

DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA DE INVERTEBRADOS AMENAZADOS DE ESPAÑA

Se ha recopilado toda la información sobre la distribución de los invertebrados amenazados de España existente en diversas fuentes, tales como la bibliografía, las colecciones científicas, así como los nuevos datos obtenidos a partir de los trabajos de campo realizados en este atlas. En resumen, se ha obtenido información sobre la presencia de algún invertebrado amenazado para 2094 cuadrículas UTM de 100 km² de España peninsular y Baleares (aproximadamente un 39% del total), de las cuales 1796 corresponden a artrópodos (86%) y 640 a moluscos (31%), así como para 68 cuadrículas del archipiélago Canario (44% del total) en 61 de las cuales se posee información de artrópodos y en 15 de moluscos.

Aunque debe considerarse que las especies incluidas en el Atlas de Invertebrados amenazados de España constituyen una representación modesta de la verdadera riqueza de invertebrados que posee este territorio y, por tanto, una estima aproximada y parcial sobre el verdadero grado de amenaza existente en este hiperdiverso grupo de organismos, la información generada a lo largo de los últimos 5 años permite acometer el más completo análisis realizado hasta el momento sobre la distribución geográfica de las especies de invertebrados amenazados de España. Al objeto de examinar las tendencias ambientales y los usos del suelo asociados con la información biológica obtenida, hemos calculado para cada una de las celdas UTM de 100 km² los valores promedio de siete variables ambientales teniendo en cuenta los datos existentes en todas sus celdas de 1 km² (altitud media, rango de altitudes, precipitación total anual, precipitación del mes más seco, temperatura media anual, temperatura máxima del mes más calido y temperatura mínima del mes más frío). Del mismo modo, hemos reclasificado las distintas categorías establecidas en los mapas de uso del suelo de *Corine Land Cover* a fin de obtener tres tipos principales de usos del suelo: antropizados, semi-antropizados y naturales (Tabla 1). Seguidamente, hemos calculado el porcentaje de la superficie de cada una de estas tres categorías sobre el área total de cada celda de 100 km², según los datos de cobertura de usos del suelo de 2006. Asimismo, hemos estimado para cada una de las cuadrículas el total de cambio en el uso de suelo experimentado desde 1987 hasta 2006 (*Corine Land Cover* 1987 y 2006), así como la tasa de *naturalización* (cambios de usos antropizados o semi-antropizados a naturales, y cambios de usos antropizados a semi-antropizados) y tasa de *antropización* (cambios de usos naturales o semi-antropizados a antropizados, y cambios de usos semi-antropizados a antropizados).



Tabla 1.- Reclasificación de las categorías Corine Land Cover 2006 (nivel 3).

Tipo de uso del suelo en España	Reclasificación
Tejido urbano continuo	Antropizado
Tejido urbano discontinuo	Antropizado
Zonas industriales y comerciales	Antropizado
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	Antropizado
Zonas portuarias	Antropizado
Aeropuertos	Antropizado
Zonas de extracción minera	Antropizado
Escombreras y vertederos	Antropizado
Zonas en construcción	Antropizado
Zonas verdes urbanas	Antropizado
Instalaciones deportivas y recreativas	Antropizado
Tierras de labor en secano	Antropizado
Terrenos regados permanentemente	Antropizado
Arrozales	Antropizado
Viñedos	Antropizado
Frutales y plantaciones de bayas	Antropizado
Olivares	Antropizado
Prados y praderas	Antropizado
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	Antropizado
Mosaicos de cultivos	Semi-antropizado
Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural	Semi-antropizado
Sistemas agro-forestales	Semi-antropizado
Bosques de frondosas	Naturales
Bosques de coníferas	Naturales
Bosque mixto	Naturales
Pastizales naturales	Naturales
Landas y matorrales mesófilos	Naturales
Vegetación esclerófila	Naturales
Matorral boscoso de transición	Naturales
Playas, dunas y arenales	Naturales
Roquedo	Naturales
Espacios con vegetación escasa	Naturales
Zonas quemadas	Semi-antropizado
Glaciares y nieves permanentes	Semi-antropizado
Humadales y zonas pantanosas	Naturales



Tipo de uso del suelo en España	Reclasificación
Turberas y prados turbosos	Naturales
Marismas	Naturales
Salinas	Antropizado
Zonas llanas intermareales	Naturales
Cursos de agua	Naturales
Láminas de agua	Antropizado
Lagunas costeras	Naturales
Estuarios	Naturales
Mares y Océanos	Naturales

Los mapas de riqueza obtenidos muestran que existen muy pocas áreas con una alta riqueza de especies amenazadas (Fig. 1). Sólo una cuadrícula cuenta con una riqueza superior a las 10 especies, y otras 203 cuadrículas presentan datos de 4 o más especies (Fig. 2). A modo de resumen, en la Tabla 2 podemos ver la distribución del número de especies por Comunidades Autónomas y Provincias. La riqueza se reparte de manera muy difusa por toda España aunque existen provincias con un mayor número de especies amenazadas, como es el caso de Cádiz, Granada, Huesca, Asturias, León, Barcelona, Gerona, Lérida, Alicante, Almería, Murcia o Valencia.

Tabla 2. Número de especies de invertebrados amenazados presentes en cada Provincia y Comunidad Autónoma, número de cuadrículas UTM de 100 km² con datos de presencia y número de cuadrículas en las que ha sido imposible encontrar individuos vivos que confirmen la persistencia de alguna especie (cuadrículas de extinción).

Comunidades / Provincias	Nº especies	Cuadrículas	Cuadrículas de extinción
Andalucía	91	466	61
Almería	34	58	11
Córdoba	21	40	5
Cádiz	30	73	9
Granada	47	78	11
Huelva	22	37	3
Jaén	25	64	7
Málaga	26	55	8
Sevilla	20	61	7
Aragón	51	266	21
Huesca	37	96	8
Teruel	19	103	6
Zaragoza	29	67	7
Asturias	33	85	9
Baleares	18	62	7
Cantabria	20	53	0
Castilla La Mancha	54	222	26



Comunidades / Provincias	Nº especies	Cuadrículas	Cuadrículas de extinción
Albacete	27	46	8
Ciudad Real	19	35	0
Cuenca	20	59	9
Guadalajara	13	54	6
Toledo	24	28	3
Castilla-León	59	377	14
Ávila	23	38	1
Burgos	15	96	0
León	34	88	4
Palencia	10	28	0
Salamanca	21	33	2
Segovia	14	18	1
Soria	12	30	4
Valladolid	5	20	0
Zamora	17	26	2
Cataluña	66	289	31
Barcelona	32	78	12
Gerona	36	76	9
Lérida	37	81	6
Tarragona	28	54	4
Extremadura	24	108	1
Badajoz	12	42	0
Cáceres	17	66	1
Galicia	32	211	6
La Coruña	15	57	1
Lugo	22	59	2
Orense	21	42	1
Pontevedra	19	53	2
La Rioja	16	36	2
Madrid	26	54	12
Murcia	32	68	14
Navarra	24	70	1
País Vasco	23	113	1
Álava	19	51	1
Guipúzcoa	6	28	0
Vizcaya	13	34	0
Valencia	59	205	36
Alicante	34	56	14
Castellón de la Plana	24	58	5
Valencia	34	91	17



Comunidades / Provincias	Nº especies	Cuadrículas	Cuadrículas de extinción
Canarias	21	57	7
Las Palmas	15	27	3
San Cruz de Tenerife	15	30	4

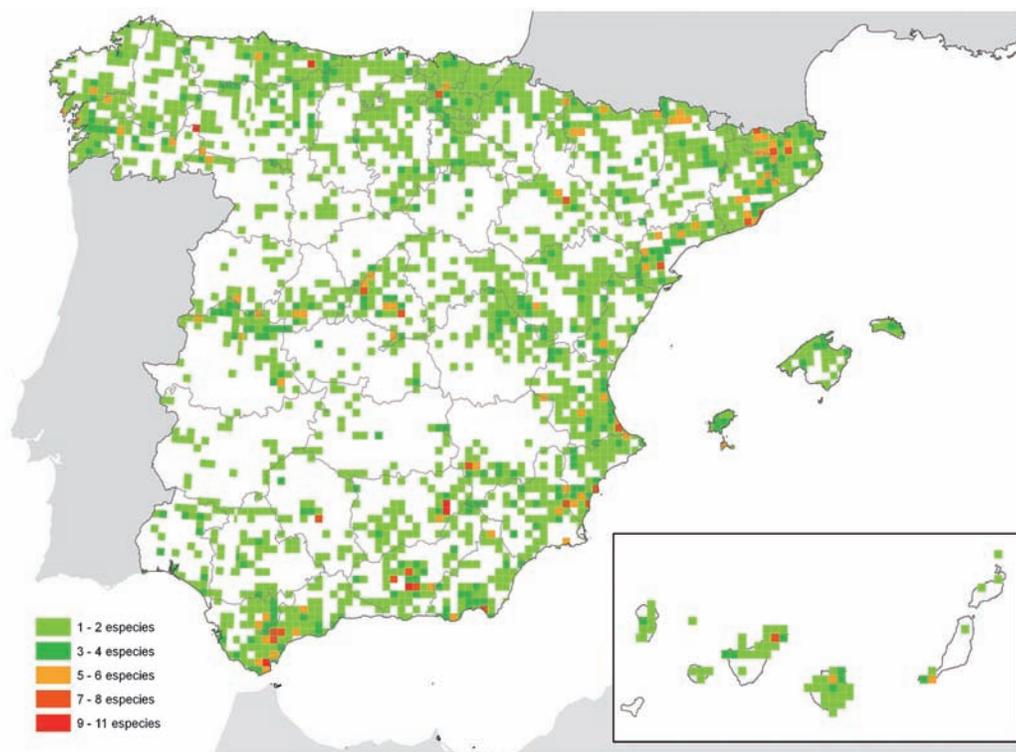


Fig. 1.- Mapa de riqueza de invertebrados amenazados de España.

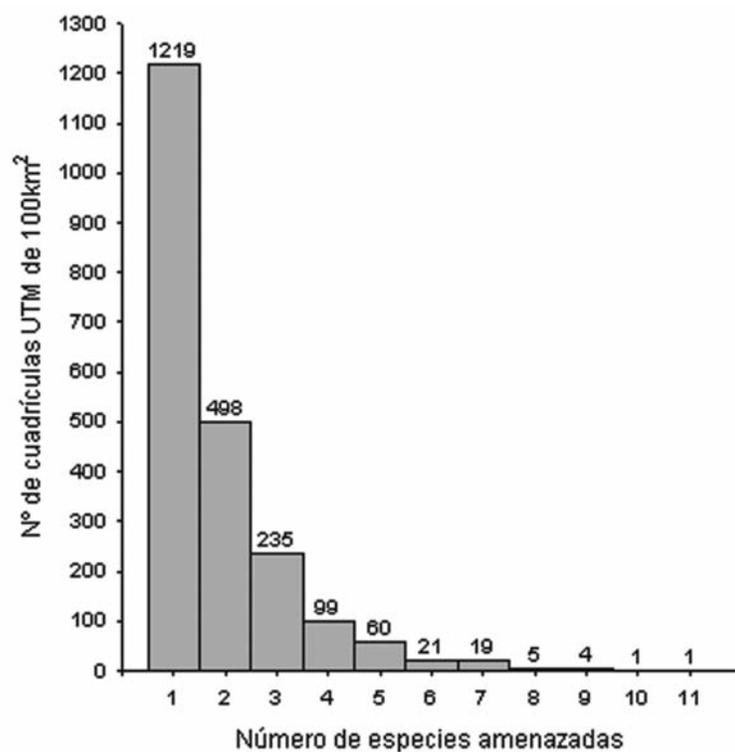


Fig. 2.- Distribución del número de celdas UTM de 100 km² según el número de especies de invertebrados amenazados de España.



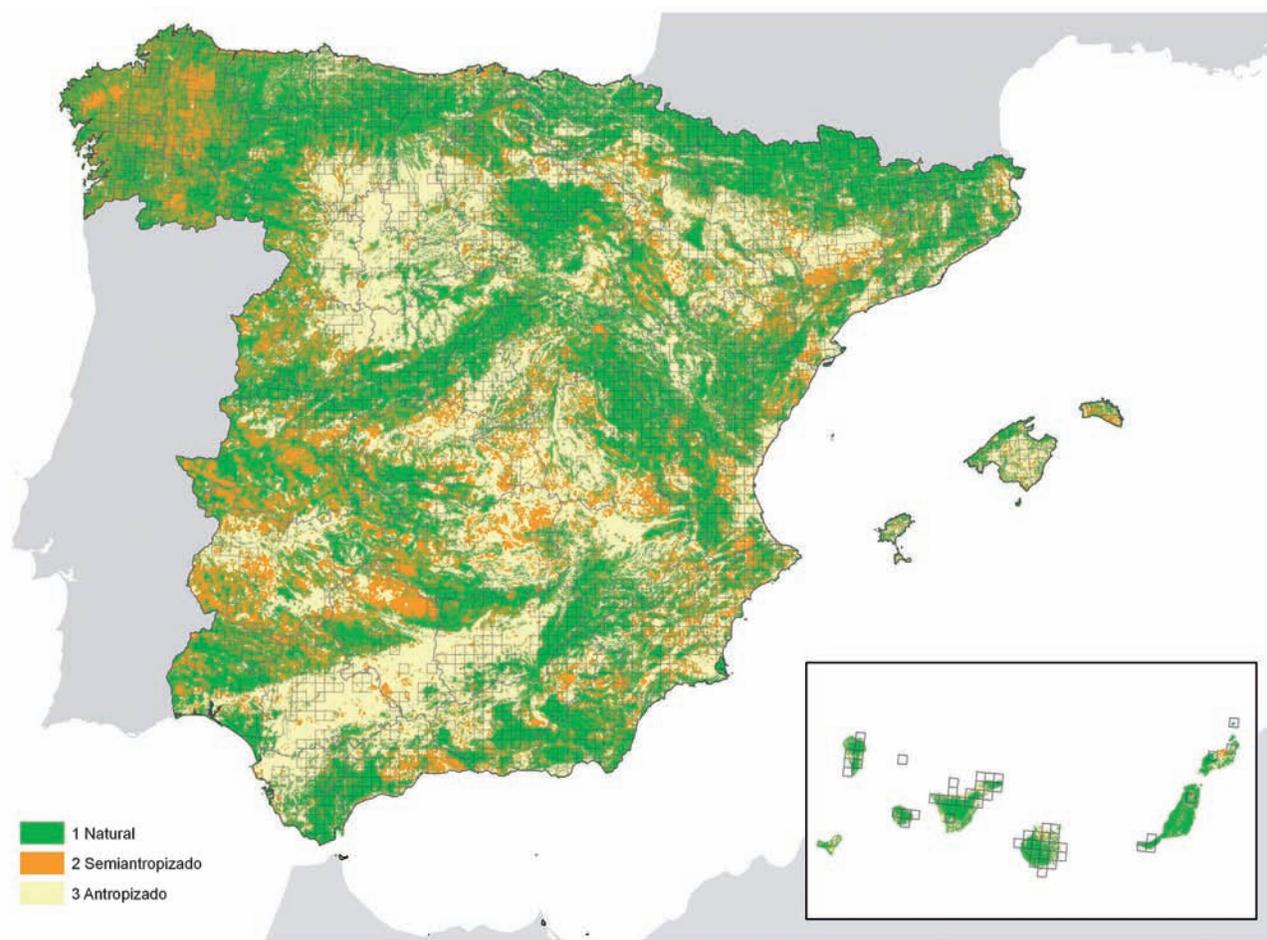


Fig. 3.- Categorías de usos del suelo simplificadas (ver Tabla 1) y cuadrículas con presencia de especies de invertebrados amenazados.

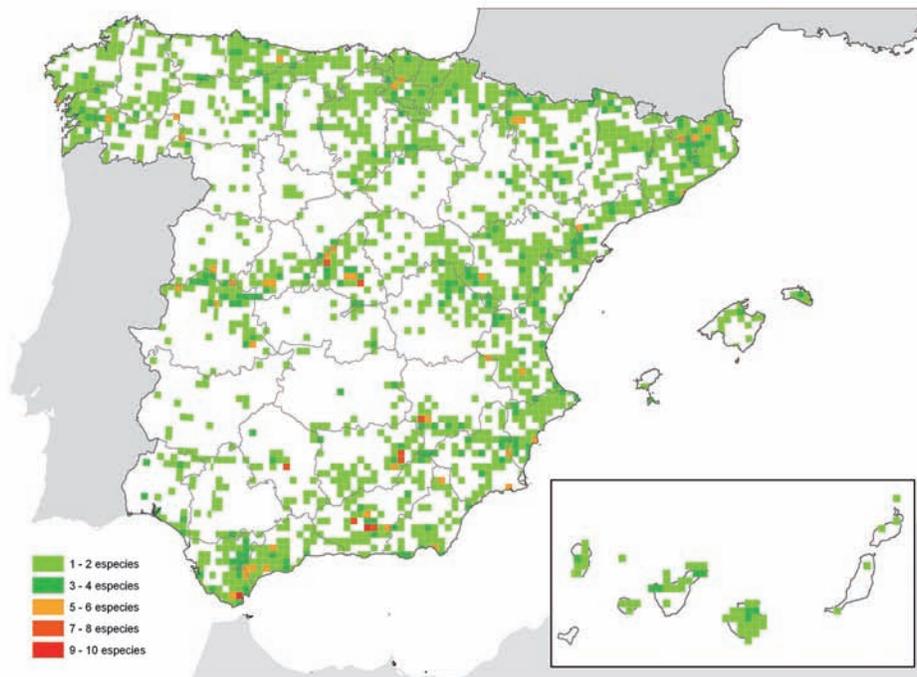
Desde un punto de vista ambiental, las celdas con alguna especie de invertebrado amenazada (test de comparación de medias) poseen unas condiciones claramente distintivas de las del resto de las cuadrículas: rangos de altitud significativamente más amplios, temperaturas mínimas y precipitaciones mayores, pero temperaturas medias y máximas más elevadas. Es decir, se trata de localidades con un clima menos continental que el que puede encontrarse en las áreas en las que no existen registros de estas especies, básicamente localizadas en ambas mesetas y en la depresión del Ebro. Las celdas habitadas por alguna especie de invertebrado amenazado también poseen un porcentaje medio de uso del suelo "natural" significativamente mayor (53%) que el del resto de las cuadrículas (40%), pero un porcentaje de usos del suelo antropizados y semi-antropizados menor (47%) que las restantes celdas (59%, Fig. 3). En el caso de Canarias, aunque los porcentajes generales de uso de suelo natural y antropizado en todo el territorio son más contrastados (56% y 31%, aproximadamente) que los existentes en las celdas de la península (45% y 34%, respectivamente), no existen diferencias significativas en los usos del suelo entre las cuadrículas con presencia de especies y el resto, de modo que, comparativamente, existe una mayor probabilidad de encontrar invertebrados amenazados en cuadrículas humanizadas.

Aunque las cuadrículas con presencia de invertebrados amenazados poseen superficies de usos del suelo naturales mayores, parecen haber sufrido cambios similares a los experimentados en el resto del país durante el periodo 1987-2006. Ni la tasa de naturalización ni la de antropización en las celdas con alguna especie recogida en este atlas, son significativamente diferentes de las existentes en el resto de de las celdas de España peninsular y Baleares (aproximadamente, un 1,5% de la superficie).

Cuando diferenciamos los dos grupos de invertebrados estudiados, artrópodos y moluscos, se observa que en el caso de los moluscos las áreas distribución de las especies son más reducidas, existiendo, como se verá más adelante en cada caso, un alto grado de endemidad en este grupo taxonómico (Fig. 4). Asimismo, el grado de agregación de la riqueza de especies de moluscos amenazados es sensiblemente mayor que en el caso de los artrópodos, siendo el litoral mediterráneo una de las zonas que presenta un mayor número de núcleos de concentración de poblaciones de moluscos amenazados (véase Cádiz, Almería, Valencia, Barcelona y Baleares, entre otras). Otras zonas con un elevado número de registros pero de menor relevancia, en términos de riqueza de moluscos amenazados, se encuentran repartidas por las Comunidades de Galicia, Castilla-León, Asturias, Cantabria y Aragón. Respecto a los artrópodos, se observa un patrón más difuso pero se destaca la existencia de grandes áreas con elevada concentración de riqueza de especies como el litoral Mediterráneo, las sierras andaluzas, Murcia, la Comunidad Valenciana, el Sistema Ibérico, el norte de Cataluña, el País Vasco, la Cordillera Cantábrica, el litoral y la parte del interior de Galicia o el Sistema Central.



Artrópodos



Moluscos

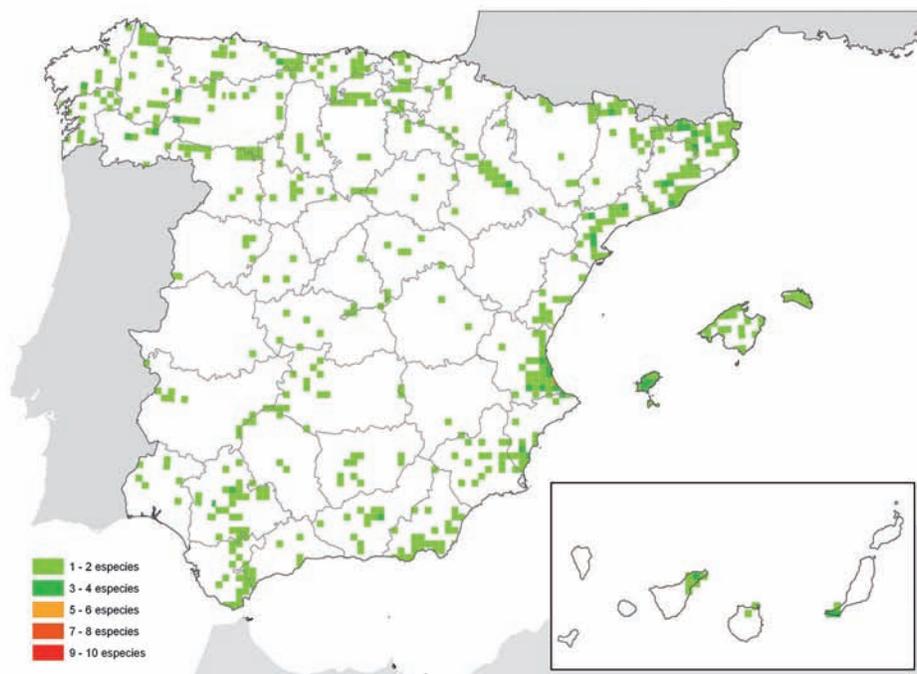


Fig. 4.- Mapas mostrando la distribución de la riqueza de artrópodos (parte superior) y moluscos (parte inferior) amenazados en España.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE ESPECIES: DETERMINACIÓN DE ÁREAS E ISLAS DE RIQUEZA Y POBREZA DE ESPECIES

A continuación, con el fin de determinar si existe algún patrón en la distribución de la riqueza de especies amenazadas se realizó un análisis de autocorrelación espacial. Este análisis muestra que la distribución espacial del número total de especies de invertebrados amenazados sigue una estructura en gradiente con valores de autocorrelación espacial positivos y significativos hasta los 50 km, aproximadamente (Fig. 5). Ello significa que el número de especies de cualquier celda de 100 km² tiende a parecerse, en promedio, al existente en las celdas contiguas ubicadas hasta esa distancia.

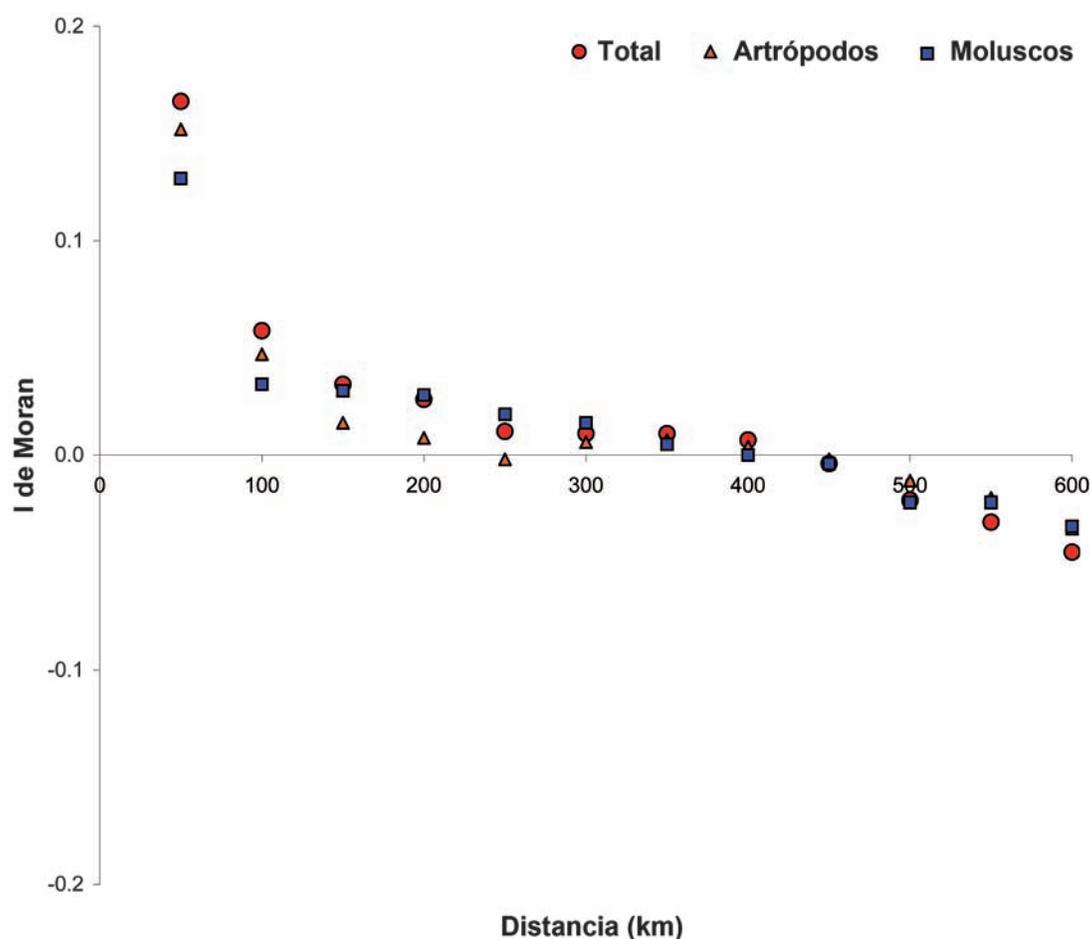


Fig. 5.- Autocorrelación espacial global del número total de especies de invertebrados amenazados de España peninsular y Baleares (círculos rojos), del número de especies de artrópodos (triángulos) y de moluscos (cuadrados).



El examen de los valores de autocorrelación individuales de cada una de las celdas hasta los 50 km adyacentes permite detectar cuatro tipos de regiones según su riqueza de especies de invertebrados amenazados, la significación de su autocorrelación local y el signo de esta (Fig. 6): a) una serie de regiones con altos valores de riqueza similares a los existentes a su alrededor (*hot spots*); b) otras con localidades pobres o sin especies rodeadas asimismo de celdas con similares valores (*cold spots*); c) regiones con localidades ricas en especies cuyas celdas adyacentes son pobres (*islas de riqueza*); y d) regiones con localidades pobres en especies de invertebrados que están rodeadas de localidades ricas (*islas de pobreza*). Los *hot spots* están distribuidos, básicamente, en 14 regiones peninsulares: cinco situadas en la mitad septentrional, tres en el centro peninsular y otras seis en la fachada mediterránea desde los Pirineos Orientales hasta Cádiz. En total, el 10% del total de celdas UTM de 100 km² de España peninsular y Baleares estarían incluidas en regiones especialmente ricas en especies de invertebrados amenazados. Al contrario que los *hot spots*, ubicados preferentemente en una posición periférica, los *cold spots* (12% de total de celdas) se encuentran ubicados en ambas mesetas. Interesantemente, estas regiones pobres en especies albergan *islas de riqueza* (2% del total de celdas) que, generalmente, se localizan en su periferia (Fig. 6). Del mismo modo las regiones más ricas en especies albergan *islas de pobreza* (4% de total de celdas) también ubicadas, generalmente, en la periferia.

¿Pueden distinguirse ambientalmente las celdas pertenecientes a estas cuatro regiones? Los análisis de varianza y las pruebas de Tukey posteriores para comparaciones múltiples muestran que los *hot spots* de los invertebrados amenazados difieren de los *cold spots* debido a que son localidades caracterizadas por una altitud media más elevada, una heterogeneidad ambiental mayor y una climatología menos mediterránea, continental y árida. Por otro lado, las *islas de riqueza* se diferencian de las *islas de pobreza* por su menor heterogeneidad ambiental y su climatología mediterránea (mayores temperaturas y menores precipitaciones). Aunque los porcentajes de *antropización* y los de *naturalización* no difieren significativamente entre las cuatro categorías, los *hot spots* se caracterizan por poseer actualmente un porcentaje de superficie natural significativamente superior y un porcentaje de superficie antropizada menor, al contrario de lo que ocurre con los *cold spots*. Interesantemente, las celdas de las *islas de riqueza* poseen superficies antropizadas (39% de media) significativamente superiores a las de las *islas de pobreza* (26%).

Estos resultados indican que los *hot spots* se ubican, generalmente, en regiones montañosas con mayor heterogeneidad ambiental y condiciones climáticas de tipo "eurosiberiano". Sin embargo, las *islas de riqueza* se localizan dentro de las regiones pobres de las mesetas ibéricas y, aunque poseen un clima similar al de la región circundante, se caracterizan por un rango de altitudes mayor (mayor heterogeneidad ambiental). Es necesario mencionar que, aproximadamente, el 2% del territorio de España peninsular y Baleares ha cambiado de uso durante el periodo 1987-2006, siendo dos terceras partes de ese cambio de superficie debido a la antropización de paisajes naturales. Por ello, resulta interesante comprobar que las localidades pertenecientes a estas dos categorías (*hot spots* e *islas de riqueza*) han sufrido cambios en las tasas de antropización similares a los experimentados por las regiones pobres en invertebrados protegidos.

La comparación entre los valores ambientales y de usos del suelo de las celdas pertenecientes a cada una de estas cuatro categorías y los valores del resto de las celdas ibéricas nos ofrece nuevas pistas sobre las características de estas regiones. Las celdas consideradas *hot spots* no han sufrido cambios significativos en la superficie de antropización y naturalización respecto al resto de celdas de España peninsular y Baleares, aunque éstas se caracterizan por poseer un mayor rango altitudinal, mayores precipitaciones y menores temperaturas. Los *cold spots*, en cambio, se caracterizan por poseer menores precipitaciones y mayores temperaturas, así como una menor altitud media y un menor rango de altitudes, tal y como corresponde a su

localización en las áreas de meseta. Las *islas de riqueza* son también zonas con menor rango de altitudes, menores precipitaciones, temperaturas estivales mayores e, interesantemente, altitudes medias más elevadas. Por último, las *islas de pobreza* poseen un porcentaje de superficie naturalizada significativamente más elevado que el resto de la península, mientras que las *islas de riqueza*, de nuevo, poseen un porcentaje de superficie antropizada significativamente superior.

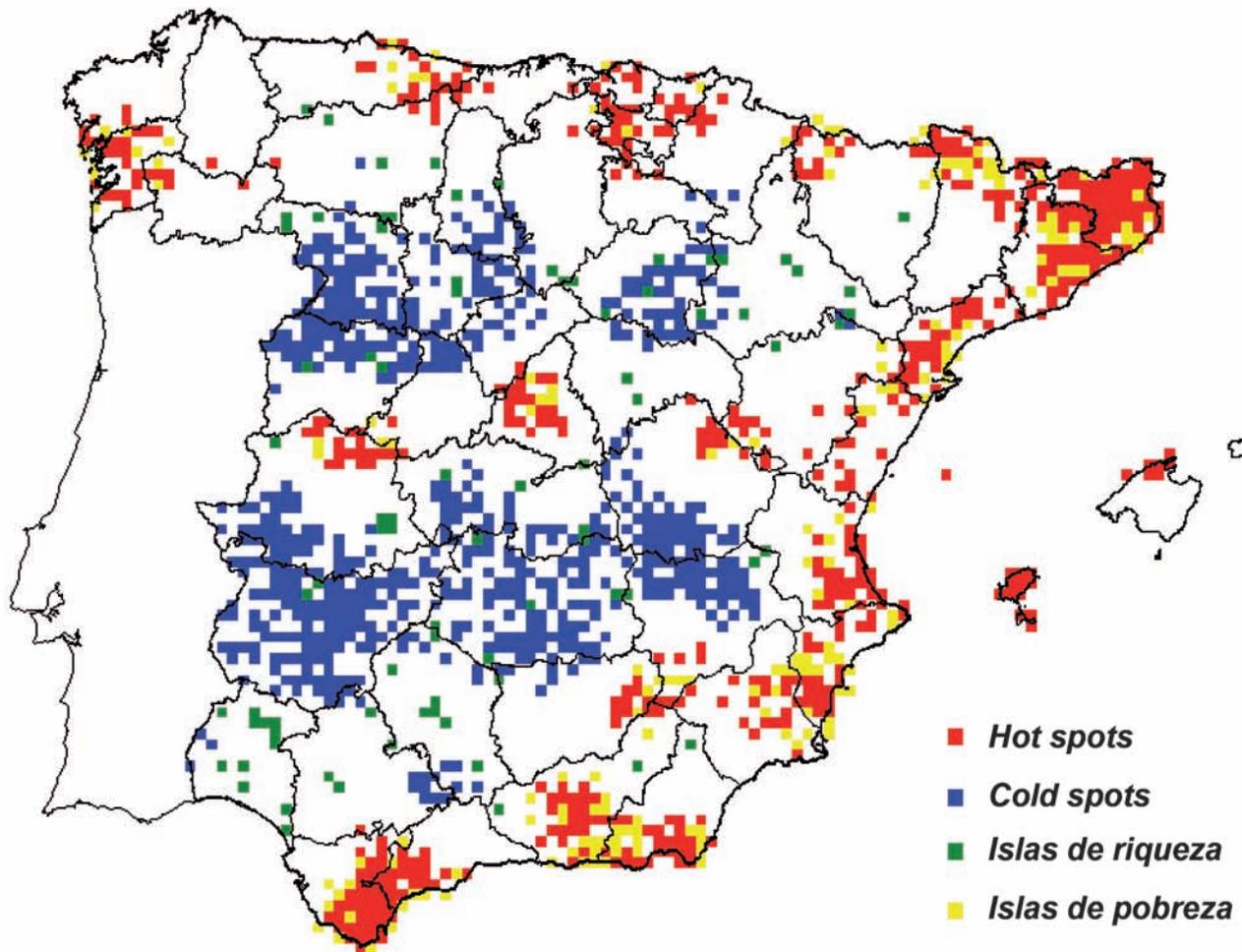


Fig. 6.- Celdas UTM de 100 km² con valores de autocorrelación local significativos ($p < 0,05$) respecto a los valores de las celdas situadas hasta 50 km. alrededor según el signo de su autocorrelación y el número de especies que poseen. En rojo se representan los "hot spots" (localidades ricas ubicadas en regiones ricas), en azul los "cold spots" (localidades pobres ubicadas en regiones pobres), en verde las "islas de riqueza" (localidades ricas ubicadas en regiones pobres) y en amarillo las "islas de pobreza" (localidades pobres ubicadas en regiones ricas).



Los resultados obtenidos son de gran interés ya que tienen implicaciones directas en la conservación de la biodiversidad, especialmente desde el punto de vista de la determinación de nuevas áreas a proteger de distinta naturaleza. Así, las *islas de riqueza* serían pequeñas áreas de gran valor en conservación por estar localizadas dentro de amplias regiones empobrecidas y estar sometidas actualmente a una mayor tasa de actividad humana. En promedio, el 55% de la superficie de las celdas consideradas *islas de riqueza* posee un uso del suelo antropizado o semi-antropizado, mientras que este porcentaje es del 40% en la caso de las celdas *hot spots* (diferencia estadísticamente significativa). Además, tanto las celdas consideradas *hot spots*, como las *islas de riqueza* poseen porcentajes de superficie protegida por la Red Natura 2000 no significativamente diferentes (41% y 34%, respectivamente) y, en más de un tercio de las ocasiones, poseen menos del 5% de su superficie incluida dentro de esta figura de protección. Desde un punto de vista administrativo, los *hot spots* suelen encontrarse ubicados dentro o en los alrededores de áreas naturales protegidas, especialmente Parques Nacionales y Parques Naturales (Tabla 3), aunque existen numerosas áreas de interés para la conservación de los invertebrados que quedan sin protección alguna. El problema principal se presenta en las *islas de riqueza* que, al encontrarse rodeadas por áreas pobres en especies amenazadas (*cold spots*), sólo en unas pocas ocasiones aparecen dentro o en las inmediaciones de alguna figura de protección (Tabla 3). Dentro de estas áreas podemos destacar los Parques Nacionales de Cabañeros y de Doñana, y los Parques Naturales de Ancares, Lago de Sanabria, de la Sierra Aracense, Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias, Embalse de Cornalino y Sierra Bermeja, Hoces del río Cabriel, entre otros (ver tabla 3). Por otro lado se encuentran los *cold spots* que están ubicados dentro de alguna figura de protección, como es el caso de los Parques Nacionales de las Tablas de Daimiel y de Cabañeros, o los Parques Naturales de Despeñaperros y de las Bardenas Reales, entre otros. En algunos de estos lugares pueden concurrir áreas de baja riqueza (*cold spots*) con islas de riqueza como es el caso del Parque Nacional de Cabañeros. Por último, se encuentran las *islas de pobreza* que al encontrarse frecuentemente en la periferia de los *hot spots* (Fig. 6) coinciden en algunos casos con áreas contiguas de Parques Nacionales y Naturales, apareciendo incluso en el interior de algunos de ellos. La localización de estas áreas puede proporcionar información sobre una posible fragmentación del hábitat o una degradación del medio donde viven algunas especies de invertebrados amenazados.

Por todo ello, es necesario realizar en un futuro próximo un estudio detallado sobre la ubicación específica de cada una de estas áreas y de las especies que son capaces de representar. Desgraciadamente, algunos datos básicos no invitan al optimismo. De las 84 celdas consideradas islas de riqueza, 56 tienen menos del 50% de su superficie incluida en la Red Natura-2000, 32 menos del 10% y 10 no poseen ninguna superficie protegida.

Tabla 3.

Relación de espacios naturales protegidos en los que se encuentran hot spots, cold spots, "islas de riqueza" e "islas de pobreza".

Categoría	ENP	CCAA
Hot spots		
	P. Nat. Sierra Nevada	Andalucía
	P. Nat. Alcornocales	Andalucía
	P. Nat. Cabo de Gata-Níjar	Andalucía
	P. Nat. Del Estrecho	Andalucía
	P. Nat. Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas	Andalucía
	P. Nat. Sierra de Huétor	Andalucía
	P. Nat. Sierra de las Nieves	Andalucía
	P. Nat. Sierra Nevada	Andalucía
	P. Nat. Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama	Andalucía
	P. Nat. Ordesa y Monte Perdido	Aragón
	P. Nat. Posets-Maladeta	Aragón
	P. Nat. Valles Occidentales	Aragón
	P. Nat. Picos de Europa	Asturias
	P. Nat. Ponga	Asturias
	P. Nat. Redes	Asturias
	P. Reg. Picos de Europa	Asturias
	P. Nat. Saja-Besaya	Cantabria
	P. Nat. Serranía de Cuenca	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Serranía de Cuenca	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Cuenca-Alto Manzanares	Castilla-León
	P. Nat. Sierra de Gredos	Castilla-León
	P. Nat. Aigües Tortes y Estany de Sant Maurici	Cataluña
	P. Nat. Collserola	Cataluña
	P. Nat. del Garraf	Cataluña
	P. Nat. Els Ports	Cataluña
	P. Nat. La Garrotxa	Cataluña
	P. Nat. Montseny	Cataluña
	P. Nat. Sant Llorenç del Munt i L'Obac	Cataluña
	P. Nat. Mariola	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Albufera	Comunidad Valenciana
	P. Nat. El Hondo	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Font Rotja	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Islas Columbretes	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Lagunas de La Mata-Torrevieja	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Marjal Pego-Oliva	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Montgó	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Salines de Santa Pola	Comunidad Valenciana



Categoría	ENP	CCAA
Hot spots		
	P. Nat. Sierra de Espadán	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Tinença de Benifassà	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Garganta de los Infiernos	Extremadura
	P. Nat. Complejo Dunar de Corrubedo y Lagunas de Carregal y Vixán	Galicia
	P. Nat. de Enciña da Lastra	Galicia
	P. Nat. Sierra de Carrascoy y El Valle	Murcia
	P. Nat. Sierra Espuña	Murcia
	P. Nat. Urbasa-Andía	Navarra
	P. Nat. Aizkorri-Aratz	País Vasco
	P. Nat. Aralar	País Vasco
	P. Nat. Gorbeia	País Vasco
	R. Biosfera Urdaibai	País Vasco
Cold spots		
	P. Nat. Despeñaperros	Andalucía
	P. Nat. Sierra Cerdeña y Montoro	Andalucía
	P. Nat. Sierra de Andújar	Andalucía
	P. Nat. Sierra Norte de Sevilla	Andalucía
	P. Nac. Cabañeros	Castilla-La Mancha
	P. Nac. Tablas de Daimiel	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Arribes del Duero	Castilla-León
	P. Nat. Hoces Río Duratón	Castilla-León
	P. Nat. Tajo Internacional	Extremadura
	P. Nat. Bardenas Reales	Navarra
Islas de riqueza		
	P. Nat. Doñana	Andalucía
	P. Nat. Sierra Cerdeña y Montoro	Andalucía
	P. Nat. Sierra de Aracena y Picos de Aroche	Andalucía
	P. Nat. Sierra de María-Los Vélez	Andalucía
	P. Nat. Sierra Norte de Sevilla	Andalucía
	P. Nat. Moncayo	Aragón
	P. Nat. Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias	Asturias
	P. Nac. Cabañeros	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Lagunas de Ruidera	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Hoces Río Riaza (alredores)	Castilla-León
	P. Nat. Lago de Sanabria	Castilla-León
	P. Nat. Hoces Río Cabriel	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Embalse de Cornalvo y Sierra Bermeja	Extremadura
	P. Nat. Ancares	Galicia



Categoría	ENP	CCAA
<i>Hot spots</i>		
<i>Islas de pobreza</i>		
	P. Nat. Cabo de Gata-Níjar	Andalucía
	P. Nat. Del Estrecho	Andalucía
	P. Nat. La Breña y Marismas del Barbate	Andalucía
	P. Nat. Los Alcornocales	Andalucía
	P. Nat. Redes	Asturias
	P. Nat. Serranía de Cuenca	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Sierra Cazorla, Segura y Las Villas	Castilla-La Mancha
	P. Nat. Sierra de Gredos	Castilla-León
	P. Nat. Alt Pirineu	Cataluña
	P. Nat. Delta del Ebro	Cataluña
	P. Nat. Montgó	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Tinença de Benifassà	Comunidad Valenciana
	P. Nat. Complejo Dunar de Corrubedo y Lagunas de Carregal y Vixán	Galicia
	P. Nat. Cuenca Alta Manzanares	Madrid
	P. Nat. Sierra de La Pila (alrededores)	Murcia
	P. Nat. Aiako-Harria	País Vasco

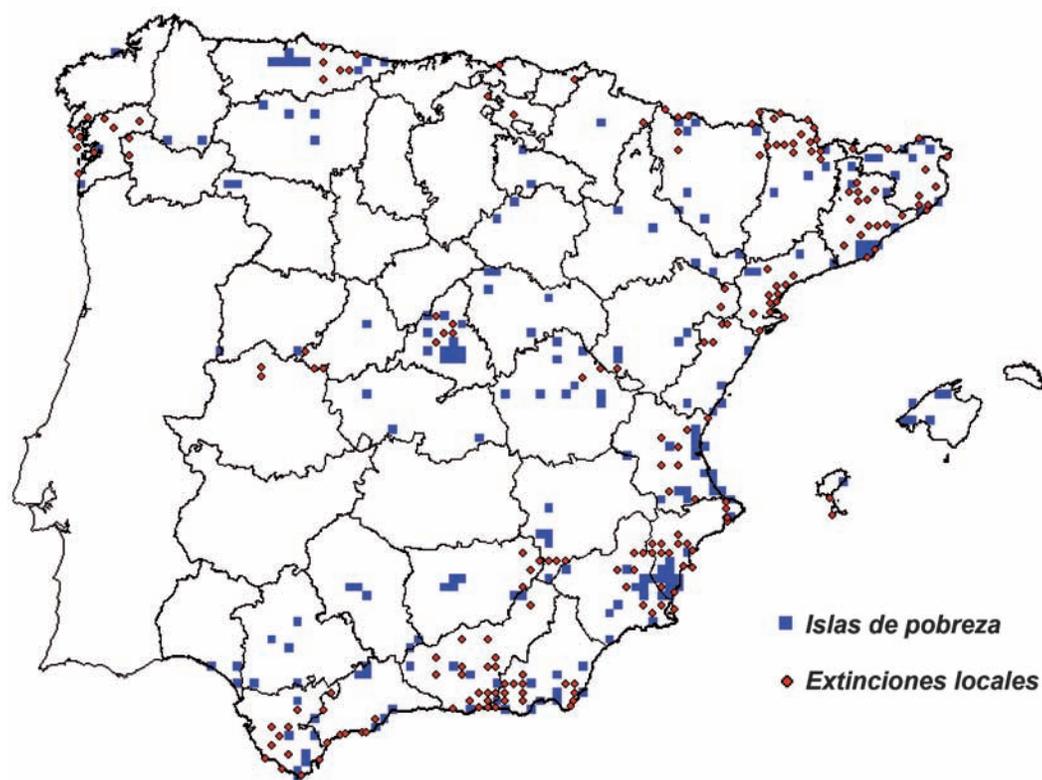


Fig. 7.- Ubicación de las localidades consideradas islas de pobreza (círculos rojos) y de aquellas otras con posibles extinciones (cuadrados azules).



Dado el área y el aislamiento de las *islas de riqueza*, una de las figuras más apropiadas podría ser la de *microrreserva de fauna*; aunque en otros casos podrían ser consideradas como áreas de interés para ampliar ciertos ENP al encontrarse en sus áreas limítrofes. Por otro lado, las *islas de pobreza* son lugares donde diversos factores de amenaza pueden estar actuando de una manera apremiante y, por lo general, se trata de lugares ubicados en la periferia de los *hot spots* donde la fragmentación y/o reducción de la calidad del hábitat podría estar afectando negativamente (un “efecto de borde” que ocurriría en los espacios de elevada riqueza de invertebrados amenazados), favoreciendo la extinción local de poblaciones. A falta de un análisis más detallado, este fenómeno se pone de manifiesto en los resultados obtenidos, ya que los lugares donde con más frecuencia se han registrado extinciones locales de invertebrados coinciden con las zonas periféricas de estas *islas de pobreza* (Fig. 7). La protección de estas áreas tras su riguroso estudio de caso, podrían representar una nueva propuesta de conservación dirigida al incremento de las superficies de los ENP basada en criterios de aumento de la conectividad y de la protección de la biodiversidad.

En conclusión, se hace necesario un análisis en detalle de la ubicación, caracterización, relación con otros taxa, y viabilidad de cada una de estas áreas al objeto de incorporar la novedosa información que representan los invertebrados amenazados en los planes de conservación y el diseño de la red de reservas para la conservación de la biodiversidad de España.

EXTINCCIONES LOCALES

Los resultados obtenidos a través del trabajo de campo han aumentado notablemente el conocimiento sobre las distribuciones geográficas de los invertebrados amenazados de España. No obstante, en algunos casos, a pesar de los sucesivos muestreos, ha sido imposible encontrar individuos vivos que confirmen la persistencia de algunas especies. En estas situaciones, al igual que en otros trabajos previos, preferimos hablar de poblaciones probablemente extintas. En la tabla 4 podemos observar el número de cuadrículas con poblaciones probablemente extintas (*cuadrículas de extinción*), que representan el 7% y el 13% del total con presencia conocida de artrópodos y moluscos en la Península ibérica y Baleares, respectivamente. En el caso de Canarias estas cuadrículas de extinción representan un 8% y un 13% de las que poseen datos de presencia para artrópodos y moluscos, respectivamente. La trascendencia de estas posibles tasas de extinción local es más evidente si consideramos que la mayoría de ellas han sido registradas en un periodo de tiempo corto desde su primera cita, alrededor de 10 a 20 años y que, en algunos casos, este tiempo ha sido incluso inferior (no más de 5 años).

En total, aproximadamente un 39% de las celdas de 100 km² de España peninsular, Baleares y Canarias poseen algún registro de las especies de invertebrados amenazados. En el 10% de estas celdas (Fig. 8), el trabajo de campo realizado por los autores de este atlas no ha permitido confirmar la cita anterior de la especie. Comparadas con el resto de las celdas con registros de especies de invertebrados amenazados las *cuadrículas de extinción* presentan altitudes medias y valores de precipitación significativamente menores, temperaturas mayores y riquezas de especies notablemente superiores. De este modo, parece más probable que la detección de una especie disminuya si la localidad previa de colecta es rica en especies, no es montañosa y está bajo condiciones mediterráneas. Cabe preguntarse si estas *cuadrículas de extinción* se caracterizan por usos del suelo actuales claramente antropizados y/o por incrementos sustanciales en el cambio de uso durante el periodo 1987-2006. Por ello, a fin de indagar en las posibles causas de estas extinciones se ha realizado un análisis sobre los cambios de uso de suelo en las cuadrículas de extinción, considerando *a priori* que este factor es uno de los principales candidatos para explicar la destrucción del hábitat natural de un gran número de especies.



Tabla 4. Número de cuadrículas de 100 km², número de poblaciones y porcentaje del territorio de las poblaciones de artrópodos y moluscos probablemente extintas en España

	Cuadrículas con citas de presencia	Cuadrículas con poblaciones posiblemente extintas	Porcentaje (%)
Península y Baleares	2094	204	9,7
Artrópodos	1796	131	7,3
Moluscos	640	84	13,1
Canarias	68	7	10,3
Artrópodos	61	5	8,2
Moluscos	15	2	13,3

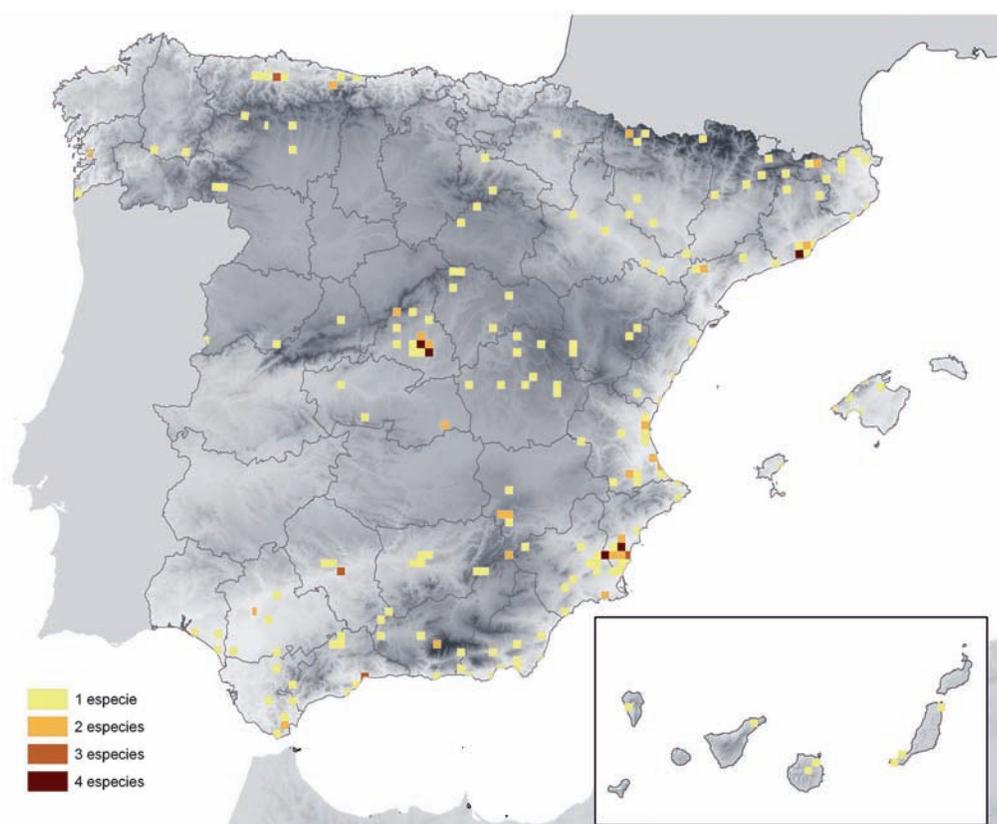


Fig. 8.- Número de casos en los que ha sido imposible encontrar individuos vivos que confirmen la persistencia de alguna especies en una cuadrícula UTM de 100 km².



En la Tabla 5 podemos observar las tendencias del cambio de uso de suelo en España durante el periodo 1987-2006. Los análisis muestran que el 2% del territorio español ha sufrido cambios en el uso del suelo. De este 2%, el mayor porcentaje de cambio (alrededor del 65%) se caracteriza por una dirección de cambio "negativa", o sea, un cambio que implica la alteración del hábitat natural hacia usos de suelo relacionados con la actividad agrícola y la actividad urbanística, principalmente. ¿Se caracterizan las cuadrículas con extinciones por sus cambios de uso del suelo? El porcentaje de antropización existente durante el periodo 1987-2006 es significativamente superior en las celdas de extinción (2.4%) que en el resto de celdas con datos de presencia de especies amenazadas (1.4%), pero el porcentaje de naturalización no. De hecho, el porcentaje de especies posiblemente extintas sobre el total de especies presentes en cada cuadrícula está significativamente correlacionado con el grado de antropización de cada cuadrícula (Fig. 9), aunque pueden encontrarse altas tasas de extinción en celdas que aparentemente han variado poco en sus usos del suelo y celdas con altos niveles de variación en los usos del suelo en las que no se han detectado posibles extinciones.

Tabla 5.- Porcentajes de cambio de uso de suelo en España desde 1987 a 2006.

	% total	% total modificado
total superficie cambiada	2.03	
paso antropizado a semi-antropizado	0.25	12.12
paso antropizado a natural	0.12	5.93
paso semi-antropizado a natural	0.33	16.11
paso semi-antropizado a antropizado	0.41	20.17
paso natural a semi-antropizado	0.50	24.48
paso natural a antropizado	0.43	21.19

El 35% restante del territorio que ha sufrido cambios en los usos del suelo habría sufrido un proceso de "naturalización", cuya proporción en cada cuadrícula no está significativamente correlacionada con el porcentaje de extinciones. En otras palabras, las extinciones no habrían disminuido como consecuencia de la naturalización del territorio. Como este cambio se debe, principalmente, al abandono de las actividades agropecuarias tradicionales, no podemos asegurar que suponga un beneficio para la conservación del gran número de especies que dependen del mantenimiento de cierta actividad ganadera y de un nivel de humanización intermedio que ayude a mantener la estructura del paisaje mediterráneo. De este modo, incrementar la superficie de usos del suelo "naturales" no parece reducir las tasas de posibles extinciones, pero aumentar la tasa de antropización durante los últimos 20 años se asocia con la desaparición o disminución ostensible de las poblaciones de algunas especies de invertebrados amenazados. Los datos de uso del suelo actuales apuntan en la misma dirección. Los porcentajes medios de usos del suelo naturales en las celdas con posibles extinciones (43%) son significativamente inferiores a los existentes en el resto de las cuadrículas con datos de presencia de especies de invertebrados amenazados (54%). En el caso de los usos del suelo antropizados el patrón es inverso; las cuadrículas de extinción poseen porcentajes claramente superiores (43%) que el resto (28%). De este modo, la probabilidad de extinción estaría asociada al incremento en las tasas de modificación del territorio, pasadas y presentes, como consecuencia de las actividades humanas.



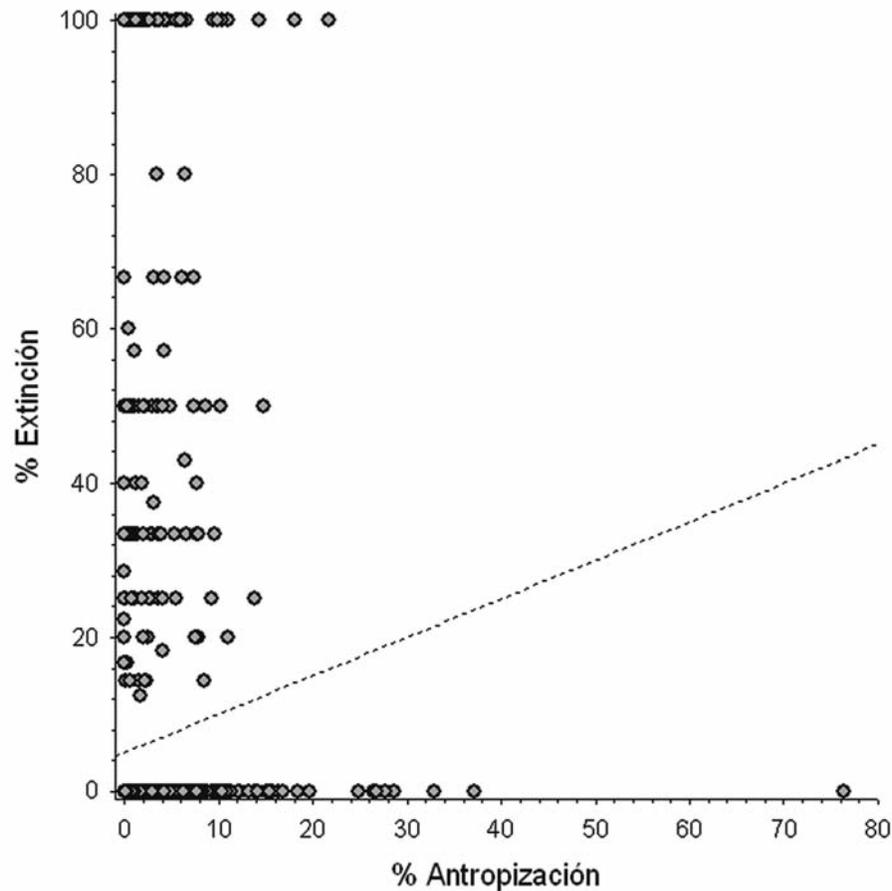


Fig. 9.- Relación entre el porcentaje de posibles extinciones de invertebrados amenazados en las celdas de 100 km² sobre el total de especies registrado en ellas y el porcentaje de antropización experimentado por esas celdas desde 1987 hasta 2006 (coeficiente de correlación de Spearman de 0,10, significativo con $p < 0,001$). La línea discontinua representa la relación lineal entre ambas variables

Si analizamos la identidad y características de las especies con posibles registros de extinción (90 especies, un 35% del total), comprobamos que prácticamente la mitad de estas extinciones tienen lugar en especies presentes en más de 20 cuadrículas, por lo que estas posibles extinciones implican la posible desaparición de una parte de sus poblaciones conocidas. Sin embargo, 25 especies habrían sufrido extinciones en, al menos, el 50% de las cuadrículas en las que se conocía su presencia con anterioridad y todas ellas poseen distribuciones restringidas (Fig. 10). Estas *especies en declive* serían candidatas a sufrir procesos de extinción en un futuro próximo, aunque su categoría de conservación no lo refleje: solo 14 de estas especies han sido categorizadas como *en peligro* o *en peligro crítico*. Las celdas con presencia de estas especies en declive (99) se caracterizan por un porcentaje de antropización (3,1%) significativamente más elevado que el existente en el resto de las cuadrículas de extinción (2,1%), y no se caracterizan por poseer superficies protegidas especialmente notables. El porcentaje de superficie protegida de estas cuadrículas, tanto aquella incluida dentro de la actual red de ENP como la comprendida dentro de la Red Natura 2000, no difiere significativamente de la existente en el resto de las celdas con extinciones o de la que hay en todas las cuadrículas con presencia de especies de invertebrados amenazados; el 60% de estas cuadrículas tienen menos del 1% de su superficie dentro de ENP (18% en el caso de Red Natura 2000). De este modo, asumiendo que un buen porcentaje de estas ausencias sean debidas a la extinción o disminución ostensible de las poblaciones de



estas especies, parece evidente que estas pérdidas están íntimamente relacionadas con la transformación humana reciente de los paisajes naturales y que la actual cobertura de espacios protegidos no parece ser capaz de evitar estas extinciones locales, ya que estas extinciones pueden ocurrir tanto dentro como fuera de los espacios protegidos.

Tabla 6.- Especies que han sufrido posibles extinciones en al menos el 50% de la cuadrículas en las que se conocía su presencia previamente (puntos rojos en Fig. 10).

Especie	Categoría
<i>Alzoniella asturica</i>	Vulnerable
<i>Alzoniella edmundi</i>	En Peligro
<i>Alzoniella galaica</i>	En peligro crítico
<i>Alzoniella marianae</i>	Vulnerable
<i>Buprestis splendens</i>	Vulnerable
<i>Cephalota (Taenidia) deserticoloides</i>	Vulnerable
<i>Cybister (Melanectes) vulneratus</i>	En Peligro
<i>Islamia azarum</i>	Vulnerable
<i>Islamia lagari</i>	En Peligro
<i>Lindenia tetraphylla</i>	En peligro crítico
<i>Meloe foveolatus</i>	En Peligro
<i>Ocladius grandii</i>	Vulnerable
<i>Ozyptila bejarana</i>	Vulnerable
<i>Parachtes deminutus</i>	En Peligro
<i>Pseudamnicola (Pseudamnicola) gasulli</i>	Vulnerable
<i>Scarabaeus (Scarabaeus) pius</i>	En Peligro
<i>Steropleurus politus</i>	Vulnerable
<i>Tarraconia gazulli</i>	Vulnerable
<i>Theodoxus boeticus</i>	En Peligro
<i>Theodoxus valentinus</i>	En peligro crítico
<i>Theodoxus velascoi</i>	En peligro crítico
<i>Tudorella mauretanicus</i>	En Peligro
<i>Vertigo (Vertigo) moulinsiana</i>	En peligro crítico
<i>Vertigo (Vertilla) angustior</i>	En peligro crítico
<i>Zariquieya troglodytes</i>	Vulnerable



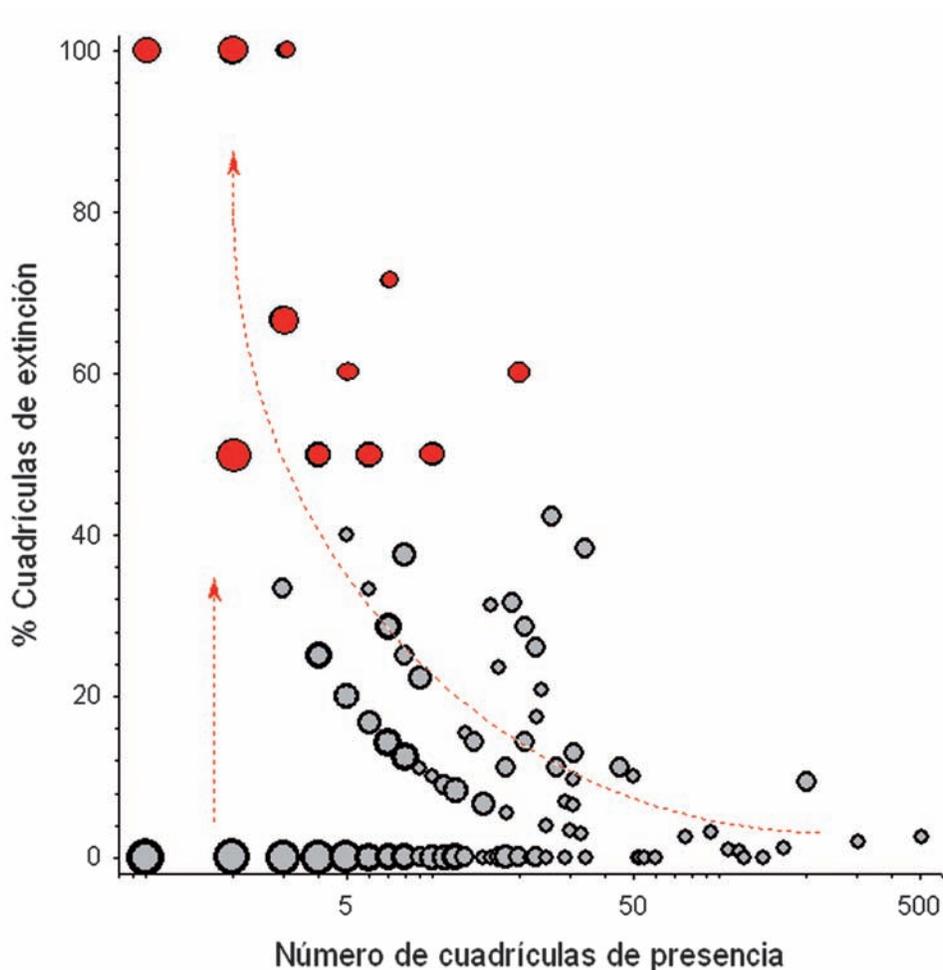


Fig. 10.- Relación entre el número de cuadrículas de 100 km² en la que se ha observado cada especie en España Peninsular y Baleares (en escala logarítmica) y el porcentaje en las que ha sido imposible encontrar individuos vivos que confirmen su persistencia. El tamaño de los círculos depende de la cantidad de especies, mientras que los círculos rojos representan aquellas especies con porcentajes de extinción iguales o superiores al 50% (especies en declive). Las flechas tratan de simbolizar las trayectorias hacia la extinción, mientras que el mapa representa la ubicación de las cuadrículas en las que están presentes estas especies en declive.

EVALUACIÓN DE LA REPRESENTATIVIDAD DE LA RED DE ENP Y LOS LIC EN LA PROTECCIÓN DE LOS INVERTEBRADOS AMENAZADOS DE ESPAÑA

Como hemos visto anteriormente, la distribución de la riqueza de especies de invertebrados amenazados indica que, aunque existe un claro patrón de agregación, la extensión ocupada por estas especies es muy amplia, lo que *a priori* sugiere que el territorio necesario para asegurar la conservación de un número representativo de poblaciones de invertebrados amenazados debe ser muy elevado. Aunque los datos obtenidos serán la base de futuros análisis más exhaustivos, capaces de proponer la posible ubicación de una red de espacios protegidos con capacidad para representar las especies de invertebrados amenazados de España, en este capítulo realizamos una evaluación preliminar sobre la capacidad de representación de la actual red



de espacios protegidos (ENP) y de la Red Natura 2000 (RN2000). El objetivo general es obtener la proporción del espacio ocupado por los invertebrados amenazados que ya cuenta con alguna medida de conservación a través de estas figuras de protección, con el fin de estimar el territorio de interés en conservación debido a la presencia de invertebrados amenazados.

La superposición de las cuadrículas de 100 km² y la actual red de Espacios Naturales Protegidos (ENP) indica que sólo el 31% de las celdas con presencias de invertebrados amenazados posee alguna superficie protegida en España peninsular y Baleares (Fig. 11), mientras que ese porcentaje es del 88% en el caso de la Red Natura 2000 (RN2000) (Fig. 12). Sin embargo, si se considera que para preservar las poblaciones de estas especies la superficie protegida debería superar el 25% del área de cada celda, una estima razonable, solo el 16% de las cuadrículas con especies estarían representadas por los ENP. En el caso de la RN2000, el porcentaje de cuadrículas con datos de invertebrados amenazados que, al menos, poseen una cuarta parte de su superficie protegida es del 48%. Interessantemente, estas cuadrículas coinciden con la mitad de los casos de posible extinción detectados (Tabla 7). De este modo, no sólo una buena parte de las celdas con poblaciones de invertebrados amenazados poseen un grado de protección desacertado, sino que su declaración y manejo no parece ser capaz de impedir la extinción local de invertebrados amenazados.

Otros datos permiten ayudar a determinar si la red de áreas protegidas especialmente diseñada para la conservación de la biodiversidad es un sistema efectivo para garantizar la persistencia de las especies de invertebrados amenazados. En el caso de España peninsular y

Tabla 7.- Número de cuadrículas de 100 km² con datos de presencia sobre invertebrados amenazados y número de cuadrículas en las que el trabajo de campo realizado por los autores de este atlas no ha permitido confirmar la cita anterior de la especie ("extinciones") según la superficie protegida existente en cada cuadrícula ENP = Espacios Naturales Protegidos, RN2000 = Red Natura 2000.

	Cuadrículas		Extinciones	
Total España peninsular y Baleares	2094	%	204	%
alguna superficie dentro de ENP	647	30.9	74	36.3
mas 5% superficie en ENP	529	25.3	62	30.4
mas 25% superficie en ENP	338	16.1	38	18.6
mas 50% superficie en ENP	231	11.0	26	12.7
alguna superficie dentro de RN2000	1841	87.9	181	88.7
más 5% superficie en RN2000	1439	68.7	138	67.6
más 25% superficie en RN2000	999	47.7	98	48.0
más 50% superficie en RN2000	635	30.3	57	27.9



Baleares, un escenario *optimista* de conservación en el cual bastase que una sola cuadrícula de presencia de cada especie tuviese un porcentaje, aunque fuese mínimo, de su superficie incluida como RN2000, permitiría representar más del 98% de las especies. Por el contrario, un escenario *pesimista* en el que, al menos, el 50% de las cuadrículas de presencia tuviesen la mitad de su superficie incluida como ENP, supondría representar el 20% de las especies (Tabla 8). Como los porcentajes de superficie medios de todas las celdas de 100 km² de España Peninsular y Baleares incluidos dentro de ENP y RN2000 son el 10% y el 28%, respectivamente, podemos considerar que una celda poseerá un grado de protección razonable si, al menos, posee porcentajes de espacio protegido superiores a estos valores. Si también se considera razonable que, como mínimo, una cuarta parte de las cuadrículas de presencia de cada especie deberían poseer superficies protegidas, entonces los ENPs permitirían representar el 60% de las especies de invertebrados amenazados y la RN2000 el 83 % (Tabla 8).

Tabla 8.- Número de especies (Nº spp) de invertebrados amenazados presentes en cuadrículas UTM de 100 km² según el porcentaje que éstas poseen dentro de ENPs y RN2000. Las tres columnas reflejan los valores cuando alguna cuadrícula de presencia posee una superficie protegida, cuando al menos el 25% de las cuadrículas están protegidas o cuando lo está el 50% de ellas.

	Alguna cuadrícula		25% de las cuadrículas		50% de las cuadrículas	
	Nºspp	%	Nºspp	%	Nºspp	%
1% ENP	190	82,6	165	71,7	108	47
8% ENP	176	76,5	141	61,3	77	33,5
10% ENP	175	76,1	138	60	74	32,2
25% ENP	158	68,7	101	43,9	56	24,3
50% ENP	132	57,4	74	32,2	46	20
1% RN2000	226	98,3	226	98,3	223	97
10% RN2000	217	94,3	214	93	195	84,8
25% RN2000	207	90	194	84,3	157	68,3
28% RN2000	204	88,7	191	83	149	64,8
50% RN2000	181	78,7	146	63,5	96	41,7



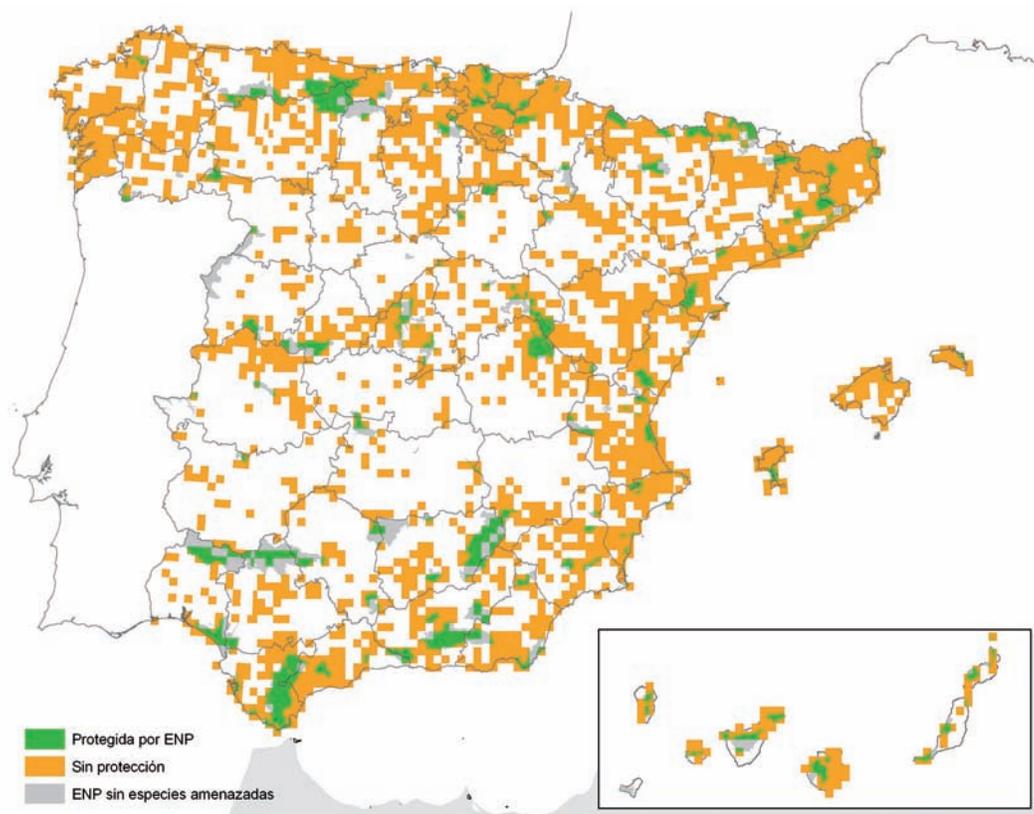


Fig. 11.- Cuadrículas UTM de 100 km² con información sobre invertebrados amenazados (en naranja) que no están incluidas en la actual red de Espacios Naturales Protegidos (en gris) y localización de las cuadrículas incluidas dentro de la red de ENPs (en verde).

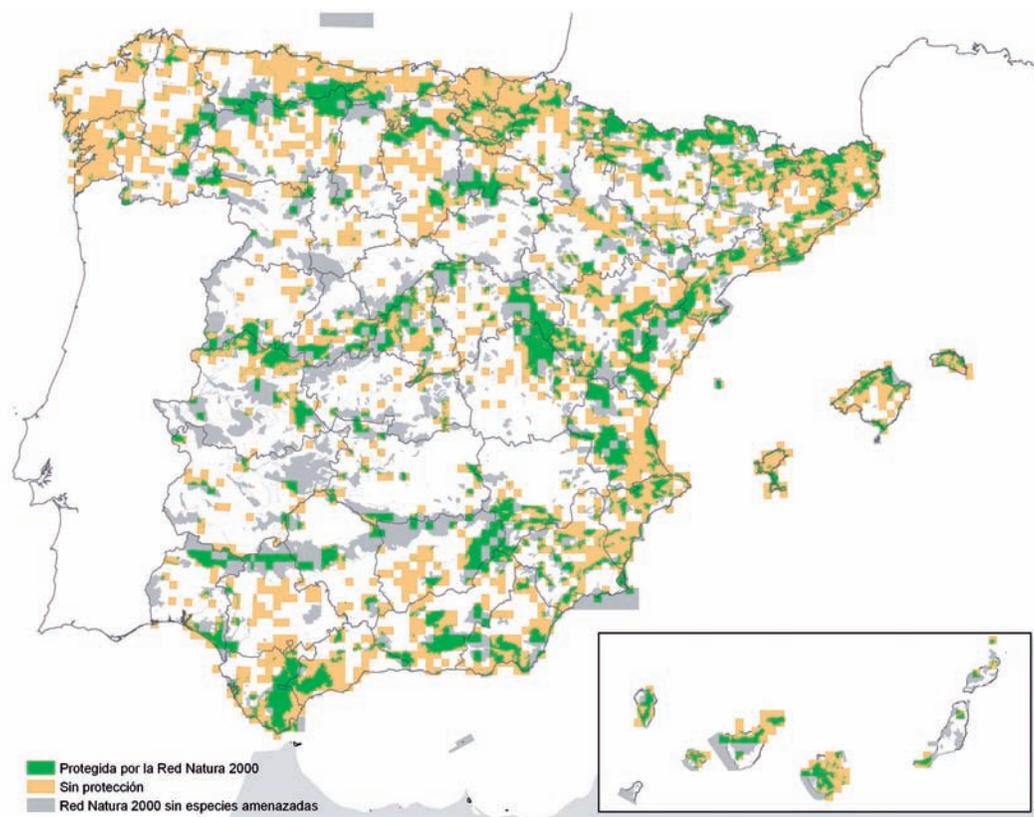


Fig. 12.- Cuadrículas UTM de 100 km² con información sobre invertebrados amenazados (en naranja pálido) que no están incluidas en la actual Red Natura 2000 (en gris) y localización de las cuadrículas incluidas dentro de RN2000 (en verde).



Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de revisar la actual red de espacios protegidos, proponiendo nuevas reservas capaces de asegurar la supervivencia de aquellos invertebrados que actualmente se encuentran desprotegidos desde el punto de vista político-administrativo. Un problema añadido es que la mayoría de las especies estudiadas presentan poblaciones muy fragmentadas con escasa o nula posibilidad de intercambio genético entre ellas. Ello supone que la política de conservación mediante programas de seguimiento de especies, tiene que hacerse necesariamente en un ámbito intercomunitario que, fácilmente, podría realizarse a través del actual programa de Seguimiento de la Biodiversidad de España que coordina la actualmente Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Dado que, para poder cumplir los compromisos derivados del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica y de la normativa comunitaria por parte de España, se hace necesario el seguimiento permanente por parte de la Administración de nuestra biodiversidad, incluidos los invertebrados, los resultados obtenidos deben considerarse – tal y como pone de manifiesto la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que señala (artículo 5.2e) – una herramienta con capacidad para evaluar el estado de conservación del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, conocer las causas que determinan sus cambios y diseñar medidas de conservación apropiadas. Desde el ámbito europeo, España asume el compromiso de detener la pérdida de biodiversidad para 2010 en el marco del Plan de Acción Comunitario para la Biodiversidad que necesariamente debe contemplar los aspectos comentados anteriormente, especialmente en lo referente a Inventarios de Biodiversidad y Seguimiento de Biodiversidad, todo esto en un marco político que lleva como lema “frenar la pérdida de biodiversidad”.

Por lo tanto, a falta de una propuesta detallada, estimamos que sería necesario, al menos, la creación de 40 nuevas reservas de distinto tamaño para garantizar la representación de estas especies. Evidentemente, las consecuencias conservacionistas de estas cifras pueden parecer difíciles de llevar a la práctica, debido a las restricciones que pueden suponer para la transformación de los usos del suelo actuales, las cuales afectarían, principalmente, a la región costera mediterránea (ver Figs. 11 y 12). Sin embargo, los resultados son incontestables y manifiestan la incapacidad de nuestras actuales estrategias de conservación cuando se trata de preservar la rica biodiversidad de un país en el que, la presión urbanística y la ausencia de planificación territorial, entre otros factores, presionan constantemente el medio natural. Incluir un conjunto reducido de especies de invertebrados amenazados en los mecanismos de protección de la biodiversidad actualmente existentes requerirá, inevitablemente, un cambio en la actual estrategia de conservación modificando la red de espacios protegidos, promoviendo la conexión entre ellos y favoreciendo políticas de desarrollo sostenibles.

Los resultados obtenidos proceden del estudio de una modesta representación de la biodiversidad de invertebrados existente en España, pero constituyen claramente una herramienta de trabajo de gran importancia que, debido a la elevada sensibilidad de estas especies a los cambios climáticos y de uso de suelo, puede proporcionar información detallada sobre la capacidad real de nuestras estrategias de protección de la biodiversidad y sobre los mecanismos que será necesario implementar en un futuro cercano para evitar su declive en España. Todo lo expuesto implica un importante compromiso que deberá ser atendido convenientemente en futuros proyectos de conservación.

AUTORES

JORGE M. LOBO, JOSÉ R. VERDÚ, OLGA LUCÍA HERNÁNDEZ-MANRIQUE, DAVID SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, CATHERINE NUMA Y TERESA CUARTERO.

