
Ruppia drepanensis Tineo ex Guss. en Navarra

Ruppia drepanensis Tineo ex Guss. in Navarre

MARÍA A. IBARGUTXI¹



RESUMEN

Una población de *Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss. ha sido hallada en la balsa de Zolina-Ezkoriz, es la primera cita de esta especie hidro-halófila en Navarra y podría representar una de las poblaciones más extensas en su límite norte de distribución. La población de *R. drepanensis* constituye el hábitat de numerosos insectos acuáticos halófilos que colonizan su entorno, algunos de ellos con gran interés de conservación.

• **PALABRAS CLAVE:** *Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss, vegetación hidro-halófila, hidrófito, macrófito, invertebrados halófilos, macroinvertebrados acuáticos, balsa de Zolina-Ezkoriz.

ABSTRACT

A population of *Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss has been found in the artificial lagoon of Zolina-Ezkoriz. It is the first record of this hydro-halophyte species in Navarre and it could represent one of the most extensive populations in its north limit of distribution. The *R. drepanensis* population constitutes the habitat of numerous halophile aquatic insects, several of which are very important from a conservation point of view.

• **KEY WORDS:** *Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss, hydro-halophyte vegetation, hydrophytes, macrophytes, halophile invertebrates, aquatic macroinvertebrates, Zolina-Ezkoriz artificial lagoon.

LABURPENA

Zolina-Eskorizeko balsan *Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss. populazio bat topatu da. Espezie hidro-halofito honen Nafarroako lehen zita da eta populazio hau, bere banaketa-eremuko ipar-mugako zabalena izan liteke. *R. drepanensis* bere inguruan bizi diren hainbat intsektu halofiloren habitata da eta intsektu hauetariko batzuk kontserbatzea garrantzitsua da.

• **GAKO-HITZAK:** landaredi hidro-halofila, hidrofitoa, makrofitoa, ornogabe halofiloak, Zolina-Ezkorizko putzua, makro-ornogabe urtarrak.

¹ mar.ibargutxi@gmail.com

Ruppia drepanensis Tineo ex Guss es un hidrófito perteneciente a la familia *Ruppiaceae* que se distribuye principalmente en lagunas endorreicas, marismas y ríos con aguas hipersalinas, hasta unos 900 m de altitud, en la parte occidental de la región mediterránea (AIZPURU *et al.*, 2007; TALAVERA & GARCÍA MURILLO, 2010). Su área de distribución abarca el SE de Italia, Cerdeña, NO de África y en la Península Ibérica C y S, considerándose rara en el N. Su límite N de distribución se sitúa en las Lagunas de Carravalesca y Carralagroño, en Laguardia (Rioja Alavesa) y en una localidad de Vitoria (Álava), constituyendo éstas, las únicas localidades conocidas de esta especie en el País Vasco (URIBE-ECHEBARRÍA, 2007; TALAVERA & GARCÍA MURILLO, 2010).

Una población de *R. drepanensis* ha sido hallada en la balsa de Zolina-Ezkoriz, es la primera cita de esta especie en Navarra y probablemente constituya una de las poblaciones más extensas en su límite N de distribución. Esta cita contribuye a definir el área de distribución de *R. drepanensis* en el N del Valle del Ebro, puesto que representa una población intermedia entre las ya conocidas en La Rioja y Álava y las de Aragón, en Huesca y Zaragoza (TALAVERA & GARCÍA MURILLO, 2010).

Un pliego de esta especie ha sido depositado en el herbario Universidad Pública de Navarra (UPNA), con los siguientes datos:

***Ruppia drepanensis* Tineo ex Guss.**

Navarra: balsa de Zolina, Valle de Aranguren, 30TXN1637, 485 m, 26.07.2011, Leg.: M.A. Ibargutxi, Det. M.A. Ibargutxi & J. Peralta. UPNA 11322.

La población de *R. drepanensis* ha colonizado las zonas inundadas menos profundas de la balsa, donde llega suficiente energía solar y están sometidas a fuertes variaciones estacionales, formando una franja densa que se extiende de forma continua alrededor del perímetro de la balsa (Fig. 1). *R. drepanensis* está acompañada en algunas zonas por la especie próxima *Ruppia maritima* L., conocida de otra localidad de Navarra (J. PERALTA DE ANDRÉS, com. per.), si bien ésta última ocupa un área menos extensa. Las condiciones de alta salinidad del agua sólo han permitido el desarrollo de las especies vasculares hidro-halófilas *R. drepanensis* y *R. maritima*. Ambos hidrófitos forman parte de la asociación halohigrófila *Ruppietum drepanensis* Brullo & Furnari 1970. Estas comunidades suelen ser muy pobres en especies, a menudo monoespecíficas, desarrollándose en aguas salinas litorales y continentales (AGUILLELLA & RIERA, 1997).

Aunque se tiene constancia de la existencia de estas poblaciones de plantas acuáticas desde hace al menos seis años (ASTIBIA-AIERRA, 2006), estos hidrófitos mediterráneos no habían sido identificados hasta el momento. Su origen podría proceder de semillas transportadas por las aves migratorias que frecuentan la balsa (e.g., varias especies de anátidas) y que incluyen en su dieta semillas de plantas acuáticas, entre ellas especies del género *Ruppia* (SUÁREZ & URIOS, 1999).



Fig. 1.- Población de *R. drepanensis* en la balsa de Zolina-Ezkoriz.

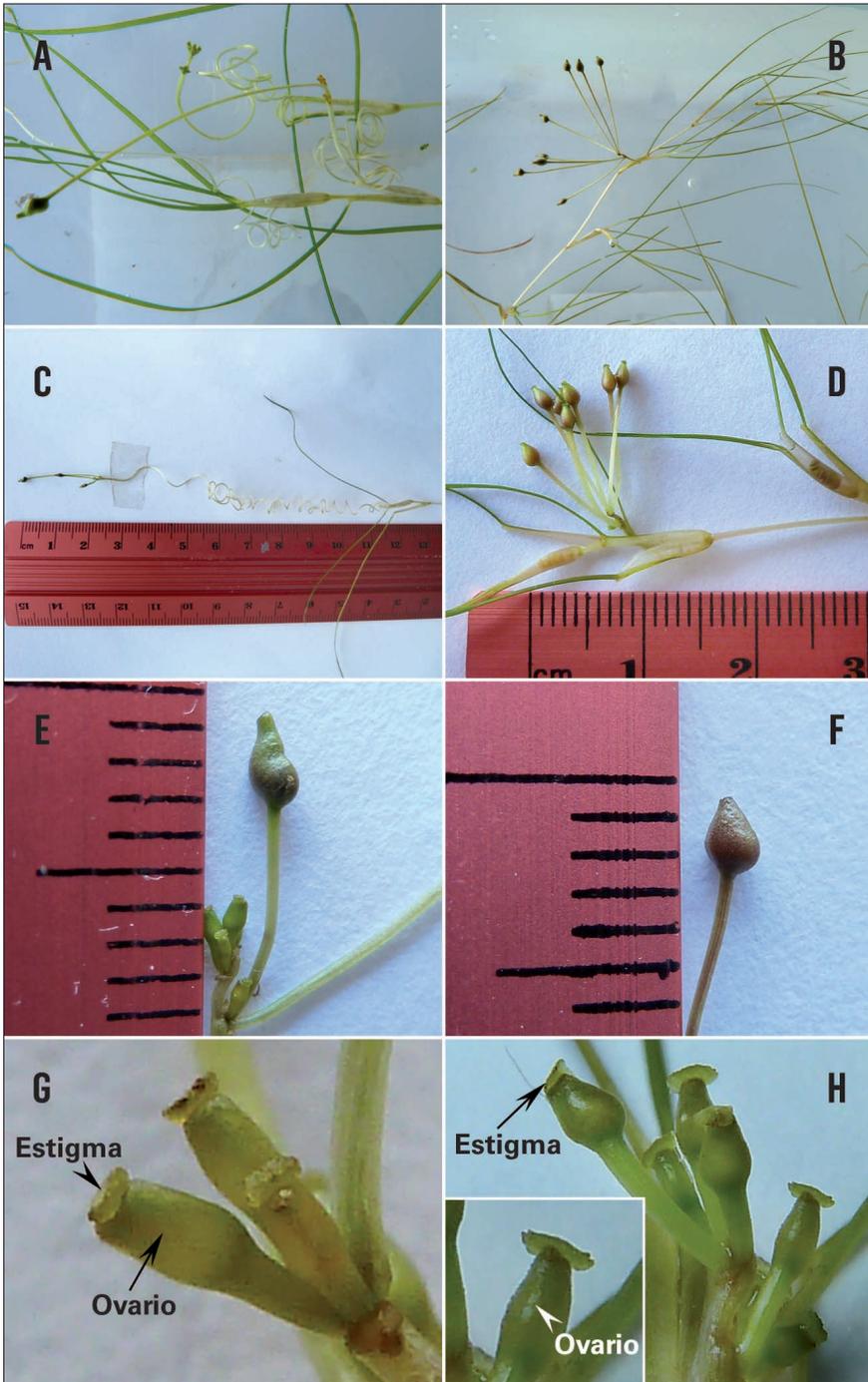
Fig. 1.- *R. drepanensis* population in the Zolina-Ezkoriz artificial lagoon.

Algunas características taxonómicas utilizadas para diferenciar ambas especies se muestran en la Fig. 2.

La balsa de Zolina-Ezkoriz: origen, vegetación potencial, litología y características físico-químicas del agua.

La balsa de Ezkoriz, también conocida como balsa o vaso de Zolina, es una balsa de origen minero, ubicada en la Cuenca de Pamplona (Valle de Aranguren), dentro de la zona de transición bioclimática atlántico-mediterránea. Ocupa un área total de aproximadamente 176 ha, cuya serie de vegetación corresponde a la faciación de tomillares y aliagares submediterráneos de la serie de los robledales de *Quercus pubescens* (PERALTA DE ANDRÉS, 2000). Algunas comunidades de la serie se conservan en ciertos puntos, si bien la mayor parte del área circundante está ocupada por cultivos de secano, principalmente trigo. Los suelos son básicos, normalmente carbonatados y se desarrollan sobre margas (PERALTA DE ANDRÉS, 2000). Las zanjas excavadas alrededor de la balsa, para canalizar las aguas pluviales fuera de la misma, permiten observar en detalle las margas gris-azuladas características de la zona y que le confieren la impermeabilidad que permite la retención de sus aguas.

Entre los años 1977 y 1997, la balsa fue utilizada como depósito de lodos salinos y lixiviados de las cercanas minas de potasa, por lo que sus aguas y suelos



circundantes presentan altos niveles de salinidad (sales potásicas y sódicas). La zona de procedencia de los lodos sedimentados, en Beriain y Subiza, se formó hace 40 millones de años en el Eoceno superior, cuando el mar cubría la Cuenca de Pamplona y el resto de la zona pirenaica. La precipitación de los minerales del mar originó las margas y la serie de anhidrita; sales de magnesio, potasio y sodio (carnalita y silvinita), que dieron lugar a las antiguas explotaciones de potasa (PERNIA LLERA *et al.*, 1987). Así, el medio sobre el que se desarrolla *R. drepanensis*, contiene elementos minerales propios de la zona y elementos procedentes de los lodos sedimentados, constituidos fundamentalmente por restos de las sales, ahora disueltas en el agua, y materiales margosos.

Con el paso del tiempo, la salinidad del agua se ha ido reduciendo considerablemente, al menos en superficie (datos no mostrados; archivos del ayuntamiento del Valle de Aranguren), lo que probablemente, ha contribuido al establecimiento de las poblaciones de flora y fauna actuales. Con el fin conocer algunas características físicas y químicas que caracterizan actualmente el agua donde se desarrolla la población de *R. drepanensis*, se analizaron algunos parámetros, en muestras de agua extraídas alrededor de las plantas. Se tomaron un total de 16 muestras, distribuidas a lo largo del perímetro de la balsa, a 20 cm de profundidad; se almacenaron a 4°C y se analizaron durante las siguientes 48 h tras su recogida. Los parámetros físicos y químicos estudiados fueron: temperatura del agua en el punto de muestreo, medida mediante termómetro de mercurio, pH, nitratos, fosfatos, dureza temporal (carbonatos y bicarbonatos) e iones de calcio y magnesio, analizados mediante test colorimétricos (GmbH & Co. KG, Germany), y densidad del agua, medida con densímetro de aguja (Tabla 1). Los datos relativos a las cantidades específicas de cada una de las sales presentes en el agua (cloruro sódico, potásico, magnésico y sulfato cálcico) fueron facilitados por técnicos del ayuntamiento del Valle de Aranguren, si bien estos valores son de análisis realizados en el año 2004.

Teniendo en cuenta la cantidad total de sales (26,57 g/l), y según la clasificación de aguas continentales de MONTES & MARTINO (1987), las aguas de la balsa de Zolina-Ezkoriz son mesosalinas. Sin embargo, estos valores pertenecen a muestras tomadas en el mes de mayo, cuando los niveles de agua son mayores que en período estival y, por lo tanto, la concentración de sales es menor. Esta variación en la

◀ Fig. 2.- A: *R. drepanensis*. B: *R. maritima*. C: pedúnculo fructífero de *R. drepanensis*, muy largo (>8cm) y enrollado en espiral laxa. D: pedúnculo fructífero de *R. maritima*, más corto (hasta 6 cm) e incurvado en la fructificación. E: drupa de *R. drepanensis*, piriforme, asimétrica y con pico. F: drupa de *R. maritima*, piriforme. G: estigma de *R. drepanensis*, crestado-tuberculado y más estrecho que el ovario. H: estigma de *R. maritima*, peltado, membranáceo y más ancho que el ovario (URIBE-ECHEBARRÍA, 2007 Y TALAVERA & GARCÍA MURILLO, 2010).

Fig. 2.- A: *R. drepanensis*. B: *R. maritima*, C: fruit-bearing peduncle of *R. drepanensis*, very long (>8cm) and with shape spiral, D: fruit-bearing peduncle of *R. maritima*, shorter (until 6 cm) and bended in fruiting. E: fruit of *R. drepanensis*, with shape of pear, asymmetric and with a point. F: fruit of *R. maritima*, with shape of pear. G: *R. drepanensis*, crested stigma and more narrow than ovary. H: *R. maritima*, membranous stigma and wider than ovary (URIBE-ECHEBARRÍA, 2007 Y TALAVERA & GARCÍA MURILLO, 2010).

Temperatura (\pm EE)	19, 8 \pm 0,3°C
pH (rango)	8,9 (8,5-9,0)
Dureza temporal (rango)	1,57 meq/L (1,43-1,79 meq/L)
Calcio (\pm EE)	997 \pm 17 ppm
Magnesio (\pm EE)	229 \pm 26 ppm
Nitratos	Cantidad indetectable (<10 ppm)
Fosfatos	Cantidad indetectable (<0,02 ppm)
Densidad (a 25°C) (\pm EE)	1.020,8 kg/m ³ \pm 0,2 kg/m ³ ; 1.025,5 kg/m ³ **
Cloruro sódico*	19.299 ppm
Cloruro potásico*	3.437 ppm
Cloruro magnésico*	2.074 ppm
Sulfato cálcico*	1.762 ppm
Sales totales*	26.572 ppm (26,57 g/L)
* Datos facilitados por técnicos del Ayuntamiento del Valle de Aranguren, análisis realizados el 26.05.2004.	
** Densidad del agua en muestra extraída durante la época de estiaje (02.10.2011)	

Tabla 1.- Parámetros físicos y químicos del agua de la balsa de Zolina-Ezkoriz en el entorno de la población de *R. drepanensis*. Los datos corresponden a muestras tomadas el día 30.06.2011.

Table 1.- Physical and chemical parameters of the water from the Zolina-Ezkoriz artificial lagoon, around the *R. drepanensis* population. The data corresponding to samples taken in 30.06.2011.

salinidad, que tiene lugar a lo largo del año, puede deducirse al observar los valores de densidad (proporcional a la salinidad), que oscilaron entre los 1020,8 kg/m³ en el mes de junio y los 1025,5 kg/m³ a principios del mes de octubre (Tabla 1), antes del inicio de época de lluvias (año 2011). Para conocer el rango de salinidad que soportan los organismos de la balsa, sería necesario realizar registros con una periodicidad que permita estimar la variación de éste a lo largo del año. La presencia de *Ruppia* se justifica por las características de estas aguas, ya que esta especie está adaptada a vivir en un medio con un amplio rango de salinidad, altas concentraciones de sodio, potasio, sulfatos, calcio y otros cationes, muy básicas (pH 8-9) y una alcalinidad (dureza) parecida a la del agua del mar (MARGALEF MIR, 1981; MARGALEF, 1995; SANTAMARÍA GALDÓN, 1995).

Flora y fauna más relevante del entorno de las poblaciones de *R. drepanensis*

Además de *R. drepanensis* y *R. maritima*, las condiciones de salinidad de los suelos próximos a las orillas han propiciado el establecimiento de otras especies de flora halófila. En los suelos más salinos y cercanos al agua se establecen

numerosos ejemplares de *Salicornia patula* Duval-Jouve, formando verdaderas praderas en algunas zonas alrededor de la balsa. Más alejados del agua aparecen especies halófilas muy frecuentes como *Atriplex prostrata* Boucher ex DC. y *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf. Otros halófitos más escasos y con una localización más restringida son: *Atriplex patula* L., *Spergularia salina* J. & C. Presl., *Scirpus maritimus* L. subsp. *maritimus* y *Puccinellia fasciculata* (Torrey) E.P. Bicknell. También se han identificado otras plantas propias de zonas húmedas o con encharcamiento temporal, que se citan a continuación: *Lotus corniculatus* L. subsp. *tenuis* (Willd.) Berher, *Epilobium hirsutum* L., *Oenanthe lachenalii* C.C. Gmelin, *Plantago maritima* L. subsp. *serpentina* (All.) Arcangeli, *Plantago major* L. subsp. *intermedia* (Gilib.) Lange, *Juncus inflexus* L., *Scirpus holoschoenus* L., *Carex flacca* Schreber, *Phalaris coerulea* Desf., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel y *Thypha dominicensis* (Pers.) Steudel. Las plantas han sido determinadas con las claves de: (1) URIBE-ECHEBARRÍA (2007) y TALAVERA & GARCÍA MURILLO (2010) para *R. drepanensis* y *R. maritima*, (2) claves de RIVAS MARTÍNEZ & HERRERA (1996) y GARCÍA & HERRERA (2007) para *S. patula* y (3) las claves de CASTROVIEJO (1986) y AIZPURU *et al.* (2007), para el resto de flora.

En lo referido a la fauna acuática, cabe destacar la abundancia de macroinvertebrados que habitan el entorno de las poblaciones de *R. drepanensis*. Con el fin de identificar a las especies principales se muestrearon con manga entomológica (0,5 mm) los diferentes hábitat acuáticos (rocas, vegetación y sedimentos) de la balsa, entre junio y octubre de 2011. De los insectos recolectados, se pudieron determinar los taxones que se citan a continuación. Del orden Hemiptera, familia Corixidae: *Sigara (Halicorixa) selecta** (Fieber, 1848); muy abundantes, especialmente en primavera y verano. Del orden Coleoptera, familia Dytiscidae: *Nebrioporus (Zimmermannius) baeticus* (Schuaun, 1864); endemismo ibérico, citado en las Bardenas Reales (Navarra), en un arroyo temporal sobre yesos (RIBERA *et al.*, 1997); familia Hydrophilidae: *Berosus (Berosus) hispanicus* Küster, 1847 y *Enochrus (Lumetus) bicolor* (Fabricius, 1792); ambos citados en la laguna de Pitillas (Navarra) (RIBERA & AGUILERA, 1996), y familia Scirtidae. Del orden Diptera, familia Ephydriidae: *Ephydra flavipes** (Macquart, 1843); con presencia de larvas acuáticas, pupas fijadas a los tallos y hojas de *R. drepanensis* y adultos concentrados en la superficie del agua, en zonas con vegetación acuática en descomposición, así como larvas acuáticas de la familia Stratiomyidae. De la clase Arachnida, superorden Acariformes: ácaros acuáticos de la familia Hydrachnidae. Las especies fueron identificadas por observación con lupa binocular (caracteres externos y genitalia), hasta familia con claves de BARRIENTOS (1988) y CHINERY (1997), y hasta especie con bibliografía específica: WIRTH (1975); MILLAN *et al.* (1987); MILLÁN SÁNCHEZ (1991); NIESER *et al.* (1994); FERY *et al.* (1996); SCHÖOL (1998); KRIVOSHEINA (2003); INCEKARA *et al.* (2011). De las especies *Sigara (Halicorixa) selecta* y *Ephydra flavipes*, indicadas con un asterisco (*), no se habían publicado observaciones en Navarra hasta el momento.

Entre los insectos hallados, merecen una mención especial *N. baeticus* y *S. selecta*, las cuales han sido consideradas como especies con gran interés de conservación por SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, (2007). A *N. baeticus*, se le asigna una vulnerabilidad alta, por que además de la pérdida de su hábitat por dulcificación y eutrofización del agua, su distribución es restringida al tratarse de un endemismo ibérico (S y E peninsular). Por otro lado, *S. selecta* es considerada de vulnerabilidad media, por la alta especificidad de los hábitats que ocupa y el grado de amenaza de los mismos, principalmente por contaminación (SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2007). La presencia de estas especies pone aún más en evidencia la importancia que tiene la población de *R. drepanensis*, no sólo en sí misma, sino también, por lo que representa para los organismos halófilos que viven en su entorno. Este estudio supone una pequeña aportación a los trabajos ya realizados en Navarra, fundamentalmente sobre coleópteros y heterópteros acuáticos, por: GÓRRIZ (1902); DE LA FUENTE (1921); VEGA *et al.* (1981); HERRERA & MIRANDA (1989); GARRIDO *et al.* (1994); RIBERA & AGUILERA (1996); RIBERA *et al.* (1997) y OSCOZ *et al.* (2003).

Además de los invertebrados estrictamente acuáticos, en la zona abundan las especies parcialmente dependientes del agua como gasterópodos (clase Gastropoda), crustáceos isópodos (superclase Crustacea, orden Isopoda) y diversas libélulas y caballitos del diablo (orden Odonata, subord. Anisoptera y Zygoptera, respectivamente), los cuales realizan la puesta sobre la población de *R. drepanensis*. Asimismo, son frecuentes en el suelo de las orillas, las galerías excavadas por ortópteros (familia Gryllidae) y coleópteros depredadores (familia Carabidae: *Carabus (Megodontus) violaceus purpurascens* Fabricius, 1787 y *Cblaenius velutinus* Duftschmid, 1812); con gran actividad nocturna, así como numerosas arañas y hormigas que aprovechan la abundancia de insectos y los restos de *Ruppia* en descomposición tras el estiaje. Estos insectos han sido identificados con las claves de BARRIENTOS (1988), HERRERA & ARRIBITA (1990) y CHINERY (1997). En estudios previos, se han observado en estas aguas bacterias halófilas, algas verde-azuladas, diatomeas, hongos y pequeños crustáceos ostrácodos (ASTIBIA-AIERRA, 2006), algunos de los cuales, también se han detectado en este estudio.

Las poblaciones de *R. drepanensis* y *R. marítima* constituyen el primer eslabón de la cadena trófica de este ecosistema acuático y representan un hábitat que proporciona refugio y sustento a los numerosos invertebrados acuáticos que habitan el agua y su entorno más próximo, algunos de ellos con gran interés de conservación. A su vez, estos invertebrados son una importante fuente de alimento para muchas aves, especialmente durante la primavera y el verano cuando son más abundantes. Esta abundancia de recursos beneficia particularmente a las aves insectívoras o que incluyen insectos en su dieta como las limícolas, en especial a las que crían en la balsa, como por ejemplo la cigüeñuela común *Himantopus himantopus* L., cuya dieta se basa fundamentalmente en insectos acuáticos (MULLARNEY & ZETTERSTRÖM,

2010). En este sentido, hay que destacar la importancia que también tiene para la avifauna la balsa de Zolina-Ezkoriz, sobre todo durante las migraciones pre- y postnupciales, en las que es visitada por gran cantidad de aves.

Aunque se desconoce el modo, el momento y el ritmo con el que se ha producido esta colonización, a lo largo de los más de 30 años de existencia de la balsa, las aves migratorias podrían haber jugado un papel fundamental. Dichas aves habrían actuado como portadoras de diásporas de las especies halófilas, procedentes de saladares o lagunas endorreicas de otras zonas de Navarra, de comunidades limítrofes o incluso regiones más alejadas. Las diásporas llegarían en forma de semillas, en el caso de las plantas, o como huevos o pupas, en el de los invertebrados con menor movilidad, y posteriormente se han establecido al encontrar condiciones favorables para su desarrollo. No obstante, en el caso de los invertebrados acuáticos con capacidad de vuelo, la colonización aérea por entrada de adultos u ovoposición ha sido considerada una de las principales vías de poblamiento en embalses (PATERSON & FERNANDO, 1969), o la única en medios acuáticos aislados de nueva creación (BARNES, 1983).

Sólo la observación en el tiempo permitirá saber si esta colonización forma parte de una sucesión ecológica, caracterizada por un incremento en la complejidad e interdependencia de sus elementos, mediante la sustitución de unas especies oportunistas o pioneras por otras más especializadas (MARGALEF, 1995). Sin embargo, actualmente se carece de punto de referencia, pues se desconocen los organismos que poblaban estas aguas con anterioridad. Por otro lado, las condiciones de salinidad y posiblemente de composición del medio son tan restrictivas respecto a las especies capaces de colonizarlo que la evolución de la sucesión estaría muy limitada.

Posibles amenazas para la flora y fauna halófila de la balsa

Algunas acciones que ponen o podrían poner en peligro la subsistencia de las especies halófilas de flora y fauna que están colonizando la balsa de Zolina-Ezkoriz son:

- Eutrofización por el aporte excesivo de nutrientes, procedentes de los campos colindantes fuertemente abonados, que llegan a las aguas de la balsa arrastrados por el agua de escorrentía. Aunque los análisis no mostraron niveles detectables de nitratos y fosfatos (Tabla 1), ello podría deberse a que la vegetación acuática, en pleno desarrollo vegetativo en el momento de toma de las muestras, fue capaz de absorber buena parte de los nutrientes o a la falta de sensibilidad del método de análisis empleado.
- Efecto biocida sobre los insectos y plantas acuáticas, de los pesticidas y herbicidas utilizados en los cultivos que rodean la balsa. El efecto de los herbici-

das fue patente en el claro deterioro de las plantas halófilas que crecían en los límites del cultivo.

- Destrucción directa de la vegetación halófila por el laboreo agrícola, aplastamiento por los tractores o en menor medida, por el paso excesivo de personas y animales domésticos por las orillas, donde crecen varias de estas especies.

Según las observaciones y los parámetros estudiados se concluye que en la balsa de Zolina-Ezkoriz tiene lugar una colonización por nuevas especies de flora y fauna halófilas, en la que los factores más determinantes, además de la presencia de zonas inundadas durante todo el año, son la alta salinidad y el pH muy básico. Probablemente, estas condiciones en su conjunto no se dan de forma natural en ningún otro humedal navarro, de ahí la singularidad de su flora y fauna acuática. Así, la balsa de Zolina-Ezkoriz suscita al menos un doble interés, el científico, al ofrecer la oportunidad de estudiar una colonización de un medio acuático salino artificial, y el ambiental o ecológico, al albergar de forma permanente o temporal, especies singulares con un claro interés de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a D. Javier Peralta de Andrés, por confirmar la determinación de *R. drepanensis*. Al Dr. Luis Felipe Valladares (Universidad de León) y en especial a la Dra. Josefina Garrido González (Universidad de Vigo), por la orientación bibliográfica y la inestimable ayuda prestada para la identificación de los coleópteros acuáticos. A D. Jesús Arbizu, por los datos facilitados y su apoyo a futuros proyectos. A D. Ramón Elósegui Borinaga, por investigar la información sobre la cita de *R. drepanensis* en Vitoria-Gasteiz. A los participantes del Blog de Zolina y a D. Claudio, por la información útil y amena sobre las aves que habitan y visitan la balsa. A mi amiga Miriam Jiménez, por sus consejos técnicos sobre análisis de aguas salinas y sus ánimos. A mis padres, por su apoyo incondicional.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILELLA, A., RIERA, J. 1997. Estudios sobre la vegetación y flora halófilas de las saladas de "El Plano" (Alcañiz-Calanda, Aragón, España). En: *Las Saladas de Alcañiz*, Vol. 6. J. L. Anento, J. Selfa, R. Jiménez (Ed.): 43-100. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación Zaragoza.
- AIZPURU, I., ASEGINOLAZA, C., URIBE-ECHEBARRIA, P.M., URRUTIA, P., ZORRAKIN, I. (Eds.). 2007. *Claves Ilustradas de la Flora del País Vasco y Territorios Limítrofes*. Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

- ASTIBIA-AIERRA, H. 2006. *Un homenaje al Mar Pirenaico en la Balsa de Ezkoriz. Monografías del Valle de Aranguren 1*. CAUQUÉN-Ediciones de Naturaleza. Ayuntamiento del Valle de Aranguren.
- BARNES, L. E. 1983. The colonization of ball-clay ponds by macroinvertebrates and macrophytes. *Fresh. Biol.* 13: 561-578.
- BARRIENTOS, J. A. 1988. *Bases para un curso práctico de Entomología*. Asociación Española de Entomología. Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología. Salamanca.
- CASTROVIEJO, S. (Coord.). 1986. *Flora ibérica. Plantas vasculares de la península ibérica e islas Baleares*. Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid.
- CHINERY, M. 1997. *Guía de los insectos de Europa*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- DE LA FUENTE, J. M. 1921. Catálogo sistemático-geográfico de los coleópteros observados en la Península Ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares. *Bol. Soc. Ent. Esp.* 4: 55-112.
- FERY, H., FRESNEDA, J., MILLÁN, A. 1996. Bemerkungen zur *Nebrioporus ceresyi*-Gruppe sowie Beschreibung von *Nebrioporus schoedli* n. sp. *Coleo. Entomol. Zeitschrift* 106: 306-328.
- GARCÍA, I., HERRERA, M. 2007. *Salicornia* L. En: *Claves Ilustradas de la Flora del País Vasco y Territorios Limítrofes*. I.Aizpuru, C. Aseginolaza, P.M. Uribe-Echebarria, P. Urrutia, I. Zorrakin (Ed.): 117. Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- GARRIDO, J., DÍAZ, J.A., REGIL, J. A. 1994. Fauna Acuática de la Comunidad Foral de Navarra (España) (Col., Adepfaga y Polyphaga). *Bull. Soc. Entomol. France* 99: 131-148.
- GÓRRIZ, R. J. 1902. Coleópteros de la cuenca del Ebro existentes en la colección de D. Ricardo Górriz. *Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat.* 3: 51-52.
- HERRERA, L., MIRANDA, M. J. 1989. Materiales para la Hidrobiología de Navarra: Heterópteros acuáticos (Insecta, Heteroptera). *Príncipe de Viana. Supl. Cienc.* 9: 63-94.
- HERRERA, L., ARRIBITA, F. J. 1990. *Los Carábidos de Navarra España. The Carabid Beetles of Navarra Spain (Coleoptera, Carabidae)*. Entomonograph. E. J. Brill/Scandinavian Science Press. The Netherlands.
- INCEKARA, Ü., MART, A., POLAT, A., AYDOGANZ, TÜRKENH, H., TASAR, G.E., BAYRAM, S. 2011. Studies on Turkish Hydrophilidae (Coleoptera) IV. Genus *Berosus* Leach, 1817 with description of a new species: *Berosus dentalis* sp. n. *Türk. Entomol. Derg.* 35: 231-244.
- KRIVOSHEINA, M. G. 2003. To the biology of flies of the genus *Ephydra* Fallén, 1810, with the descriptions of larvae of seven Palearctic Species (Diptera: Ephydriidae). *Russian Entomol. J.* 12: 79-86.

- MARGALEF MIR, R. 1981. *Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio. Serie Universitaria*. Gráficas Ibérica. Tarragona.
- MARGALEF, R. 1995. *Ecología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- MILLÁN SÁNCHEZ, A. 1991. *Los Coleopteros Hydradephaga (Haliplidae, Gyrinidae, Noteridae y Dytiscidae) de la cuenca del río Segura. SE. de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Murcia.
- MILLÁN, A., VELASCO, J., SOLER, A. G. 1987. Claves gráficas para la identificación de los heterópteros acuáticos (Gerromorpha & Nepomorpha) de la cuenca del río Segura. S.E. de la Península Ibérica. *An. Biol.* 3: 71-80.
- MONTES, C., MARTINO, P. 1987. Las aguas salinas españolas. En: *Bases científicas para la protección de humedales de España*: 95-145. Real academia de ciencias exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- MULLARNEY, K., ZETTERSTRÓM, D. 2010. *Guía de aves. España, Europa y región mediterránea*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- NIESER, N., BAENA, M., MARTÍNEZ-AVILÉS, J., MILLÁN, A. 1994. *Claves para la identificación de los heterópteros acuáticos (Nepomorpha y Gerromorpha) de la Península Ibérica. Con notas sobre las especies de las Islas Azores, Baleares, Canarias y Madeira*. Asociación Española de Limnología. Madrid.
- OSCOZ, J., ESCALA, M.C., LEUNDA, P.M., MIRANDA, R. 2003. Contribución al conocimiento de los heterópteros (Insecta) de los ríos de Navarra. *Munibe, Cienc. Nat.* 54: 87-94.
- PATERSON, C.G., FERNANDO, C.H. 1969. The macroinvertebrate colonization of a small reservoir in Eastern Canada. *Int. Vereinigung für Theorische angew. Limnologie Verb.* 17: 126-136.
- PERALTA DE ANDRÉS, J. 2000. Series de Vegetación y Sectorización Fitoclimática de la Comarca Agraria III. En: *Sectorización Fitoclimática de Navarra*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Servicio de Estructuras Agrarias. Sección de Suelos y Climatología. Gobierno de Navarra.
- PERNÍA LLERA, J.M., VADILLO FERNÁNDEZ, L., SANZ CONTRERAS, J.L., GARCÍA VARELA, L.A. 1987. *Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Navarra*. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Industria y Energía. Secretaría de la Energía y Recursos Minerales. Madrid.
- RIBERA, I., AGUILERA, P. 1996. Els Estany de Capmany: the missing Spanish pingo (or palsa) fens?. *Latissimus* 7: 2-6.
- RIBERA, I., HERNANDO, C., AGUILERA, P., MILLÁN, A. 1997. Especies poco conocidas o nuevas para la fauna ibérica de coleópteros acuáticos (Coleoptera: Dytiscidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Dryopidae). *Zapateri Rev. Aragón. Ent.* 7: 83-90.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., HERRERA, M. 1996. Datos sobre *Salicornia* L. (Chenopodiaceae) en España. *An. Jard. Bot. Madrid* 54: 149-154.

- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D., ABELLÁN, P., CAMARERO, F., ESTEBAN, I., GUTIÉRREZ- CÁNOVAS, C., RIBERA, I., VELASCO, J. & MILLÁN, A. 2007. Los macroinvertebrados acuáticos de las Salinas de Añana (Álava, España): biodiversidad, vulnerabilidad y especies indicadoras. *Bol. Soc. Entomol. Aragonesa* 40: 233-245.
- SANTAMARÍA GALDÓN, L.E. 1995. *The Ecology of Ruppia drepanensis Tineo in a Mediterranean brackish marsh (Doñana National Park, SW Spain). A basis for the management of semiarid floodplain wetlands*. Ph. D. Thesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen.
- SCHÖOL, S. 1998. Taxonomic revision of *Enochrus* (Coleoptera: Hydrophilidae). The *E. bicolor* species complex. *Entomol. Probl.* 29: 111-127.
- SUÁREZ, C., URIOS, V. 1999. La contaminación por saturnismo en las aves acuáticas del Parque Natural de El Hondo y su relación con los hábitos alimenticios. *Humed. Medit.* 1: 83-90.
- TALAVERA, S., GARCÍA MURILLO, P. 2010. *Ruppia* L. En: *Flora ibérica, Vol. 17*. S. Talavera, M. J. Gallego, C. Romero, A. Herrero (Ed.): 88-92. Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid.
- URIBE-ECHEBARRÍA, P.M., 2007. Ruppiceae. En: *Claves Ilustradas de la Flora del País Vasco y Territorios Limítrofes*. I.Aizpuru, C. Aseginolaza, P.M. Uribe-Echebarría, P. Urrutia, I. Zorrazin (Ed.). Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- VEGA, A., HERRERA, L., BERGERANDI, A., ARLEGUI, R. 1981. Fauna entomológica de la charca de Muniain (Navarra). *Munibe* 33 (1-2): 101-105.
- WIRTH, W. W. 1975. A revision of the brine flies of the genus *Ephydra* of the Old World (Diptera Ephydriidae). *Ent. Scand.* 6: 11-44.



- Fecha de recepción/Date of reception: 29.07.2011

- Fecha de aceptación/ Date of acceptance: 21.11.2011