

Situación de las poblaciones valencianas del género Marsilea: medidas para su conservación

Elena ESTRELLES*, Ana M. IBARS* & Juan J. HERRERO-BORGOÑÓN**

* Jardí Botànic de la Universitat de València. C/ Quart, 80. 46008 València;
E-mail: elena.estrelles@uv.es y ana.ibars@uv.es

** F. M. Escuela de Jardinería y Paisaje, Ajuntament de València.
Paseo de la Pechina, 15. 46008 Valencia.

Resumen

ESTRELLES, E., IBARS, A. M. & HERRERO-BORGOÑÓN, J. J. 2001. Situación de las poblaciones valencianas del género *Marsilea*: medidas para su conservación. *Bot. Complutensis* 25: 241-249.

Se analiza la situación de las poblaciones valencianas de *Marsilea batardae*, *M. quadrifolia* y *M. strigosa*, así como las amenazas que actualmente pesan sobre ellas. Asimismo se comentan las medidas que se han puesto en marcha para asegurar su conservación, entre las que destacan las introducciones experimentales.

Palabras clave: Conservación, *Marsilea batardae*, *M. quadrifolia* y *M. strigosa*.

Abstract

ESTRELLES, E., IBARS, A. M. & HERRERO-BORGOÑÓN, J. J. 2001. Situation of the Valencian populations of *Marsilea*: strategies for its conservation. *Bot. Complutensis* 25: 241-249.

The situation of Valencian populations of *Marsilea batardae*, *M. quadrifolia* and *M. strigosa*, as well as the threats that they suffer at present are analysed here. Likewise the measures applied to ensure their conservation, with emphasis on the experimental introductions, are commented.

Key words: Conservation, *Marsilea batardae*, *M. quadrifolia* and *M. strigosa*.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocida la problemática que actualmente afecta a la mayor parte de nuestros ecosistemas acuáticos y a todas las especies asociadas a ellos. Debido a ello, las especies del género *Marsilea* han sufrido una fuerte recesión durante los últimos años, especialmente en las áreas mediterráneas donde las fluctuaciones hídricas estacionales son más acusadas.

La precariedad de muchas de las poblaciones ibéricas ha motivado la inclusión de algunas especies, con categoría CR, en distintos listados de flora o amenazada (VV. AA., 2000), hallándose además protegidas tanto por la legislación española como por la comunitaria.

La Comunidad Valenciana no es una excepción y a pesar de haberse localizado en ella las tres especies ibéricas, dos de ellas (*M. batardae* y *M. quadrifolia*) no han sido vistas desde hace más de una década. Por este motivo, desde 1994 se vienen desarrollando una serie de iniciativas encaminadas a conservar y recuperar las poblaciones valencianas.

Las actividades incluidas dentro del plan de conservación del género *Marsilea* en la Comunidad Valenciana se iniciaron con el estudio de las poblaciones conocidas y la puesta a punto de diferentes técnicas de multiplicación (Laguna et al., 1997).

Siguiendo con esta línea de trabajo, se han prospectado las zonas donde han sido citadas las distintas especies, así como otras zonas favorables cercanas, se han analizado su situación y problemática actuales, y se ha estudiado su comportamiento ecológico, incluyendo el análisis de los suelos correspondientes a las diferentes poblaciones conocidas (tabla 1) lo cual puede facilitar futuras acciones orientadas a su conservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La localización de las poblaciones se ha realizado por revisión bibliográfica y de herbario (VAL, VAB, VF).

La descripción de las mismas procede de la observación directa en diferentes épocas del año, y durante 7 años sucesivos.

El material utilizado para estas experiencias se ha procurado que fuera autóctono, por lo que procedió a la búsqueda de esporocarpos. De acuerdo con las observaciones de Gopal (1969) y Húsak & Otahelova (1986) las muestras de suelo se han recogido en la zona de desarrollo óptimo de la planta, que es donde se produce el mayor número de esporocarpos. Ésta corresponde, aproximadamente, a 24 cm por debajo del nivel máximo al que alcanza el agua.

Se han obtenido numerosos esporocarpos de *Marsilea strigosa* en los últimos años y se ha intensificado la búsqueda de esporocarpos de *M. batardae* y *M. quadrifolia* en el área donde fueron vistas por última vez, para lo que se ha recurrido a la recogida de muestras de suelo para su posterior tamizado. Puesto que los resultados han sido negativos, se ha utilizado material de *M. batardae* procedente de Portugal y material de *M. quadrifolia* procedente del Delta del Ebro. Para *M. strigosa* se ha utilizado material procedente de la población valenciana de Sinarcas (Laguna et al., 1997).

Para la caracterización de los suelos estudiados se siguieron los criterios de Jackson (1982) respecto a la metodología de muestreo. Las determinaciones analíticas efectuadas en las muestras de suelo se realizaron según las siguientes meto-

Tabla 1

Características de los suelos analizados. Muestra A1: Balsa de la Dehesa (Soneja) 30SYK2810; muestra B1: Rabasal (Cullera) 30SYJ3643; muestra B2: San Salvador (Cullera) 30SYJ3742; muestra C1: Charco Negro (Sinarcas) 30SXX5703; muestra C2: cantera (Sinarcas) 30SXXJ5598; muestra C3: cantera (Sinarcas) 30SXXJ5499; muestra C4: cantera (Sinarcas) 30SXX5300; muestra C5: lavajo pequeño (Sinarcas) 30SXX5002; muestras C6 y C7: lavajo grande (Sinarcas) 30SXX5001; muestra D1: La Llacuna (Algemesí) 30SYJ2647.

	A1	B1	B2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1
Arena (%)	51,85	21,13	41,72	56,76	46,82	72,30	45,05	48,44	50,64	36,07	25,25
Limo (%)	25,10	45,39	40,01	31,08	39,96	22,24	34,32	26,15	24,10	21,43	48,08
Arcilla (%)	23,05	33,48	18,27	12,16	13,22	5,46	20,63	25,41	25,26	42,50	26,67
Textura	F-Ac-Ar	F-Ac	F	F-Ar	F	F-Ar	F	F-Ac-Ar	F-Ac-Ar	Ac	F
pH	5,51	8,16	8,32	8,27	8,74	8,63	8,72	8,17	7,84	6,85	7,10
Salinidad (mS/cm)	0,64	2,11	0,76	0,75	0,53	0,46	0,63	0,60	0,47	0,92	2,49
Materia orgánica (%)	10,91	4,14	5,97	1,96	0,15	0,42	0,35	3,50	1,26	2,64	3,09
Carbonatos totales (%)	0	26,53	22,04	34,69	3,26	0,81	8,98	6,53	0	0	28,36
Nitratos (mg N /100g)	0,18	0,21	0,54	0,49	0,16	0,15	0,11	0,29	0,08	0,55	0,19
Amoníaco (mg N /100g)	0,62	0,85	0,67	0,45	0,26	0,22	0,14	0,33	0,71	0,58	0,54
Fósforo (mg P /100g)	8,1	11,3	11	8,1	5,8	14	6,4	7,5	10,7	7,8	9,1
Potasio (mg K /100g)	29	24	23	25	17,5	29,5	25,5	47,5	59,5	60	21

dologías: la composición granulométrica por el método del densímetro de Bouyoucos y la clase textural según el triángulo de texturas del U.S.D.A.; el pH se midió en la pasta de saturación de suelo con agua mediante un pHmetro de electrodos combinados; la salinidad se determinó midiendo la conductividad en el extracto de saturación del suelo (método de Richards); la materia orgánica por oxidación en medio ácido (método de Walkley & Black); los carbonatos totales por el calcímetro de Bernard; el nitrógeno, el fósforo y el potasio medidos del extracto de suelo por métodos colorimétricos (Jackson, 1982).

RESULTADOS

De los estudios realizados se obtiene la situación actual de las poblaciones valencianas.

Marsilea strigosa Willd.

VALENCIA: Sinarcas, Los Lavajos, 30S XK5001 y XK5002, 860 m.

Citada por Mansanet & Mateo (1978) en Sinarcas, donde fue localizada en dos lagunazos (lavajos) de reducidas dimensiones (de 1,5 y 0,5 ha) que ocasional-

mente llegan a desecarse en verano, y en donde forman parte de comunidades de *Sisymbrello-Preslietum cervinae* Rivas Goday (1955) 1969.

Los suelos sobre los que se desarrolla presentan una textura entre franco-arcillo-arenosa y arcillosa, un pH muy variable que oscila entre 6,85 y 8,17 según el grado de inundación del suelo, y un contenido generalmente bajo en carbonatos (tabla 1, muestras C5, C6 y C7).

Estos lagunazos, que se encuentran cerca del límite provincial con Cuenca, se hallan rodeados de viñedos. Dichas explotaciones agrícolas suponen la principal amenaza pues, en anteriores ampliaciones, a finales de los años 80 ya se rotura parcialmente los lagunazos, con la consiguiente reducción de su superficie; si bien actualmente se observa que en la época de lluvias, si éstas son abundantes, se recuperan sus niveles hídricos originales y se inundan los viñedos circundantes, lo cual imposibilita su adecuado aprovechamiento agrícola. Estas charcas también han sufrido una fuerte degradación al ser utilizadas habitualmente como abrevaderos para el ganado (fundamentalmente ovino), lo que implica un pisoteo y una nitrificación que pueden llegar a ser excesivos en caso de sobreexplotación de las charcas.

Como consecuencia de estos impactos de origen antrópico, y coincidiendo con varios años de sequía, en 1989 la planta se dió por desaparecida, hasta que en el verano de 1995 reapareció. En los últimos años se ha observado un elevado número de individuos que manifiestan el buen estado de la población y que aseguran su propagación natural, siempre que no intervengan factores externos de gran intensidad.

***Marsilea batardae* Launert**

VALENCIA: Cullera, partida Rabasal, 30S YJ3643, 10 m.

Encontrada por primera vez en 1979 en los márgenes de arrozales cercanos a la población de Sueca (aunque pertenecientes al término de Cullera), donde fue inicialmente identificada como *M. aegyptiaca* Willd. (Alcober *et al.*, 1979), aunque tras la descripción de *M. batardae* por Launert (1983) se comprobó su adscripción a dicho taxon. En esta localidad aparecía en comunidades de *Ranunculetum baudotii* Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1952.

Las muestras de suelo recogidas en esta localidad presentan una textura franco-arcillosa, son de reacción básica con un alto contenido en carbonatos, y su contenido en sales solubles es ligeramente alto, lo que puede deberse al uso continuado de fertilizantes en los campos de arroz (tabla 1, muestra B1).

En diferentes visitas realizadas durante el periodo de 1981 a 1986 a la zona se pudieron comprobar los esfuerzos del propietario del arrozal, en cuyos márgenes se situaba la planta, por erradicarla o controlar su expansión, tanto por métodos manuales como químicos (herbicidas).

Las visitas efectuadas a la zona en los últimos 15 años, desde 1986 a 2001, no han permitido volver a encontrarla, por lo que podría haber sido finalmente elimi-

nada de los arrozales por las actuaciones antrópicas reiteradas, aunque la longevidad de sus esporocarpos permite albergar todavía esperanzas de volver a localizarla. No se abandonan futuras prospecciones con esta finalidad.

***Marsilea quadrifolia* L.**

VALENCIA: Cullera, partida San Salvador, 30S YJ3742, 10 m.

Encontrada por Carretero (1982) en los campos de arroz de Cullera, donde al parecer era entonces abundante como mala hierba creciendo en comunidades de *Ranunculetum baudotii* Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1952.

En las visitas realizadas durante los últimos 12 años (1989-2001) no se ha observado en la zona planta viva perteneciente a esta especie. Al igual que sucede con la especie anterior, no parece prudente darla todavía como extinguida dado que los esporocarpos, de gran resistencia frente a condiciones adversas, forman parte del banco de esporas del suelo (Dyer, 1994).

Las muestras de suelo recogidas en la zona donde se localizaba la planta muestran una textura franca, un marcado carácter básico y su contenido en carbonatos se puede considerar alto, al igual que su contenido en materia orgánica (Tabla 1, muestra B2).

Esta especie también ha sido citada en los marjales de Cabanes y Torreblanca (Castellón) por Samo (1995), si bien las visitas realizadas en los últimos años a dicha zona y la ausencia de pliego testigo no permiten confirmar su presencia en la provincia por el momento, aunque por sus características físicas y ecológicas, por ser actualmente un espacio protegido (Parque Natural) y por su proximidad a las poblaciones del Delta del Ebro podría plantearse la introducción de *M. quadrifolia* en dicha zona.

CONCLUSIONES

Amenazas para su conservación

La caracterización de las poblaciones nos proporciona la identificación de los distintos factores que, actualmente, impiden o dificultan la recuperación y expansión de estas especies en el territorio valenciano, como otro de los pasos previos a la puesta en práctica de medidas de conservación.

Así, entre los factores limitantes identificados se puede distinguir entre los que derivan de procesos naturales y los que derivan de procesos artificiales de origen antrópico. Entre los procesos naturales se pueden mencionar los largos períodos de sequía que provocan la desaparición de las charcas, la actividad de algunos herbívoros que inciden negativamente sobre la capacidad de regeneración natural de las poblaciones, la baja competitividad de las marsileas frente a otras especies propias de los ecosistemas que ocupan, y los riesgos derivados de poseer un areal reducido y disperso.

En cambio, parecen ser los procesos derivados de actividades humanas los que actualmente amenazan con mayor intensidad las poblaciones valencianas de marsileas, como consecuencia de su presencia en ambientes fuertemente antropizados como son los terrenos dedicados al cultivo del arroz y de viñas, donde estas plantas pasan a ser consideradas como malas hierbas y son objeto de distintas actuaciones encaminadas a su erradicación. Tradicionalmente las plantas arvenses han sido eliminadas mediante siega manual o mecánica, de efectos temporales, pero actualmente se recurre de forma generalizada a los tratamientos químicos, de acción más prolongada y cuyos efectos se intuyen como uno de los principales factores responsables del declive de las poblaciones de marsileas.

Otros factores que deben ser considerados son los altos niveles de eutrofización y contaminación de las aguas que ha llevado a una drástica disminución de las especies acuáticas (Boira et al., 1997).

Además, se debe tener en cuenta la competencia frente a especies alóctonas más agresivas, tanto animales como vegetales (Bruegmann, 1996), como es el caso del cangrejo de río americano (*Procambarus clarckii*), que constituye actualmente una plaga en los arrozales y zonas húmedas valencianas, y que afecta a distintos vegetales acuáticos. Asimismo, la colmatación y desecación de zonas húmedas para ampliar las superficies de cultivo, los vertidos de residuos urbanos e industriales sin depurar que contaminan las aguas y, en algunos casos como los lagunazos de Sinarcas, la presión ganadera excesiva que por pisoteo y nitrificación dificulta el desarrollo de las plantas son otros factores que se suman a los anteriores.

Medidas de conservación

A la hora de establecer medidas de conservación cabe diferenciar entre las medidas *ex situ* y las medidas *in situ*.

Dado lo localizado de estas poblaciones, así como la fragilidad de su ecosistema, se aconsejan medidas de conservación *ex situ*, como es la conservación de esporocarpos en el Banco de Germoplasma, así como de planta viva. El material recolectado se conserva en las instalaciones del Jardí Botànic de la Universitat de València.

A partir de este material se han ensayado y puesto a punto técnicas de multiplicación para las distintas especies (Ibars, 1995; Estrelles et al., 1997) por medio del cultivo de esporocarpos conservados en el banco, y la fragmentación de rizomas; paralelamente, desde la primavera de 1996, se mantiene en las balsas artificiales del Centro de Investigación Piscícola de El Palmar (en La Albufera de Valencia) una reserva de planta viva de las tres especies, en suficiente cantidad como para poder realizar una serie de introducciones experimentales en medios controlados. El objetivo a largo plazo es poder realizar en el medio natural los refuerzos poblacionales y las reintroducciones necesarias para asegurar la conservación de las poblaciones valencianas de las distintas especies de marsileas, contribuyendo simultáneamente a recuperar la diversidad vegetal en zonas húmedas degradadas.

En cuanto a las acciones *in situ*, en el caso de *M. strigosa* son diversas las actuaciones; se han incluido los dos lavajos (de propiedad municipal) en que se encuentra la planta dentro de la red de microreservas de flora establecida por la Generalitat Valenciana, de forma que han pasado a ser espacios protegidos donde existe una limitación de las actividades agrícolas y ganaderas, y se han intentado potenciar cerca de ellos abrevaderos alternativos para el ganado. Por otro lado, la conservación *in situ* de *M. batardae* y *M. quadrifolia* se halla supeditada al redescubrimiento de sus poblaciones desaparecidas.

En este momento se han realizado varias introducciones, iniciadas en la primavera de 1998 con *M. strigosa* en zonas experimentales sometidas a vigilancia y control. Las áreas que se propusieron para su posible introducción fueron la Balsa de la Dehesa en Soneja, Castellón (Tabla 1, muestra A1) y varias zonas cercanas a los lavajos de Sinarcas, concretamente el Charco Negro (Tabla 1, muestra C1) y tres canteras que se encuentran actualmente abandonadas y encharcadas (Tabla 1, muestras C2, C3 y C4).

Tras analizar las características físicas y biológicas de estas áreas, y comparando sus características edáficas con las de las poblaciones naturales, se seleccionaron como más idóneas las tres canteras abandonadas para llevar a cabo la introducción. La caracterización de los suelos de las áreas propuestas se muestra, junto con la de las poblaciones naturales, en la tabla 1 (muestras C5, C6 y C7).

Como se puede observar, las propiedades físicas y químicas de los suelos de las tres canteras propuestas son similares y no difieren excesivamente en sus características principales de las que presentan los suelos de Los Lavajos de Sinarcas; además la escasa cobertura vegetal que muestran actualmente las canteras no supone apenas competencia para la instalación y desarrollo de las plantas de *Marsilea*.

En el caso de la Balsa de la Dehesa (Tabla 1, muestra A1), la acidez del suelo y la densa vegetación palustre que la puebla, que supondría una seria competencia para las plantas introducidas, así como su distancia a las poblaciones naturales más próximas, parecen desaconsejar su utilización para llevar a cabo introducciones. En cuanto al área del Charco Negro (Tabla 1, muestra C1), la alta probabilidad de que las plantas introducidas pudieran extenderse por los arroyos cercanos ha sido el principal motivo que ha desaconsejado su utilización.

Durante el seguimiento realizado durante el año siguiente (1999), de las tres canteras en las que se llevó a cabo la introducción experimental de *M. strigosa*, a finales de 1999 tan sólo una de ellas (C3) mantenía todavía su población. El fracaso de la introducción en las otras dos canteras se debió en un caso (C2) a la topografía inadecuada de la cantera (paredes excesivamente verticales), y en el otro (C4) a los efectos derivados del tránsito y la actividad de la maquinaria pesada procedente de otra cantera cercana que se mantiene actualmente en explotación.

En cuanto a las pruebas de introducción de *M. quadrifolia* y *M. batardae* (Tabla 1, muestra D1), se han venido desarrollando desde julio de 1997 en la Llacuna (Algemesí, Valencia), que es una balsa experimental creada en una antigua zona de arrozal por la Consellería de Medio Ambiente dentro del plan de conservación de peces ciprinodóntidos autóctonos, y que es gestionada por el Ayuntamiento de Al-

gemés. Los suelos de la Llacuna muestran características muy similares a las de muchos de los suelos dedicados al cultivo del arroz en la zona, presentando una textura franca rica en limos, un pH de carácter neutro, un elevado contenido en carbonatos y una salinidad ligeramente alta, probable resultado de su pasado agrícola (tabla 1, muestra D1). En las etapas iniciales de la experiencia el cangrejo de río americano causó importantes daños en la plantación, pero los rizomas arraigaron bien. En la actualidad la población de *M. batardae* se mantiene estable, habiendo desaparecido la otra especie.

El conocimiento de la identidad genética de las distintas poblaciones valencianas y la de las zonas limítrofes es imprescindible para contrastar la compatibilidad existente entre ellas, especialmente de cara a realizar posibles introducciones con material procedente de localidades geográficamente alejadas, puesto que los análisis de la variabilidad y flujo genéticos efectuados en *M. strigosa* mostraron que existe diferenciación genética entre las distintas poblaciones de la Península Ibérica (Vitalis et al., 1998).

A la espera de resultados en los análisis de la variabilidad y flujo genéticos (DNA-microsatélites) que se están realizando entre las diferentes poblaciones ibéricas de marsileas, no creemos prudente realizar todavía introducciones en el medio natural. Mientras tanto se continuará con los muestreos y filtrados de suelo en busca de esporocarpos en las zonas donde se localizaban las poblaciones valencianas hoy desaparecidas, con el fin de evitar la introducción de material alóctono.

De todas nuestras observaciones se extrae una conclusión de interés general, que es la necesidad de integrar el uso racional del medio y la conservación de las especies.

Un uso moderado de los recursos prolongan la existencia de los mismos y proporcionan el tiempo suficiente para que las especies se adapten a los cambios que provocan. Con ello se evita pues, no solo la desaparición de especies sino la desaparición de ecosistemas que nos proporcionan esos recursos que nuestra economía necesita.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado al amparo del proyecto LIFE B4/3200/93/766 («Creación de la red de microrreservas de flora de la Comunidad Valenciana»), y cofinanciado por la Generalitat Valenciana y la Comisión Europea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOBER, J. A., IBARS, A., MANSANET, J., MATEU, I. & M. F. PUCHE (1979). *Marsilea aegyptiaca* Willd. Nueva cita para España. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 36: 55-59.
- BOIRA, H., CARRASCO, J. M., SABATER, C. & J. SASTRE (1997). Impacto de los principales herbicidas de traslocación empleados en el cultivo del arroz sobre la flora acuática macrófita del lago de la Albufera (Valencia, España). *Agrícola Vergel* 184: 203-208.

- BRUEGMANN, M. M. (1996). *Recovery plan for Marsilea villosa*. US. Fish and Wildlife Service. Portland. Oregon. 55 pp.
- CARRETERO, J. L. (1982). *Marsilea quadrifolia* L. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 39 (1): 216.
- DYER, A. F. (1994). Natural soil spore banks - can they be used to retrieve lost ferns? *Biodivers. Conservation* 3: 160-175.
- ESTRELLES, E., IBARS, A. M., IRANZO, J. & E. LAGUNA (1997). *Desarrollo de técnicas de multiplicación en Marsilea L. (Marsileaceae, Pteridophyta)*. Libro de resúmenes del XII Simposio de Botánica Criptogámica, pp. 325-326. Valencia.
- GOPAL, B. (1969). Ecological studies of the genus *Marsilea* I. Water relations. *Trop. Ecol.* 9: 153-170.
- HÚSAK, S. & H. OTAHELOVÁ (1986). Contribution to the ecology of *Marsilea quadrifolia* L. *Folia geobotanica et Phytotaxonomica* 21: 85-89.
- IBARS, A. M. (1995). *Desarrollo de técnicas de multiplicación en distintas especies del género Marsilea L.* Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana. Inédito.
- JACKSON, M. L. (1982). *Análisis químico de suelos*. 4.^a ed., Ed. Omega. Barcelona.
- LAGUNA, E., BALLESTER, G., IBARS, A. M. & E. Estrelles. (1997). Conservación de las especies del género *Marsilea* en la Comunidad Valenciana. *Conservación Vegetal* 2: 8-9.
- LAUNERT, E. (1983). A new species of *Marsilea* from Portugal. *Bol. Soc. Brot., ser. 2*, 56: 99-104.
- MANSANET, J. & G. MATEO (1978). Sobre la vegetación de la clase *Isoeto-Nanojuncetea* en la provincia de Valencia. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 35: 219-223.
- SAMO, A. J. (1995). *Catálogo florístico de la provincia de Castellón*. Diputació de Castelló. Castellón.
- VITALIS, R., COLAS, B., RIBA, M. & I. OLIVIERI. (1998). *Marsilea strigosa* Willd.: Statut génétique et démographique d'une espèce menacée. *Ecologia Mediterranea*, 24 (2): 145-157.
- VV. AA. (2000). Lista Roja de Flora Vascular Española (Valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal* 6 (extra): 11-38.

Original recibido: 22 de Noviembre de 2000

Versión final recibida: 4 de Septiembre de 2001