



TESIS

Esta sección pretende presentar un resumen razonablemente extenso de los resultados obtenidos en estudios relacionados con algún aspecto de la entomología defendidos recientemente en forma de Tesis académicas.

Con ello se intenta potenciar la difusión de dichos resultados (al menos de un resumen), posibilitando la consulta por otros especialistas o interesados en el tema.

e e e e e

Selección de áreas prioritarias de conservación en la provincia de Albacete utilizando los coleópteros acuáticos

Pedro Abellán Ródenas

Dpto. de Ecología e Hidrología
Facultad de Biología
Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo
30100. Murcia
pabellan@um.es

DIRECTORES:

Andrés Millán Sánchez
Dpto. de Ecología e Hidrología
Facultad de Biología
Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo
30100. Murcia

Josefa Velasco García
Dpto. de Ecología e Hidrología
Facultad de Biología
Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo
30100. Murcia

Tesis de licenciatura defendida en la Facultad de Biología, Departamento de Ecología e Hidrología, el día 14 de febrero de 2003.

SELECCIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN EN LA PROVINCIA DE ALBACETE UTILIZANDO LOS COLEÓPTEROS ACUÁTICOS

Pedro Abellán Ródenas

Resumen:

La conservación de la biodiversidad requiere la utilización de métodos eficientes para la elección de áreas prioritarias para la conservación de las especies y las áreas de mayor interés. En el presente estudio se ha evaluado, en primer lugar, el grado de vulnerabilidad de las especies de coleópteros acuáticos de la provincia de Albacete, resultando *Ochthebius glaber*, *O. irenae* y *O. albacetinus* como las especies más amenazadas. También se identifican, en segundo lugar, las áreas prioritarias para la conservación de ecosistemas acuáticos de esta provincia utilizando este grupo taxonómico como indicador de biodiversidad, comparándose la eficacia de distintos métodos de selección de áreas. Las áreas de mayor interés son los arroyos de cabecera de la Sierra de Alcaraz, las lagunas endorreicas y cárticas y los ambientes hipersalinos. Por último, se ha evaluado la coincidencia entre las áreas de máxima biodiversidad y los espacios protegidos de la provincia de Albacete.

Introducción

La provincia de Albacete atesora una gran diversidad de ecosistemas acuáticos, algunos de ellos singulares en un contexto europeo. Éstos se encuentran sometidos, desde hace décadas y fruto de la actividad humana, a procesos de alteración que han conllevado la desaparición de algunos de ellos, así como la contaminación y la pérdida de calidad ecológica de otros muchos. Se hace precisa, por tanto, la adopción de medidas destinadas a la conservación de estos ecosistemas, indispensable para invertir este proceso de degradación y pérdida de biodiversidad. Los recursos disponibles para la conservación de especies y espacios son, sin embargo, siempre escasos, por lo que se hace necesario asignar prioridades de conservación, es decir, conocer cuáles de estas especies y áreas necesitan más urgentemente medidas de conservación, es decir, cuáles son las áreas que recogen los sistemas acuáticos con mayor biodiversidad de la provincia de Albacete.

Naturalmente, a pesar de ser un concepto generalizado en el vocabulario científico y social, el término *biodiversidad* no deja de ser aún un tanto ambiguo, al menos al enfrentarnos a la tarea de medirla. Si entendemos la biodiversidad como la complejidad total de la vida, a todos los niveles jerárquicos, desde las moléculas a los ecosistemas, pasando por los genes, las células, los individuos, las poblaciones y las comunidades, no hay manera objetiva posible de hacerlo, y cualquier medida estará referida solamente a propósitos o aplicaciones particulares (Williams *et al.*, 1997). Por ello, se suele hablar de “sustitutos” o indicadores de biodiversidad (*biodiversity surrogates*) a la hora de abordar su medida, que vendrán determinados por esos propósitos o aplicaciones. Entre estos indicadores se incluyen medidas ambientales de amplia escala (como datos climáticos o de vegetación), niveles taxonómicos más altos (como géneros o familias) o taxones indicadores. En este último caso se emplean grupos taxonómicamente bien conocidos y suficientemente estudiados en el área, y se asume que los patrones de riqueza, rareza y endemismo de estos taxones son indicativos de patrones similares en grupos menos conocidos en la región (Reyers & Jaarsveld, 2000).

En este sentido, los coleópteros acuáticos son, a priori, unos buenos candidatos, al existir un buen conocimiento de su distribución en la provincia. Además, son considerados un grupo indicador del nivel de conservación de estos ecosistemas, dado el gran número de especies que presenta, su gran diversidad funcional, la amplia variedad de medios que ocupan y el buen conocimiento taxonómico y faunístico que se tiene de ellos (Foster, 1987; Ribera & Foster, 1993; Eyre, 1996; Foster, 1996). Son también importantes descriptores de los cambios espaciales y temporales producidos en

los sistemas fluviales (Richoux & Castella, 1986; Richoux, 1998). De hecho, a través de su estudio ya se han detectado algunos cambios importantes de modificación de hábitat y pérdida de calidad de algunos de los ecosistemas acuáticos más peculiares y representativos de este área, como las ramblas salinas o las lagunas cársticas (Millán *et al.*, 2001a, 2002). En adicción, los coleópteros acuáticos cumplen los criterios propuestos en la literatura (Pearson, 1994; Halffter *et al.*, 2001) para seleccionar, de forma objetiva, taxones como indicadores de biodiversidad.

Se han propuesto numerosos métodos para asignar prioridades de conservación a partir de inventarios de especies. El empleo de índices, basados en diferentes criterios, ha sido habitual en numerosos trabajos. Son criterios comúnmente utilizados en la bibliografía la riqueza de especies, la rareza (Dony & Denholm, 1985; Williams *et al.*, 1996; Linder, 2001) y la vulnerabilidad (Kattan, 1992; Cofré & Marquet, 1998). Algunos autores, han utilizado además varios de estos criterios, o combinaciones de los mismos, para aplicar índices a partir de datos de coleópteros acuáticos en Gran Betraña (Foster, 1987; Eyre & Rushton, 1989) e incluso en nuestro país (Millán, 1991; Sánchez-Fernández *et al.*, en prensa). La identificación de “hotspots” o áreas de máxima biodiversidad, zonas particularmente ricas en especies, especies raras, especies amenazadas o alguna combinación de estos atributos, ha sido abordada también en trabajos relativamente recientes, ya sea a escala mundial (Myers, 1988), nacional (Williams *et al.*, 1996; Araujo, 1999) o regional (Sánchez-Fernández *et al.*, en prensa). Por otro lado, en los últimos años se vienen utilizando los denominados algoritmos iterativos, basados en el principio de complementariedad, para maximizar el número de especies incluidas en la red de áreas a proteger (Margules *et al.*, 1988; Vane-Wright *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1997).

Por tanto, la selección de áreas de máxima biodiversidad a partir del conocimiento que se tiene en la provincia de Albacete sobre el grupo de los coleópteros acuáticos (Millán *et al.*, 1991a, b, 2002) puede abordarse desde distintos criterios (riqueza, rareza, vulnerabilidad...) y a partir de diferentes métodos. Es necesario también conocer la eficacia de los mismos, y discriminar aquellos más útiles para la consecución del objetivo de maximizar la biodiversidad representada en una red de áreas. Además, y de forma complementaria a la identificación de áreas prioritarias, conocer el grado de vulnerabilidad de las especies de coleópteros acuáticos presentes en la provincia será la base para poder llegar a afinar las estrategias de conservación de las mismas y de sus hábitats, destinadas a evitar la pérdida de biodiversidad de este grupo, y por extensión del resto de organismos de los ecosistemas acuáticos, en la zona.

El objetivo principal de este estudio es identificar las áreas de máxima biodiversidad de sistemas acuáticos de la provincia de Albacete, utilizando los coleópteros acuáticos como indicadores. Este objetivo puede desglosarse en los siguientes objetivos específicos:

- Revisar bibliográficamente los diversos criterios y métodos utilizados en la literatura para la selección de áreas de máxima biodiversidad o de interés de conservación a partir de inventarios de especies.

- Evaluar el grado de vulnerabilidad de las especies de coleópteros acuáticos de la provincia de Albacete a diferentes escalas, de cara a proponer la inclusión de aquellas más amenazadas en listas rojas regionales, nacionales o internacionales, que sirva como base para las estrategias de conservación de la biodiversidad.
- Comparar la eficacia de distintos métodos de selección de áreas de máxima biodiversidad a partir de los datos de coleópteros acuáticos en la zona de estudio con el fin de identificar las áreas de mayor interés de conservación.
- Evaluar la coincidencia entre las áreas de máxima biodiversidad y los espacios protegidos de la provincia de Albacete, para detectar vacíos (“gaps”) y proponer nuevos espacios a proteger o la ampliación de los ya propuestos.

Área de estudio

El presente estudio abarca la provincia de Albacete, y recoge los datos de las capturas de especies de coleópteros acuáticos en un total de 110 estaciones de muestreo. Las citas de este grupo se distribuyen en una superficie correspondiente a 51 cuadrículas UTM de 10 x 10 Km, de las 160 que tiene la provincia de Albacete, lo que representa aproximadamente un 32 % de la superficie total de la misma.

Las distintas estaciones de muestreo, a través de las cuales se ha recogido la práctica totalidad de la heterogeneidad de los ambientes acuáticos de la provincia, se han encuadrado en *hábitats tipo*, siguiendo la tipificación que para las mismas recogen Millán *et al.* (2002): (1) Arroyos de cabecera, (2) Arroyos de vega media, (3) Ríos no encauzados, (4) Tramos de ríos influidos por embalses, (5) Arroyos y ríos eutrofizados, (6) Ramblas, (7) Fuentes, (8) Acequias y canales de riego, (9) Embalses, (10) Balsas de riego y estanques artificiales, (11) Lagunas cársticas, (12) Lagunas endorreicas, (13) Pozas y charcas, (14) Salinas interiores.

Metodología

1. Compilación de datos

El trabajo reúne, por un lado, los datos de coleópteros acuáticos extraídos de los muestreos llevados a cabo por el grupo de investigación, y por otro las citas para este grupo taxonómico en la zona de estudio, a través de una exhaustiva revisión bibliográfica. Con toda esta información se ha creado una base de datos que recoge para la provincia de Albacete cerca de 3500 registros de coleópteros acuáticos (referidos a capturas de una especie en una estación de muestreo y una fecha determinadas).

2. Vulnerabilidad de las especies

La vulnerabilidad de las especies de coleópteros acuáticos de la provincia de Albacete se ha abordado a tres escalas: regional, nacional y global. La vulnerabilidad regional viene referida a la prioridad de conservación regional de las especies que aparecen en la provincia, es decir, al riesgo que tienen de desaparecer de la misma sus poblaciones. Sin

embargo, las escalas nacional y global vienen referidas al grado de amenaza o a la prioridad de conservación de una especie, a ambas escalas, y no sólo de sus poblaciones que aparecen en la provincia.

○ **Vulnerabilidad regional**

La vulnerabilidad regional de las especies se ha calculado mediante un sistema de puntuación a partir de la combinación de seis criterios referidos a características de las especies y de los hábitats que ocupan: *distribución general, endemidad, rareza local, persistencia, rareza del hábitat y pérdida del hábitat*. Para cada uno de estos criterios o variables las especies puntúan 0, 1, 2 o 3, y el valor final de vulnerabilidad de cada especie se obtiene de la suma de la puntuación de cada uno de estos criterios: (1) Distribución general (DG), (2) Endemidad (E), (3) Rareza regional (RR), (4) Persistencia, (P) (5) Rareza del hábitat (RH) y (6) Pérdida del hábitat (PH).

La suma de la puntuación de cada criterio considerado (DG, E, RL, P, RH y PH) nos da el valor total de vulnerabilidad de cada una de las especies consideradas en la zona de estudio. Este valor total nos permite la ordenación de las especies en función de la prioridad de conservación o riesgo de desaparecer en la provincia de Albacete. En función de este valor total de vulnerabilidad se han agrupado las especies en cuatro clases (máxima, alta, media y baja).

○ **Vulnerabilidad nacional e internacional**

Se han considerado a priori como candidatas a incorporar en listas rojas nacionales e internacionales aquellas especies cuya distribución se restringe al área de estudio (la provincia de Albacete) o al Sudeste de la Península, es decir, los endemismos exclusivos y los endemismos del Sudeste, por entenderse que la desaparición de las poblaciones de estas especies en la provincia supondría la extinción de la especie (en el caso de los primeros) o la desaparición de poblaciones importantes (en el caso de los segundos).

Para estas especies, se ha evaluado ahora su vulnerabilidad, a partir de la modificación del sistema de puntuación desarrollado para obtener su vulnerabilidad regional, es decir, nuevamente a partir de la combinación de los criterios relacionados con características de las especies y de los hábitats que ocupan, pero ahora en un marco referencial global. Así, siguen manteniendo el mismo valor los criterios de *Distribución general* (DG) y *Endemidad* (E). Sin embargo, el resto de criterios ha sido modificado para adecuarlo a un contexto nacional y global. Para ello, se han estudiado detenidamente las citas de cada una de estas especies en la Península Ibérica mediante revisión bibliográfica.

3. Categorización de las áreas

Se han aplicado a nuestros datos siete métodos de selección de áreas basados en los criterios de diversidad (medida como riqueza de especies), rareza y vulnerabilidad, o una combinación de los mismos, de forma que a partir de cada método se ha obtenido una selección de 10 cuadrículas (aquellas con los valores más altos para cada método). Los

métodos aplicados para la selección de áreas son los siguientes:

1. Áreas de máxima riqueza o hotspots de riqueza.
2. Áreas de máxima rareza o hotspots de rareza.
3. Rarity Quality Factor (RQF) (Eyre & Rushton, 1989)
4. Índice de Vulnerabilidad (IV)
5. Interés de Conservación (IC) (Millán, 1991)
6. Índice de Biodiversidad (IB)
7. Áreas complementarias (algoritmo iterativo basado en la complementariedad)

4. Áreas prioritarias de conservación o de máxima biodiversidad

Se ha evaluado la eficacia de los distintos métodos aplicados a través del número de especies, de especies de rango restringido, de especies vulnerables y de especies endémicas de la península incluidas en la selección de áreas obtenida a partir de cada uno de ellos. De esta forma, se han considerado como áreas prioritarias de conservación o de máxima biodiversidad aquella selección de 10 cuadrículas que presente los mayores niveles de estos criterios. Se han catalogado como especies de rango restringido aquellas que ocupan sólo una cuadrícula en el área de estudio, y como especies vulnerables a aquellas con un valor de vulnerabilidad regional mayor o igual que 9.

Por último se ha evaluado el grado de coincidencia de nuestra propuesta de áreas prioritarias para la conservación con aquellos espacios naturales que poseen alguna figura de protección o que están en trámites de conseguirla, con el fin de detectar vacíos (“gaps”) en el conjunto de espacios protegidos de la provincia. Para ello, en primer lugar se han superpuesto las cartografías de las áreas prioritarias obtenidas a partir de los datos de coleópteros acuáticos de la provincia de Albacete con la actual red de Áreas Protegidas de Albacete. En segundo lugar, se han superpuesto las áreas prioritarias con la de la propuesta de espacios naturales de Castilla-La Mancha en la provincia de Albacete a incorporar en la Red Natura’2000, integrada por los Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs). Como estos espacios pasarán a formar parte de la Red de Áreas Protegidas, finalmente se ha superpuesto cartográficamente la actual Red de Áreas Protegidas junto con la propuesta de LICs y ZEPAs con las áreas prioritarias obtenidas en este estudio.

Resultados y discusión

1. Vulnerabilidad de las especies

Se han registrado un total de 209 especies de coleópteros acuáticos para la provincia de Albacete, con las que se han calculado los distintos índices empleados y a las que se ha evaluado el grado de vulnerabilidad.

A escala regional, un 5% de las especies presentan vulnerabilidad alta (VR³) y un 21% de las especies están incluidas en la clase de vulnerabilidad *media*. Las 155 especies restantes, que se agrupan en la clase de vulnerabilidad baja, suponen el 74% del total de especies.

Todas las especies de vulnerabilidad regional *alta* pertenecen a la familia Hydraenidae (Tabla I), distribuyéndose en tres géneros (*Ochthebius*, *Limnebius* e *Hydraena*).

Tabla I

Especies localizadas en la provincia de Albacete con mayor vulnerabilidad a escala regional, nacional e internacional.

	Especies
Vulnerables a escala regional	<i>Ochthebius irenae</i>
	<i>Ochthebius albacetinus</i>
	<i>Ochthebius glaber</i>
	<i>Hydraena affusa</i>
	<i>Hydraena bolivari</i>
	<i>Hydraena mecai</i>
	<i>Limnebius hispanicus</i>
	<i>Limnebius millani</i>
	<i>Ochthebius bellieri</i>
	<i>Ochthebius semotus</i>
Vulnerables a escala nacional	<i>Ochthebius irenae</i>
	<i>Ochthebius glaber</i>
	<i>Ochthebius albacetinus</i>
	<i>Hydraena mecai</i>
Vulnerables a escala internacional	<i>Ochthebius irenae</i>
	<i>Ochthebius glaber</i>
	<i>Ochthebius albacetinus</i>
	<i>Hydraena mecai</i>

De entre ellas, destacan sobre todo, por sus valores, *Ochthebius irenae*, *O. albacetinus* y *O. glaber*. Estas tres especies son endemismos ibéricos (los dos primeros exclusivos de la provincia de Albacete y el tercero del Sureste ibérico). *O. irenae* aparece en lagunas, ya sean cársticas o endorreicas, mientras que *O. albacetinus* es propio de arroyos y *O. glaber* de ambientes hipersalinos (especialmente ramblas). El resto de especies con vulnerabilidad regional alta aparecen en arroyos (ya sean de cabecera o de vega media) y/o fuentes. Por ello, la protección de estas especies, y en general de las especies más vulnerables de la provincia, pasa por la conservación de las lagunas, los arroyos y los ambientes hipersalinos.

Las diez especies de coleópteros acuáticos con vulnerabilidad regional alta deberían incluirse en una lista roja de los invertebrados amenazados de la provincia de Albacete. De igual forma, se propone la inclusión de las mismas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha (Decreto 33/1998, de 5-5-98, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha y Ley 9/1999 de 26 de Mayo de Conservación de la Naturaleza), por cuanto que las poblaciones de algunas de las mismas en Albacete son las únicas conocidas de la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha.

Del análisis de la vulnerabilidad a escala nacional e internacional de las especies de distribución general más restringida, presentes en la provincia de Albacete (aquellas cuya extensión de su presencia no excede el Sudeste ibérico y en algunos casos también el SO), se desprende que, nuevamente, la familia Hydraenidae acapara las especies más amenazadas, quizá como consecuencia de la alta diversidad taxonómica de la misma: *Ochthebius irenae*, *O. albacetinus*, *O. glaber* e *Hydraena mecai*. *Hydraena mecai* es una especie descrita hace pocos años (Millán & Aguilera, 2000). Por ello, aunque es muy rara, pues sólo se ha capturado en su localidad tipo, y siempre en bajo número, es arriesgado aún aventurarse a asignarle un grado de

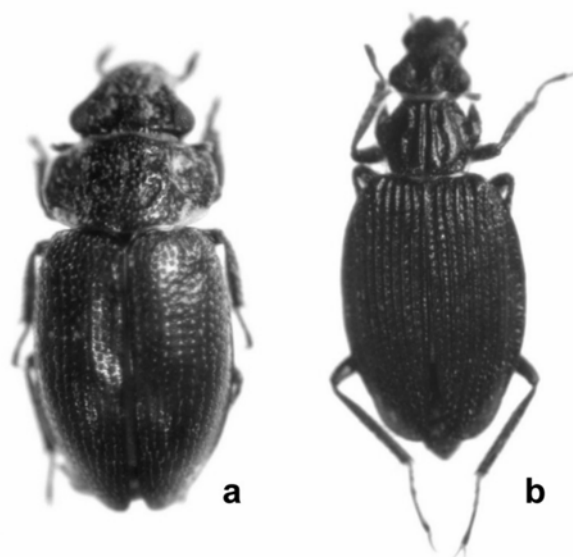


Fig. 1. *Ochthebius irenae* (a) y *Ochthebius glaber* (b), dos de las especies más vulnerables a escala provincial, nacional e internacional de las presentes en Albacete.

vulnerabilidad concreto. Por otro lado, el estudio de las citas de las otras tres especies adscritas a la clase alta de vulnerabilidad nacional aconseja su inclusión en el Catálogo Nacional de especies Amenazadas (artículo 29 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Fauna y Flora silvestres y Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional e Especies Amenazadas).

Entre estas especies, *O. glaber* y *O. irenae* (figura 1) son buenas candidatas a incorporar en la Lista Roja de la IUCN por cumplir los requisitos de especies vulnerables: el área de ocupación de ambas no supera los 2.000 km² y su distribución se encuentra fragmentada o no existen en más de 10 localidades. De hecho, el área de ocupación de *O. glaber*, estimada a partir de cuadrículas ocupadas de 10x10 km, puede estar en torno a los 800 km², mientras que la de *O. irenae* no supera los 200 km². *O. glaber* presenta cinco poblaciones o aparece en cinco zonas aisladas de la Península Ibérica: Albacete, Murcia, Córdoba, Alicante y Jaén; y *O. irenae* aparece sólo en dos localidades de la provincia de Albacete. Además, la calidad del hábitat de ambas especies, como ya hemos comentado, se encuentra en disminución continua. De acuerdo a todo lo anterior, se propone la inclusión de ambas en la Lista Roja de la IUCN en la categoría "Vulnerable" de acuerdo al criterio B2 (área de ocupación estimada menor de 2.000 km²) y a los subcriterios a (severamente fragmentada o se sabe que no existe en más de 10 localidades) y b(iii) (disminución continua, observada, inferida o proyectada en área, extensión y/o calidad del hábitat) (IUCN, 2001). Enunciado según las directrices de la IUCN (2001): VU B2ab(iii).

2. Categorización de las áreas y selección de áreas prioritarias de conservación

Existe una alta similitud entre las selecciones que arrojan los distintos métodos empleados. De hecho, algunos de ellos ofrecen idénticas selecciones de áreas. Éste es el caso

Tabla II.

Número total de especies, especies de rango restringido, especies vulnerables y endemismos ibéricos incluidos en las selecciones de cada método aplicado. Entre paréntesis se presentan las proporciones de cada una de ellas.

Método:	Nº total	Especies		
		Restringidas	Vulnerables	Endémicas
Riqueza	195 (93,3%)	23 (74,2%)	8 (80%)	30 (90,9%)
Rareza	195 (93,3%)	23 (74,2%)	8 (80%)	30 (90,9%)
RQF	193 (92,3%)	26 (83,9%)	8 (80%)	31 (93,9%)
IC	195 (93,3%)	23 (74,2%)	8 (80%)	30 (90,9%)
IV	195 (93,3%)	22 (71%)	8 (80%)	30 (90,9%)
IB	196 (93,8%)	23 (74,2%)	9 (90%)	30 (90,9%)
Compl.	200 (95,7%)	26 (83,9%)	9 (90%)	31 (93,9%)

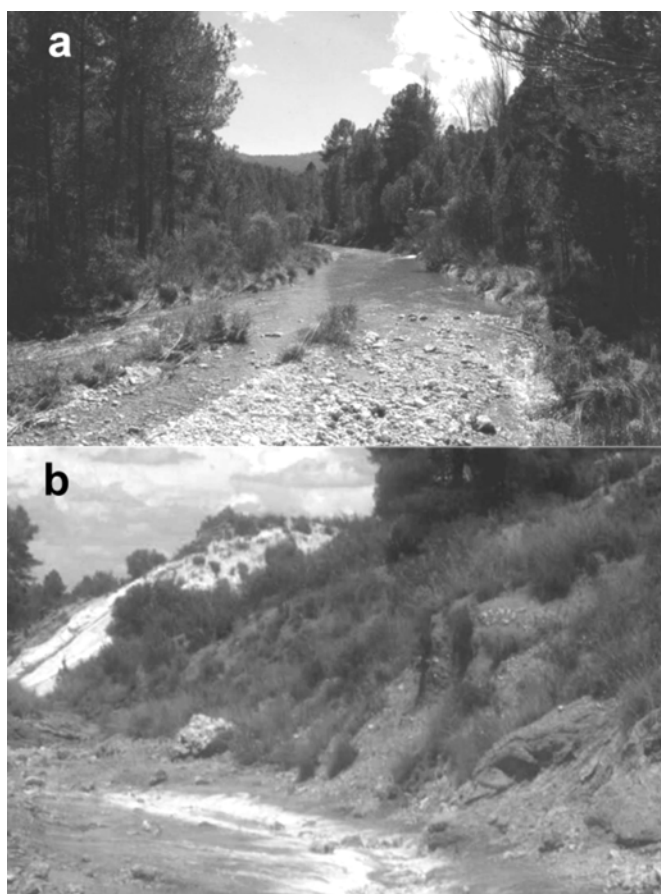


Fig. 2. Dos de los hábitats de mayor interés de conservación de la provincia de Albacete: (a) uno de los muchos arroyos que se distribuyen en la zona de la Sierra de Alcaraz; (b) rambla hipersalina en el NE de la provincia.

de las áreas de máxima riqueza, las áreas de máxima rareza y las diez cuadrículas con los mayores valores del índice IC. En cualquier caso, gran parte de las cuadrículas aparecen una y otra vez entre las 10 mejores de cada uno de ellos. Por ello, el número total de cuadrículas seleccionadas por el conjunto de los siete métodos aplicados es tan sólo de 16. Esto parece deberse a que, a pesar de la variedad de los ecosistemas

acuáticos de la provincia de Albacete, la mayor parte de la riqueza de especies de coleópteros acuáticos se concentra en unos pocos sistemas: arroyos de cabecera y vega media, lagunas (ya sean de origen cárstico o endorreico) y pozas y charcas. Además, hay que añadir la circunstancia de que en un mismo sistema o una misma cuadrícula (WH58, WH59, XJ20, WH39, WJ10, XJ35) se incluyan distintos hábitats, en áreas de gran heterogeneidad ambiental, que tiene como consecuencia altos niveles de riqueza de especies (Cellot *et al.*, 1994; Townsend *et al.*, 1997).

No obstante, otras cuadrículas son más homogéneas en cuanto a los hábitats que engloban. Es el caso de las situadas en el SO de la provincia, enclavadas fundamentalmente en la Sierra de Alcaraz, y que recogen casi exclusivamente arroyos de cabecera, arroyos de vega media y fuentes. Algunas de estas cuadrículas (WH56, WH45, WH54, WH46 y WH57) son seleccionadas por la mayoría de los métodos aplicados, mientras que otras aparecen en las selecciones de algunos de ellos (WH66, WH67 y WH44). Una explicación a esto puede estar en la coincidencia de dos hechos: los arroyos son los hábitats más ricos en especies, por un lado, y por otro que son sistemas con un alto grado de naturalidad.

Los diferentes métodos de selección de áreas prioritarias de conservación aplicados a los datos de coleópteros acuáticos mostraron un nivel de eficacia muy parecido en la representación de los distintos objetivos de conservación (máximo número de especies, especies de rango restringido a escala regional, especies vulnerables y endemismos ibéricos) (Tabla II). A pesar de ello, el método de selección de áreas complementarias se revela como el más eficaz para todos los criterios considerados. De hecho, la superioridad de los algoritmos iterativos frente a los “hotspots” de riqueza o rareza a la hora de representar en una red de áreas el mayor número de atributos-objetivo (ya sean especies, especies raras, vulnerables, etc.) ha sido puesta de manifiesto en diversos trabajos (Kershaw *et al.*, 1994; Williams *et al.*, 1996; Araujo, 1998).

Las áreas complementarias obtenidas, consideradas como prioritarias para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos, se concentran en tres zonas: el Suroeste, el eje central, y el Noroeste de la provincia. Entre las primeras (HW45, WH54, WH56 y WH66) localizadas en la Sierra de Alcaraz y el Calar del Mundo, se incluyen casi exclusivamente hábitats acuáticos de montaña (figura 2), tales como arroyos (ya sean de cabecera o de vega media) y fuentes. Los principales enclaves incluidos en estas áreas son el Arroyo de Fuenfría, el Río Endrinales, el Arroyo del Quejigal, el Río de las Hoyas, el Arroyo de la Puerta o el Arroyo de las Ánimas, y el tramo alto-medio de los ríos Mundo y Tus.

Las áreas que se distribuyen a lo largo del eje central de la provincia están formadas por complejos de una alta heterogeneidad ambiental, en los que se incluyen, en una misma cuadrícula, lagunas (ya sean de origen cárstico o endorreico), arroyos, charcas y/o otros sistemas como canales o cubetas salineras. Estos

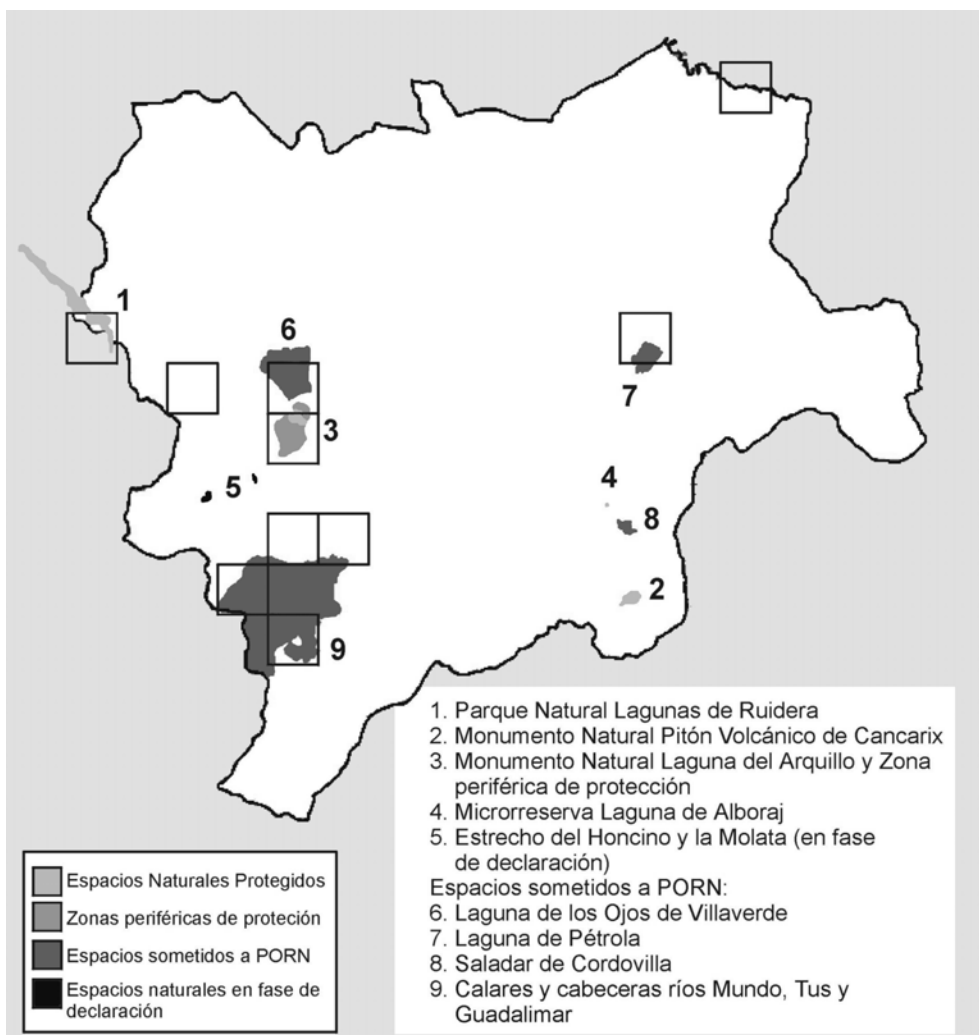


Fig. 3. Coincidencia de las cuadrículas de máxima biodiversidad con la actual Red de Áreas Protegidas de Albacete.

complejos son las lagunas de Ruidera (WJ10), el complejo de las Salinas de Pinilla (WH39), el complejo lagunar del río Arquillo (WH58), el complejo de la Laguna de los Ojos de Villaverde (WH59) y el complejo de la Laguna de Pétrola (XJ20).

Por último, en el Noroeste de la provincia se sitúa la cuadrícula XJ45, en la que se incluyen, además de un tramo de las hoces del Río Cabriel, diversos sistemas de aguas hipersalinas que drenan a este río (figura 2), tales como el Arroyo de las Salinas y los Baños del Cuco.

Consideradas en conjunto, la red de áreas identificadas como prioritarias incluye casi la totalidad de los hábitats estudiados (sólo quedan fuera hábitats fuertemente antropizados como los embalses y los tramos de ríos influidos por éstos). Incluyen, además, la mayoría de las áreas de máxima riqueza y rareza (*hotspots de riqueza y hotspots de rareza*), pero además incorpora otras áreas más pobres en especies pero con una alta singularidad, como son los ambientes hipersalinos (cuadrícula XJ45). Recoge así la mayoría de las especies de coleópteros acuáticos de la provincia (200 de 209) y, además, casi la totalidad de las especies de mayor vulnerabilidad (sólo queda fuera *H. bolivari*), de especies de rango restringido (26 de 31) y de endemismos ibéricos (31 de 33). Por ello, si asumimos que los coleópteros acuáticos son buenos indicadores de

biodiversidad, como todo parece indicar, las áreas complementarias obtenidas recogen la mayor parte de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la provincia.

Por otro lado, la actual Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha en Albacete deja sin proteger algunas de las áreas consideradas como prioritarias, bien porque la superficie de estas últimas no coincide, ni siquiera parcialmente, con ningún espacio con figura de protección, o bien porque esta coincidencia es insuficiente (figura 3). En el primer grupo se encuentran las cuadrículas WH39 y XJ45, cuya superficie se encuentra totalmente desprotegida legalmente y en las que se incluyen sistemas acuáticos tan importantes como el complejo de las Salinas de Pinilla (Millán *et al.*, 2001b) y las hoces del Río Cabriel (con los ambientes hipersalinos ya mencionados), respectivamente. En el segundo grupo se encuentran las cuadrículas WH56 y WH66, cuya superficie coincide en una proporción muy baja (prácticamente nula) con el espacio “Calares y Cabeceiras de los ríos Mundo, Tus y Guadalimar”, cuyo Plan de Ordenación de los Recursos Naturales se encuentra en proceso de aprobación (acuerdo de 19-12-2000: DOCM, 19 de enero de 2001). En este caso, si bien se encuentra incluido parte del tramo alto-medio del Río Mundo (en realidad el eje del río hace de límite por su extremo Norte), quedan sin protección los numerosos arroyos de cabecera

que aparecen incluidos en ambas cuadrículas y que atesoran una elevada riqueza de especies, de especies de rango restringido y de endemismos ibéricos.

La incorporación a la Red de Áreas Protegidas de los espacios propuestos como Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) y/o como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAs) tapaná todos los vacíos de la actual Red de Áreas Protegidas. De hecho todas las áreas prioritarias coinciden, al menos parcialmente, con alguno de los espacios a incorporar en la Red Natura. Por ello, puede considerarse como acertada, al menos en lo referente a los sistemas acuáticos incluidos, la propuesta de LICs y ZEPAs para la provincia de Albacete, por cuanto, por sí sola, protege la totalidad de estas áreas. Además, dentro de algunos de los espacios designados como LICs quedarán protegidos otros muchos sistemas de alto interés de conservación como los tramos de los ríos Segura

Conclusiones

1. Las especies con mayor vulnerabilidad a escala regional son *Ochthebius irenae*, *O. albacetinus*, *O. glaber*, *Hydraena mecai*, *H. bolivari*, *Limnebius millani*, *L. hispanicus*, *O. bellieri*, *H. affusa* y *O. semotus*. Su protección pasa por conservar, principalmente, los arroyos, las lagunas y los ambientes hipersalinos de la provincia. Además, se propone incorporar todas ellas a listas rojas de fauna amenazada de Albacete, y las ocho primeras al Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha.
2. Las especies más vulnerables a escala nacional e internacional son *Ochthebius irenae*, *O. albacetinus*, *O. glaber* e *Hydraena mecai*. Se propone incorporar las tres primeras al Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, así como *O. glaber* y *O. irenae* a la Lista Roja de la IUCN en la categoría "vulnerable" de acuerdo al criterio B1 y a los subcriterios a y b(iii).
3. La protección de las especies de la familia Hydraenidae y en particular del género *Ochthebius*, puede ser una estrategia adecuada de conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la provincia, ya que estos niveles taxonómicos incorporan el mayor número de especies en peligro de desaparición.
4. El algoritmo iterativo de selección de áreas, basado en el principio de la complementariedad, ofrece la selección de áreas más eficaz a la hora de representar el máximo número de atributos-objetivo (especies, especies de rango restringido, especies vulnerables y endemismos ibéricos), y por tanto en recoger la mayor cantidad de biodiversidad.
5. Las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la provincia de Albacete se localizan en el SO (HW45, WH54, WH56 y WH66), NE (XJ45) y eje central (WJ10, WH39, WH58, WH59 y XJ20) de la misma. Los principales sistemas acuáticos incluidos en estas áreas son los arroyos de cabecera y vega media de la Sierra de Alcaraz, los complejos de las lagunas de Ruidera, las Salinas de Pinilla, el Arquillo, la Laguna de los Ojos de Villaverde y la Laguna de Pétrola, así como las hoces del Río Cabriel y los sistemas de aguas hipersalinas asociados a éstas.
6. La actual Red de Áreas Protegidas de la provincia de Albacete deja sin proteger algunas de las áreas consideradas como prioritarias. Sin embargo, la incorporación futura a esta red de los espacios propuestos como LICs y ZEPAs para la Red Natura 2000, supondrá la protección de las diez áreas de mayor biodiversidad de los ecosistemas acuáticos de la provincia.
7. Los coleópteros acuáticos son una herramienta, además de útil, sencilla y económica para la identificación de áreas prioritarias de conservación, pues los patrones de diversidad, rareza y amenaza de este grupo de organismos están, aparentemente, fuertemente correlacionados con los de otros organismos utilizados habitualmente en la designación de espacios protegidos, como vertebrados o plantas.

ARACNET

Revista electrónica de Entomología

10 volúmenes on line

<http://entomologia.rediris.es/aracnet>