.* 2003). Esta predominancia puede deberse a la mayor plasticidad, mayor diversidad de pautas de comportamiento alimenticio y menor preferencia de hábitat de estas especies (Dolz-García y Gómez-López 1988; Senar y Borrás 2004).

La uniformidad de los censos, unido a la amplia cobertura geográfica y los grandes tamaños muestrales de los mismos,

reducen considerablemente los errores inherentes a este tipo de muestreo (Atkinson-Willes 1976), como son la variabilidad de los observadores o las diferencias de esfuerzo entre años, por lo que la tendencia positiva del número de acuáticas invernantes en los embalses madrileños obtenida en este estudio puede considerarse totalmente válida. Este incremento está acorde con la evolución positiva en otras áreas, como en los embalses de la cuenca del Ebro, donde existe una clara acentuación al alza (Galván *et al.* 2008) y la cuantificada para la totalidad de las aves acuáticas invernantes en todos los humedales ibéricos, durante el periodo 1998-2009, aunque con fluctuaciones dependientes de los niveles de inundación (SEO/BirdLife 2010).

Sin embargo, según este estudio la tendencia de las aves acuáticas invernantes en el centro peninsular es estable (SEO/BirdLife 2010), lo que contrasta con la tendencia positiva obtenida en nuestros resultados. Esta diferencia ha de deberse a la consideración únicamente de los embalses frente a la inclusión de todos los tipos de humedales en el realizado por SEO/BirdLife (2010). También puede deberse al deterioro de los humedales naturales (Álvarez *et al.* 2005; Sebastián-González *et al.* 2010). Por ejemplo, el número de aves acuáticas invernantes en tres lagunas del sur de la Comunidad de Madrid (parque Polvoranca, Leganés) durante el periodo 2004-2009, ha disminuido ostensiblemente, con una tasa de declive cercana al 90% en el periodo de estudio, habiendo decrecido año tras año (Pérez-Granados y Serrano-Davies 2012). Por ello, la importancia de los embalses como sustrato de invernada para las aves acuáticas en el centro peninsular es muy elevada, ya que la invernada media de este tipo de aves no se ha visto incrementada durante el periodo de estudio, incluso se han demostrado grandes declives en algunas áreas, a diferencia del aumento obtenido en los embalses.

El aumento medio de los efectivos invernantes de aves acuáticas en la península Ibérica, y en concreto, de las aves acuáticas invernantes en los embalses madrileños, puede deberse al incremento de los esfuerzos conservacionistas tanto a nivel europeo como nacional, especialmente tras la declaración de Convenio Ramsar, que ha propiciado la protección de un gran número de las zonas de cría de este tipo de aves, que mayoritariamente se reproducen en el centro y norte de Europa y seleccionan las cuencas mediterráneas para invernar. Este incremento en el número de invernantes nos

estaría indicando el buen estado de salud de este grupo de aves (Galván *et al.* 2008). Por otro lado, la disminución de la presión cinegética a la que se han visto sometidas las aves acuáticas también podría estar influyendo en dicho aumento. En el caso concreto de la Comunidad de Madrid no está permitida la caza de aves acuáticas; no obstante, numerosas especies, algunas de ellas incluso catalogadas como vulnerables en toda Europa, siguen siendo especies cinegéticas en diversas zonas de España y de Europa (Lobo 2004), lo que puede influir en los números de aves invernantes que lleguen a la península Ibérica. No obstante, la presión cinegética global, se ha reducido considerablemente en los últimos años, aspecto que ha sido esencial para la recuperación de determinadas especies amenazadas como la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*; Green y Figuerola 2003). El cambio climático también podría estar provocando que ciertas especies de larga migración decidan invernar en la península Ibérica dadas las condiciones climáticas más benignas, utilizando en parte las estructuras artificiales como los embalses.

Así mismo, muchos ecosistemas acuáticos españoles han pasado de ser permanentes a estacionales, e incluso han desaparecido (Álvarez *et al.* 2005), por lo que la concentración de las aves acuáticas en los remanentes, entre los que destacan los embalses, puede ir aumentando progresivamente. De hecho, en la Comunidad de Madrid se ha demostrado cómo las masas de agua artificiales, especialmente las graveras y en este caso los embalses, son de vital importancia para la invernada de acuáticas en aquellos años precedidos de una fuerte sequía estival, en los cuales los contingentes de aves prácticamente se duplican. Esta mayor invernada en las masas de agua artificiales, tras años de sequía puede deberse a la regulación artificial del balance hídrico (Molina 2007), ya que la variación del nivel del agua es uno de los factores que más influyen en la abundancia de las aves acuáticas (Amat y Ferrer 1988). La posibilidad de mantener el nivel de agua de forma más permanente en los embalses, favorece la conservación de los ecosistemas acuáticos, y con ello, la presencia de aves acuáticas (Galván *et al.* 2008).

Algunas colas de embalses, debido a su menor profundidad permiten emular ciertas características de un humedal natural, en los cuales se podrían centrar futuras medidas de mejora del hábitat, pudiendo crearse nuevas zonas artificiales con

una importancia que puede ser similar a la de los espacios naturales (Galván *et al.* 2008). En aquellos embalses, cuyas colas no tengan las características adecuadas para mantener un número elevado de aves acuáticas, existe la posibilidad de crear azudes o represas, con los que mantener el nivel de agua estable en dichas zonas, permitiendo el asentamiento y colonización natural de vegetación riparia, como carrizos, eneas, etc., con el consiguiente mayor potencial ecológico del embalse (Reyero 2010). Así mismo, en las zonas de mayor importancia deberían considerarse una serie de medidas (García-Herrera 1992), como la regulación de la navegación en aquellas zonas con mayor número de aves acuáticas o amenazadas, regular el acceso peatonal a estas zonas de mayor importancia, o bien construir barreras naturales o islas naturales, que sin imposibilitar el acceso y ocio del embalse, sí permita una mayor tranquilidad a las aves, lo cual podría paliar en parte la escasez de vegetación natural en las orillas de los embalses (Galván *et al.* 2008).

CONCLUSIONES

La importancia de los embalses en la invernada de las aves acuáticas madrileñas es máxima, albergando un elevado número de ejemplares y especies.

La presencia de aves acuáticas invernantes se ve afectada por la estructura física de los embalses en que invernán, siendo fundamental que cuenten con amplias extensiones de superficie y volúmenes que permitan una mayor complejidad y heterogeneidad del hábitat, al favorecer así el establecimiento de una mayor diversidad y número de especies. No hemos encontrado relación entre los distintos grupos tróficos de aves y la profundidad de las masas de agua, pudiendo influir otros factores no considerados; como la estructura de la vegetación, la salinidad o la concentración de nutrientes.

La evolución poblacional de los contingentes invernantes de aves acuáticas en los embalses madrileños durante el periodo 2001-2009 ha sido positiva, con un aumento medio anual de 414 ejemplares. Este incremento, puede deberse al efecto de diversos factores, como la mejora en la conservación de las aves

acuáticas y los humedales, la disminución en la presión cinegética o variaciones en los rangos de migración de ciertas especies.

Debería planificarse la gestión de los embalses en la medida de lo posible y con los consiguientes estudios de impacto ambiental, con el fin de aumentar la biodiversidad presente en los mismos. Entre las diferentes medidas, destacan la adecuación de las colas mediante pequeñas represas que mantengan agua al margen de la oscilación hídrica del embalse, así como construir barreras o islas, que faciliten la presencia de un mayor número de especies e individuos.

La conservación de las poblaciones invernantes de aves acuáticas ha de pasar también por el estudio y la protección de los humedales artificiales, puesto que albergan grandes poblaciones de invernantes, en ocasiones amenazadas, promoviendo la declaración de algunos de ellos bajo figuras de protección.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a SEO/BirdLife la cesión de los datos de censos en embalses de la Comunidad de Madrid en forma de “Compilación de aves acuáticas invernantes en España. Año 2011”, y en concreto a Blas Molina por la selección de datos. A mis compañeros, David Howell y Julieta Valls por sus aportaciones en la búsqueda de parámetros de los embalses y a Gonzalo García por la ayuda bibliográfica. Por último, a José Manuel Serrano y Miguel Juan por las horas dedicadas, y las aclaraciones y correcciones.



BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M.; Catalán, J. y García de Jalón, D. 2005. Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. En: Moreno, J. M. (ed.). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*: 113-146. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

- Alegre, J.; Sánchez, A. y Hernández, A. 1988. Invernada de aves acuáticas en los embalses y lagunas de la provincia de León. Censos de 1986 y 1987. *Tierras de León*, 28: 105-120.
- Alexander, K. L.; Sebastián-González, R.; Botella, F. y Sánchez-Zapata, J. A. 2011. Occupancy patterns of irrigation ponds by Black-winged Stilts *Himantopus himantopus*. *Ardeola*, 58: 175-182.
- Amat, J. A. y Ferrer, X. 1988. Respuestas de los patos invernantes en España a diferentes condiciones ambientales. *Ardeola*, 35: 59-70.
- Atkinson-Willes, G. L. 1976. The numerical distribution of ducks, swans and coots as a guide assessing the importance of wetlands in midwinter. En: Stuart, M. (ed.). *Proceedings of the International Conference on Conservation of Wetlands and Waterfowl*: 199-254. International Waterfowl Research Bureau. Heiligenhafen.
- Avilés, J. M. y Parejo, D. 1999. Aves limícolas (Charadrii) en un embalse del centro de la península Ibérica durante un ciclo anual: zonas interiores vs. zonas litorales. *Miscel·lània Zoològica*, 22: 1-10.
- Barberá, G.; Calvo-Sendín, J. F.; Esteve-Selma, M. A.; Hernández-Gil, V. y Robledano, F. 1990. Importance of small man-made wetlands for breeding waders in south-eastern Spain. *Wader Study Group Bulletin*, 60: 24-26.
- Bezic, C.; Dall'Armellina, A.; Horne, F.; Gajardo, O.; Avilés, L. y Cañón, S. 2004. Distribución y abundancia de macrófitas sumergidas en el embalse de Casa de Piedra. *Pilquen*, 6: 1-7.
- Bernis, F. 1964. *Información sobre anátidas y fochas. Época invernal*. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Chani, J. M. y Echevarría, A. L. 2000. Los embalses artificiales y la biodiversidad, un caso de estudio. *Acta Zoológica Lilloana*, 45: 165-172.
- Cid, F. y Caviedes-Vidal, E. 2005. La avifauna invernante del embalse La Florida (San Luis, Argentina). *Actualidades Ornitológicas*, 125: 10-18.
- Del Moral, J. C. 2002. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2000-2001. *Anuario Ornitológico de Madrid 2001*: 142-149.
- Del Moral, J. C. 2003. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2001-2002. *Anuario Ornitológico de Madrid 2002*: 118-125.
- Del Moral, J. C.; Molina, B.; De la Puente, J. y Pérez-Tris, J. 2002. *Atlas de las aves invernantes de Madrid, 1999-2001*. SEO-Monticola y Comunidad de Madrid. Madrid.
- Dolz-García, C. y Gómez-López, J. A. 1988. Las anátidas y fochas invernantes de España. En: Tellería, J. L. (ed.). *Invernada de aves en la península Ibérica*: 55-70. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Feinsinger, P. 2003. *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial Fan. Santa Cruz de la Sierra.

- Galván, R.; Losada, J. A.; Tirado, L. y Ríos, M. 2008. La importancia de los embalses de la cuenca del Ebro para las aves. *Naturaleza Aragonesa*, 20: 24-32.
- García-Herrera, J. J. 1992. La recuperación de áreas degradadas para la avifauna acuática en España. *Ardeola*, 39: 65-71.
- Garrido, M.; Alba, E. y González, J. M. 2002. *Las aves acuáticas y marinas en Málaga y provincia*. Informe inédito. Diputación Provincial de Málaga. Málaga.
- Goizueta, J. A. y Balcells, E. 1975. Estudio ecológico comparado del poblamiento ornítico de dos lagunas navarras de origen endorreico. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 6: 7-146.
- Green, A. y Figuerola, J. 2003. Aves acuáticas como bioindicadoras en los humedales. En: Paracuellos, M. (coord.). *Ecología, manejo y conservación de los humedales*: 47-60. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- Herrero, A.; Aja, J. J. y Balbás, R. 2003. Análisis de la invernada de las aves acuáticas en el embalse del Ebro. *Locustella*, 2: 49-57.
- IKT 2010. *Censos de aves acuáticas invernantes en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Informe inédito. Departamento de Medio Ambiente. Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Álava.
- Juan, M. 2000. La comunidad de aves acuáticas en la laguna artificial "Soto Mozanaque" (Algete). *Anuario Ornitológico de Madrid 1999*: 64-77.
- Levins, R. 1968. *Evolution in changing environments: some theoretical exploration*. Princeton University Press. Princeton.
- Lobo, L. 2004. *Análisis de los censos de aves acuáticas invernantes y nidificantes en los humedales de Salburua: periodo 1995-2004*. Informe inédito. Departamento de Medio Ambiente. Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Álava.
- Ma, Z.; Cai, Y.; Li, B. y Chen, J. 2009. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, 30: 15-27.
- Martí, R. y Del Moral, J. C. 2003. *La invernada de aves acuáticas en España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y SEO/BirdLife. Madrid.
- Molina, B. 2004. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2002-2003. *Anuario Ornitológico de Madrid 2003*: 114-121.
- Molina, B. 2005. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2003-2004. *Anuario Ornitológico de Madrid 2004*: 152-159.
- Molina, B. 2006. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2004-2005. *Anuario Ornitológico de Madrid 2005*: 118-127.
- Molina, B. 2007. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2005-2006. *Anuario Ornitológico de Madrid 2006*: 80-91.
- Molina, B. 2009a. Censo de aves acuáticas invernantes en la Comunidad de Madrid. Invernada 2006-2007. *Anuario Ornitológico de Madrid 2007-2008*: 132-147.

- Molina, B. (ed.) 2009b. *Gaviotas reidora, sombría y patiamarilla en España. Población en 2007-2009 y método de censo*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Moore, D. 2000. Those dammed wetlands. *National Wetlands Newsletter*, 22: 1.
- Navarro, J. D. y Navarro, J. 1982. La avifauna de los embalses de “El Hondo” (Alicante). *Mediterránea: Serie de Estudios Biológicos*, 6: 109-139.
- Pérez-Granados, C. y Serrano-Davies, E. 2012. Aves acuáticas: especies amenazadas y evolución de la invernada de aves acuáticas. *DLeganés*, 49: 6.
- Pérez-Granados, C.; Serrano-Davies, E. y Noguerales, V. 2012. Se acaba el tiempo para que la laguna de Meco se proteja. *Quercus*, 316: 62-63.
- Probert, C. H. 1989. *Pearls in the landscape. The conservation and management of ponds*. Farming Press Books. Ipswich.
- Reyero, A. 2010. *Creación de un humedal artificial en la cola del embalse de Riaño, municipio de Boca de Huérgano (León)*. Informe inédito. Gedemol. Santa Marina de Valdeón.
- Robledano, F.; Montes, C. y Ramírez-Díaz, L. 1992. *Relaciones ambientales y conservación de las comunidades de aves acuáticas en la gestión de los humedales del sudeste español*. Universidad de Murcia. Murcia.
- Sánchez, J. M.; Sánchez, A.; Corbacho, P. y Da Silva, E. 1993. Una posible nueva área de importancia internacional para la avifauna acuática: el embalse de Los Canchales (Badajoz). *Alytes*, 6: 299-306.
- Sánchez-Zapata, J. A.; Anadón, J. D.; Carrete, M.; Giménez, A.; Navarro, J.; Villacorta, C. y Botella, F. 2005. Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodiversity Conservation*, 14: 1627-1639.
- Sebastián-González, E.; Sánchez-Zapata, J. A. y Botella, F. 2010. Agricultural ponds as alternative habitat for waterbirds: spatial and temporal patterns of abundance and management strategies. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 11-20.
- Senar, J. C. y Borrás, A. 2004. Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la península Ibérica. *Ardeola*, 51: 133-168.
- SEO/BirdLife. 2010. *Estado de conservación de las aves en España en 2010*. SEO/BirdLife. Madrid.
- StatSoft 2001. *Statistica. Data analysis software system and computer program manual*. Versión 8. StatSoft, Inc. Tulsa.
- Tellería, J. L. 1988. *Invernada de aves de la península Ibérica. IX Jornadas Ornitológicas Españolas*. Monografía n.º I. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Tellería, J. L. y Santos, T. 1985. Avifauna invernante en los medios agrícolas del norte de España. I. Caracterización biogeográfica. *Ardeola*, 32: 203-225.

(Recibido 14.7.2011; Aceptado 26.10.2012)