

BIODIVERSIDAD Y VALORES DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS SERPENTÍNICOS EN ESPAÑA: SIERRA BERMEJA (PROVINCIA DE MÁLAGA)

**José Gómez-Zotano¹, Felipe Román-Requena²,
Noelia Hidalgo-Triana³ y Andrés V. Pérez-Latorre³**

¹Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física.
Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Granada.

jgzotano@ugr.es

²GRUNBER

froman@hotmail.es

³Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Málaga.

nhidalgo@uma.es, avperez@uma.es

RESUMEN

Existen pocas fuentes científicas que evalúen la necesidad de gestionar adecuadamente los escasos ecosistemas serpentínicos de España, agravándose esta situación en Sierra Bermeja, el mayor afloramiento ultramáfico, poseedor de una flora y fauna con numerosas especies endémicas, poco comunes o raras, que se ve amenazado por la urbanización y los recurrentes incendios forestales. En este artículo se ha examinado la bibliografía sobre los ecosistemas serpentínicos de Sierra Bermeja, proporcionando una renovada síntesis cuantitativa de la biodiversidad y los valores de conservación de este macizo peridotítico.

Palabras clave: Ecosistemas serpentínicos; taxa mediterránea; biodiversidad; conservación; Sierra Bermeja.

ABSTRACT

There is little scientific literature assessing the needed to conserve serpentine ecosystem in Spain. This situation is critical in the Sierra Bermeja range, the largest ultramafic outcrop

Fecha de recepción: julio 2012.

Fecha de aceptación: julio 2013.

that supports a distinctive flora and fauna with numerous uncommon or rare endemic species, and dangers such as urbanization and forest fires. This article has examined the literature on Sierra Bermeja serpentine ecosystems, providing a renewed quantitative synthesis review of biodiversity and conservation values of this peridotite massif.

Key words: Serpentine ecosystem; Mediterranean taxa; biodiversity; conservation; Sierra Bermeja.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas serpentínicos ocupan menos del 1% de la superficie terrestre y presentan una distribución geográfica mundial muy fragmentada (Proctor y Nagy, 1992). Las rocas ultramáficas y las especies vegetales y animales asociadas a su edafogénesis, contribuyen a la conformación de estos raros ecosistemas, siendo objeto de interés creciente para la Biología de la Conservación (Boyd *et al.*, 2009) y la más reciente subdisciplina Biogeografía de la Conservación (Ladle y Whittaker, 2011). Sin embargo, desde mediados del S. XX se encuentran inmersos en un período de cambio sin precedentes como resultado de la acción humana. Muchos de los exclusivos hábitats que albergan han sido destruidos por completo por el desarrollo de actividades extractivas y constructivas o divididos en pequeños fragmentos, otros se han transformado a través de la silvicultura, ganadería o la extinción de plantas y animales endémicos, mientras que el cambio climático antropogénico, vehiculado en muchos casos a través de grandes incendios forestales, amenaza ahora con redibujar completamente el mapa geográfico de la biota en estas desconocidas «islas biogeográficas» (Harrison y Inouye, 2002; Harrison y Rajakaruna, 2011; Thorne *et al.*, 2011).

En España, los ecosistemas serpentínicos se sitúan en Andalucía (Serranía de Ronda) y Galicia (sierras Capelada y de Careón), donde presentan una escasa superficie y una irregular y fragmentada distribución geográfica, ostentando desiguales grados de protección que denotan un insuficiente conocimiento científico (Gómez Zotano, 2004a). Entre los afloramientos ultramáficos más valiosos, desconocidos y amenazados destaca Sierra Bermeja, trasfondo montañoso de la Costa del Sol Occidental; este macizo peridotítico acoge taxones y procesos biológicos y biogeográficos merecedores de conservación, especialmente si está involucrada la adaptación a los suelos ultramáficos, pero en la actualidad no existe ningún estudio funcional y global que lo haya demostrado pese a que están gravemente amenazados por las actividades antrópicas. La riqueza de endemismos y taxones de plantas amenazadas se recoge en Salvo *et al.* (1983), Cabezudo *et al.* (1989) y Gavira Romero y Pérez Latorre (2003), pero sólo se han analizado algunas especies de plantas endémicas en relación con la variabilidad biogeoquímica, caso de *Abies pinsapo* (Liétor *et al.*, 2002), o la hiperacumulación de Ni (Rufo *et al.*, 2004, 2005), caso de *Saxifraga gemmulosa* (Díez-Garretas *et al.*, 2009) o *Alyssum serpyllifolium* (Brooks *et al.*, 1981; De la Fuente *et al.*, 2007). No obstante, la flora y vegetación serpentínica, a diferencia de la fauna (Barnestein *et al.*, 2011), han despertado un gran interés en las últimas cuatro décadas (Rivas Goday, 1969; Rivas Goday y Esteve, 1972; Rivas Martínez *et al.*, 1973; Rivas Goday, 1974; López González, 1975; Rivas Goday y López González, 1979; Guerra, 1982; Cabezudo *et al.*, 1989; Brooks *et al.*, 1995; Pérez Latorre *et al.*, 1998; Asensi *et al.*, 2004; Rufo *et al.*, 2004; Asensi *et al.*, 2011; Pérez-Latorre *et al.*, 2013).

Existe una necesidad urgente de comprender este complejo y amenazado ecosistema. La falta de conocimiento y concienciación ciudadana pueden afectar negativamente a la aplicación de medidas de conservación. Es por ello que en este artículo se ha examinado la bibliografía sobre los ecosistemas serpentínicos de Sierra Bermeja, proporcionando una renovada síntesis cuantitativa de la biodiversidad y los valores de conservación de este macizo. Los resultados refuerzan el estudio previo de Pérez Latorre (2009) y la posterior ampliación de Gómez Zotano y García Martínez (2009), que proponen la inclusión de esta montaña en la red española de parques nacionales.

II. MÉTODO

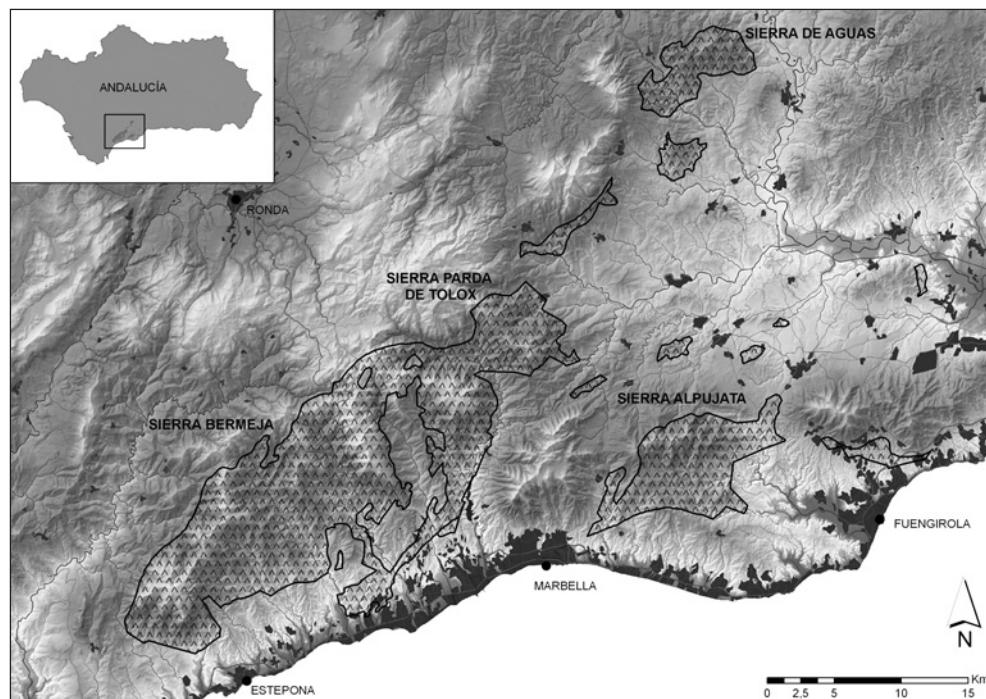
Acorde con el concepto de ecosistema, se adopta una perspectiva holística para obtener una visión completa y sintética de los valores de conservación y necesidades de protección de la diversidad biológica de Sierra Bermeja: en primer lugar, se realiza una revisión y búsqueda exhaustiva de la bibliografía sobre los ecosistemas de Sierra Bermeja, incluidos los estudios de carácter local o la literatura gris. En segundo lugar, se analizan y sistematizan los datos obtenidos sobre la biodiversidad de esta montaña en términos de estrategia de conservación, centrándose en especies endémicas, amenazadas, protegidas y hábitats prioritarios. El compendio y posterior síntesis de la información dispersa pretende mejorar la eficacia en la toma de decisiones ambientales necesarias para considerar Sierra Bermeja como Parque Nacional (PN) de acuerdo tanto con García Canseco y Asensio Nistal (2004) y Casas Bravo *et al.* (2006), como con los criterios establecidos en la legislación vigente (Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales). En tercer lugar, se compara el valor de la biodiversidad de este territorio con los de varios espacios naturales de Andalucía, así como su estatus de protección respecto a otros afloramientos ultramáficos de España. Este análisis comparativo es necesario para ubicar Sierra Bermeja en un contexto adecuado en relación con las políticas de conservación de la naturaleza y determinar si presenta unos valores de conservación más elevados que otros ámbitos protegidos.

III. ÁMBITO DE ESTUDIO

Sierra Bermeja, situada al sur de la Península Ibérica, constituye el mayor afloramiento peridotítico del conjunto petrográfico de la Serranía de Ronda, y uno de los más grandes del mundo (300 km²; Dickey 1970) (fig. 1). Incluye dos estribaciones que constituyen sierras de importancia: Palmera y Real. La peridotita, roca ígnea ultramáfica de gran dureza y densidad, está compuesta por minerales ferromagnésicos (90% olivino) que, una vez alterados, reciben el nombre genérico de serpentina. Las peridotitas malagueñas están compuestas mayoritariamente de lertzholitas y harzburgitas. Además de su singular naturaleza litológica, entre los aspectos biogeográficos más importantes que influyen en la vegetación y fauna de Sierra Bermeja destaca su situación estratégica entre dos continentes, Europa y África, y su configuración topográfica, tanto como «punto de arranque» de las Cordilleras Béticas por su extremo occidental, como por ser un conjunto de media altura (1.500 m) que destaca paisajísticamente respecto a la plana litoral situada al pie de su fachada meridional. El clima es subhúmedo-húmedo mediterráneo, con una media anual de precipitaciones que oscila

entre los 800 mm cerca de la costa, y los 1600 mm en las cimas (probablemente superior a 2000 mm por las precipitaciones ocultas derivadas de los estancamientos del Levante), donde es frecuente la nieve en invierno. La temperatura media anual es de 14-16 °C y pueden diferenciarse tres pisos bioclimáticos: termomediterráneo (hasta los 800 m), mesomediterráneo (800-1300 m) y supramediterráneo (a partir de los 1300 m) (Gómez Zotano, 2004a).

Figura 1
SIERRA BERMEJA EN EL CONTEXTO DE LOS AFLORAMIENTOS PERIDÓTICOS MALAGUEÑOS



Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de Información Geológica de Andalucía (SIGMA).

La interrelación de estas condiciones ambientales únicas favorece los naturales procesos geoquímicos en la meteorización de las rocas peridotíticas y la subsiguiente génesis de los suelos serpentínicos de Sierra Bermeja. Los singulares factores edáficos, en comparación con otros sustratos, incluyen limitaciones excepcionales de nutrientes esenciales tales como N, P, K, así como de cationes básicos, además de una baja proporción de Ca^{2+}/Mg^{2+} (0,84), un alto contenido en metales pesados sin función biológica conocida (Cr, Ni, Co, Cu) que conlleva disfunciones en los organismos de los seres vivos, y un carácter xerófilo de los suelos, con alta susceptibilidad a la erosión (Yusta *et al.*, 1985; Aguilar *et al.*, 1998; Rufo *et al.*, 2005; Mota *et al.*, 2008).

Las consecuencias sobre la biota a causa del especial ambiente edáfico (conocido como síndrome de serpentina) genera una flora y una vegetación resultado de los fenómenos de serpentinomorfosis, apareciendo numerosos endemismos vegetales exclusivos de este

macizo y excluyendo a la mayoría de las especies de las formaciones mediterráneas circundantes, incluso a las especies exóticas y/o invasoras (Rivas Goday, 1969; López González, 1975; Asensi y Diez, 1987; Cabezudo *et al.*, 1989; Casimiro-Soriguer y Pérez Latorre, 2008). Por su parte, la posición estratégica entre dos continentes ha convertido a este macizo en un refugio para algunos taxones de la flora del Terciario que habían emigrado de Europa a África y viceversa (Alba-Sánchez *et al.*, 2010), así como en un importante estriberón para los animales, especialmente las aves migratorias.

La encrucijada geográfica y el aislamiento geológico han propiciado la diferenciación de un único sector biogeográfico, denominado Bermejense, que explica, en parte, los excepcionales valores naturales de Sierra Bermeja, convirtiéndose en uno de los mayores centros de especiación a efectos tipológicos, paisajísticos y fisiográficos de la vegetación española (Rivas Goday, 1969; Cabezudo *et al.*, 1989; Gómez Zotano, 2004a). Entre dichas formaciones destacan los característicos pinares de *Pinus pinaster* var. *acutisquama* Boiss sobre ultramafitas que son sustituidos en altitud por el único pinsapar ultramáfico del mundo (*Bunio macucae-Abietetum pinsapi*), de distribución geográfica disjunta (fig. 2) (Asensi y Rivas Martínez, 1976; Rivas Martínez, 1987; Cabezudo *et al.*, 1989; Nieto Caldera *et al.*, 1991; Gómez Zotano, 2004b; Asensi *et al.*, 2011).

Figura 2
PINARES RESINEROS Y PINSAPAR EN LOS REALES DE SIERRA BERMEJA



Foto: José Gómez Zotano.

Su localización geográfica ha implicado también un devenir histórico de civilizaciones diversas, propiciando una dialéctica sociedad-medio que ha modificado sustancialmente la cubierta vegetal original, máxime al constituirse desde mediados del s. XX en el traspas de la Costa del Sol Occidental (Gómez Zotano, 2004a). Consecuentemente, Sierra Bermeja está expuesta, por un lado, al abandono de las actividades tradicionales y al

incremento de la recurrencia media de incendios (hasta 14,5 años según Vega-Hidalgo, 1999) y la proliferación de éstos (12 en los últimos 45 años según Gómez Zotano, 2004a). Por el otro, a fuertes presiones urbanísticas procedentes de municipios eminentemente turísticos como Casares, Estepona, Benahavís o Marbella que, desconociendo el valor ambiental de este macizo (y el riesgo puntual para la salud humana que supone la exposición a los afloramientos de amianto), basan su crecimiento económico en ingresos derivados de licencias urbanísticas. En el contexto de la actual crisis económica, quedan latentes polémicos macroproyectos ligados al golf como la promoción urbanística del Libyan Foreign Bank (480 has en la finca La Resinera), o la autopista de peaje que uniría las ciudades de Ronda y San Pedro de Alcántara dividiendo la montaña en dos. En el interior de Sierra Bermeja, en cambio, prevalece el manejo, explotación y protección de los montes, dedicados fundamentalmente a actividades forestales y ganaderas que complementan de forma sostenible las economías agrarias de pequeños pueblos serranos como Genalguacil, Jubrique, Júzcar, Pujerra, Igualeja o Istán, (Gómez Zotano, 2004a; Gómez Zotano y García Martínez, 2009).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Síntesis de los valores naturales

El compendio de los valores naturales que justifican Sierra Bermeja como PN se refleja en la tabla 1. En cuanto a la flora, no hay un estudio definitivo que haya cuantificado o identificado las especies de plantas vasculares y no vasculares que habitan en el macizo

Tabla 1
NÚMERO TOTAL DE TAXONES, DE TAXONES ENDÉMICOS Y AMENAZADOS, Y DE ESPECIES LISTADAS EN LAS DIRECTIVAS DE HÁBITATS Y AVES DE LA RED NATURA 2000 DE SIERRA BERMEJA

Taxón	Total taxones	Endemismos bermejenses	Taxones amenazados*			Natura 2000**		
			CR	EN	VU	An. II	An. IV	Total
Plantas vasculares	>317	20	3	8	7	1	1	1
Invertebrados	?	17	2	2	5	6	5	6
Peces	5	1	-	2	2	1	-	1
Anfibios	5	-	-	-	1	1	2	2
Reptiles	19	-	-	-	1	1	4	4
Aves nidificantes	>150	-	-	5	4	18***	-	18
Mamíferos	37	-	1	1	8	9	10	13
TOTAL	>533	38	6	17	28	36	21	44

Fuente: Cabezudo *et al.* (1998, 2005); Franco y Rodríguez (2001); Doadrio (2002); Palomo y Gisbert (2002); Martí y Del Moral (2003); Barea Azcón *et al.* (2008); Pérez Latorre (2009); Verdú y Galante (2009); Bañares *et al.* (2010); Blanca *et al.* (2011); Verdú *et al.* (2011); Román-Requena (2013). *Taxones amenazados según el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Categorías de amenaza: CR, críticamente amenazado; EN, en peligro; VU, vulnerable). **La Directiva de Hábitats recoge en su Anexo II las especies de flora y fauna (excepto aves, con directiva propia) para las que es necesario establecer áreas protegidas y, en el Anexo IV, las especies que requieren una protección estricta. ***Las aves se recogen en el Anexo I de la Directiva de Aves Silvestres.

serpentínico, en tanto que en éste se excluye la mayor parte de la flora andaluza y también tiene sus propias especies endémicas. Según Cabezudo *et al.* (1998), sólo en el Paraje Natural de Los Reales de Sierra Bermeja, con 1.236 has, se han registrado 317 taxones vasculares. Para el conjunto de Sierra Bermeja (incluyendo Palmitera y Real), se han identificado 20 edafoendemismos serpentínícolas (13 especies y 7 subespecies o variedades) (tabla 2) y también algunos taxones son endémicos pero de distribución más amplia (Serranía de Ronda), como *Abies pinsapo* o *Ulex baeticus* subsp. *baeticus*. De los edafoen-

Tabla 2
SERPENTINÓFITOS Y ENDEMISMOS SERPENTINÍCOLAS DEL AFLORAMIENTO ULTRAMÁFICO DE SIERRA BERMEJA (INCLUIDAS PALMITERA Y REAL)

Orden	Nombre	Legislación estatal	Legislación autonómica	
			En régimen de protección especial	Catálogo
1	<i>Allium rouyi</i> Gaut	-	X	-
2	<i>Alyssum serpyllifolium</i> subsp. <i>malacitanum</i> Rivas Goday	-	-	-
3	<i>Arenaria capillipes</i> (Boiss.) Boiss*	-	X	-
4	<i>Armeria colorata</i> Pau*	-	X	-
5	<i>Armeria villosa</i> Girard subsp. <i>carratracensis</i> (Bernis) Nieto Fel.	-	-	VU
6	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L. var. <i>corunnense</i> H. Christ.	-	-	-
7	<i>Bupleurum acutifolium</i> Boiss.			
8	<i>Centaurea haenseleri</i> (Boiss.) Boiss. & Reut. subsp. <i>haenseleri</i> *	-	--	--
9	<i>Centaurea lainzii</i> Fern. Casas*	-	-	VU
10	<i>Cephalaria betica</i> Boiss.	-	-	-
11	<i>Crepis bermejana</i> M. Talavera, C. Sánchez Casimiro-Soriguer & S. Talavera	-	-	-
12	<i>Euphorbia flavicomis</i> DC. subsp. <i>giselae</i> Simon Pall*	-	-	-
13	<i>Iberis fontqueri</i> Pau	-	-	-
14	<i>Klasea baetica</i> (DC.) J. Holub	-	-	-
15	<i>Linum suffruticosum</i> var. <i>carratracensis</i> (Rivas Goday & Rivas Mart.) G. López	-	-	-
16	<i>Notholaena marantae</i> (L.) Desv. subsp. <i>marantae</i>	-	-	-
17	<i>Peucedanum officinale</i> subsp. <i>brachyradium</i> García Martín & Silvestre*	-	-	VU
18	<i>Saxifraga gemmulosa</i> Boiss.	-	-	-
19	<i>Silene fernandezii</i> Jeanmonod	-	-	VU
20	<i>Silene inaperta</i> subsp. <i>serpentinicola</i> Talavera	-	-	-
21	<i>Stachelina baetica</i> DC.	-	-	-
22	<i>Teucrium reverchonii</i> Willk. ex Hack.	-	-	-

Fuente: Cabezudo *et al.* (1989), Pérez Latorre (2009), Asensi *et al.* (2011), Moreno (2011). *Taxones presentes exclusivamente en Sierra Bermeja. Legislación estatal (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, Anexo II). Legislación autonómica (Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats, Anexo X, categorías catálogo: VU: vulnerable).

demismos serpentinícolas, 6 taxones son exclusivos de Sierra Bermeja (tabla 2). Esta flora serpentinícola, además de mostrar una elevadísima tasa de endemismos, es especial debido a su baja diversidad respecto a territorios adyacentes, la presencia de relictos, la mezcla de especies acidófilas (calcífugas) y basófilas, el predominio de xerófitos y de hemicriptófitos y caméfitos como tipos biológicos dominantes, el predominio del elemento florístico mediterráneo, la elevada presencia de la familia Asteraceae y de algunos pteridófitos y la vicariancia (Cabezudo *et al.*, 1989) y la presencia de fenómenos de serpentinomorfosis (López González, 1975).

Cuatro de los endemismos serpentinícolas están catalogados como «Vulnerables» para la legislación autonómica aunque algunos de ellos se encuentran en régimen de protección especial por dicha legislación (tabla 2). Sin embargo, sólo un serpentinófito, *Galium viridiflorum*, se encuentra protegido por la legislación europea (tabla 1) y estatal.

Existen dudas sobre la existencia de *Nolletia chrysocomoides* en Sierra Bermeja (tabla 3), sin embargo, aparece incluida en la lista roja autonómica como especie «Extinta». Aunque la legislación española protege tan sólo a 1 de estos taxones, 28 taxones aparecen en las listas rojas estatales y autonómicas (Tabla 3), incluidos 24 en la LRE y 31 en la LRA. Es de destacar la existencia de un gran número de taxones con categoría superior de amenaza en las peridotitas de Sierra Bermeja, desde *Nolletia chrysocomoides*, «Extinta», pasando por *Allium rouyi*, *Centaurea lainzii* y *Peucedanum officinale* subsp. *brachyradium* catalogadas como «En Peligro Crítico de Extinción» (tanto por la LRE como por la LRA). Existen otras ocho más «En Peligro de Extinción» según LRE (ocho según LRA). Ello supone un total de once taxones gravemente amenazados (y uno extinto) incluidos en la LRE (once en la LRA).

Respecto a la vegetación, prácticamente todas las asociaciones descritas en Sierra Bermeja son endémicas, e incluso existe un sintaxon de rango superior para reunir los matorrales serpentinícolas (alianza fitosociológica *Staehelino-Ulicion baetici*) (Fig. 3). Los pinares (*Pino pinastri-Quercetum cocciferae*) y pinsapares (*Bunio macucae-Abietetum pinsapi*) que constituyen los dos tipos de vegetación climática son exclusivos de las peridotitas malagueñas (Cabezudo *et al.*, 1998; Pérez Latorre *et al.*, 1998).

En relación con las plantas no vasculares de Sierra Bermeja, entre la flora de briófitos descrita por Guerra (1982) destacan dos especies de musgos endémicas de la Península Ibérica: *Isotecium algarvicum* y *Rhynchostegiella durieui*, no incluidas todavía en el Atlas de briófitas amenazadas de España (Garilleti y Albertos, 2012).

Por su parte, la fauna, como se observa en la tabla 1, cuenta con más de 216 especies identificadas, con 18 endemismos, casi todos protegidos por la legislación europea, española o andaluza. Son muchas las especies animales que se encuentran exclusivamente en esta montaña, por lo que podría existir un riesgo de amenaza, aún no evaluado (un 50% de estos endemismos bermejenses se han descrito en los últimos 10 años, y el 80% en los últimos 20 años). Esto parece indicar que Sierra Bermeja puede tener gran importancia como centro de especiación de fauna, esencialmente para los invertebrados, con 13 especies incluidas en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (LRIA) (Fig. 4 y tabla 4), 9 especies incluidas en el Libro Rojo de los Invertebrados de España (LRIE) (de las que 9 son coincidentes), 6 incluidas en convenios internacionales y 4 incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies protegidas.

Tabla 3
TAXONES AMENAZADOS E INCLUIDOS EN LAS LISTAS ROJAS ESPAÑOLA Y ANDALUZA PRESENTES EN LAS PERIDOTITAS DE SIERRA BERMEJA

Taxón	Categoría LRE	Sector	Categoría LRA
<i>Nolletia chrysocomoides</i> (Desf.) Cass. ex Less.	EX	Bermejense	EX
<i>Allium rouyi</i> Gaut.	CR	Bermejense	LC
<i>Centaurea lainzii</i> Fern. Casas	CR	Bermejense	CR
<i>Peucedanum officinale</i> L. subsp. <i>brachyradium</i> García Martín & Silvestre	CR	Bermejense	CR
<i>Armeria colorata</i> Pau	EN	Bermejense	EN
<i>Armeria villosa</i> Girard subsp. <i>carratracensis</i> (Bernis) Nieto Fel.	EN	Bermejense	EN
<i>Bellis cordifolia</i> Willk.	EN	Aljibico y Bermejense	EN
<i>Centaurea haenseleri</i> (Boiss.) Boiss. & Reut. subsp. <i>haenseleri</i>	EN	Bermejense	EN
<i>Galium viridiflorum</i> Boiss. & Reut.	EN	Bermejense y Aljibico	VU
<i>Klasea baetica</i> (DC.) J. Holub	EN	Bermejense	EN
<i>Silene fernandezii</i> Jeanmonod	EN	Bermejense	EN
<i>Silene inaperta</i> L. subsp. <i>serpentinicola</i> Talavera	EN	Bermejense	EN
<i>Abies pinsapo</i> Clemente ex Boiss.	VU	Rondeño y Bermejense	EN
<i>Bupleurum acutifolium</i> Boiss.	VU	Bermejense	VU
<i>Centaurea prolongoi</i> Boiss. ex DC.	VU	Bermejense	VU
<i>Galium boissieranum</i> Ehrend & Krendl	VU	Bermejense y Rondeño	VU
<i>Iberis fontqueri</i> Pau	VU	Bermejense	VU
<i>Omphalodes commutata</i> G. López	VU	Rondeño y Bermejense	VU
<i>Saxifraga gemmulosa</i> Boiss.	VU	Bermejense	VU
<i>Bupleurum foliosum</i> DC.	DD	Aljibico y Bermejense	LC
<i>Digitalis obscura</i> L. subsp. <i>laciniata</i> Lindl.	NT	Rondeño y Bermejense	DD
<i>Arenaria capillipes</i> (Boiss.) Boiss.	NT	Bermejense	NT
<i>Asplenium billotii</i> F. Schultz	-	Aljibico y Bermejense	NT
<i>Cephalaria baetica</i> Boiss.	NT	Bermejense	NT
<i>Cytisus malacitanus</i> Boiss.	NT	Bermejense	NT
<i>Elaeoselinum asclepium</i> L.) Bertol. subsp. <i>millefolium</i> (Boiss.) García Martín & Silvestre	-	Aljibico y Bermejense	NT
<i>Erica erigena</i> R. Ross	-	Aljibico y Bermejense	NT
<i>Erica terminalis</i> Salisb.	-	Bermejense	NT
<i>Euphorbia flavicoma</i> DC. subsp. <i>giselae</i> Simon Pall	-	Bermejense	NT
<i>Halimium atriplicifolium</i> (Lam.) Spach subsp. <i>atriplicifolium</i>	-	Rondeño, Bermejense y Aljibico	NT
<i>Senecio eriopus</i> Willk. subsp. <i>eriopus</i>	-	Bermejense	NT

Fuente: Pérez Latorre y Cabezano (2002); Pérez Latorre (2009); Blanca *et al.* (2011); Moreno (2011). LRE: Lista Roja 2010 de la Flora Vascular Española (Categorías: EX: Extinta, CR: En Peligro Crítico, EN: En peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado). LRA: Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Categorías: EX: Extintas en Andalucía, CR: En Peligro Crítico, EN: En Peligro, VU: Vulnerables, NT: Casi Amenazadas, DD: Con Datos Insuficientes, LC: Preocupación Menor).

Figura 3
MATORRAL SERPENTINÍCOLA DE SIERRA BERMEJA



Foto: Noelia Hidalgo Triana.

Figura 4
LEUCTRA BIDULA O MOSCA DE LAS PIEDRAS, ENDEMISMO DE SIERRA BERMEJA



Foto: M.J. López Rodríguez.

Tabla 4
FAUNA DE INVERTEBRADOS ENDÉMICA Y AMENAZADA DE SIERRA BERMEJA

Especies	Orden	LRIA	LRIE	Endemismo
<i>Prodesmodora nigra</i> Ocaña, Abolafia and Abebe, 2001	NEMATA			*
<i>Harpactocrates meridionalis</i> Ferrández & Martín, 1986	ARANEAE	VU		
<i>Macrothele calpeiana</i> Walckenaer, 1805	ARANEAE	VU	VU	
<i>Anthaxia (Anthaxia) ceballosi</i> Escalera, 1931	COLEOPTERA	VU		
<i>Buprestis flavoangulata baetica</i> Verdugo 2005	COLEOPTERA	VU		
<i>Laemostenus (Antisphodrus) bermejae</i> Fernandez-Cortes, 1996	COLEOPTERA			*
<i>Platyderus toribioi</i> Anichtchenko, 2005	COLEOPTERA			*
<i>Onyxacalles bermejaensis</i> Stüben y Wolf, 2001	COLEOPTERA			*
<i>Caenopsis bermejaensis</i> Behne, 2008	COLEOPTERA			*
<i>Caenopsis gracilicornis</i> Behne, 2008	COLEOPTERA			*
<i>Torneuma (Torneuma) baeticum</i> Stüben, 2007	COLEOPTERA			*
<i>Elliptacalles baeticus</i> Stüben, 2008	COLEOPTERA			*
<i>Hydraena alcantarana</i> Lenistea, 1985	COLEOPTERA			
<i>Agathidium (Agathidium) assingi</i> Angelini, 2002	COLEOPTERA			*
<i>Geostiba (Tylosipalia) bermejensis</i> Pace, 2002	COLEOPTERA			*
<i>Pella iberica</i> Maruyama, 2006	COLEOPTERA			*
<i>Phloeocharis bermejae</i> Assing, 2003	COLEOPTERA			*
<i>Alphasida (Betasida) ferreri</i> Cobos 1988	COLEOPTERA	EN		*
<i>Asida marginicollis ampliocollis</i> Escalera 1921	COLEOPTERA			*
<i>Apteromantis aptera</i> * Fuente, 1894	DICTYOPTERA	VU	VU	
<i>Idiomacromerus urospermi</i> Askew, 2004	HYMENOPTERA			*
<i>Macromia splendens</i> Pictet, 1843	ODONATA	CR	CR	
<i>Oxygastra curtisii</i> Dale, 1834	ODONATA	VU	EN	
<i>Gomphus graslinii</i> Rambur, 1842	ODONATA	VU	EN	
<i>Gomphus simillimus simillimus</i> * Sélys, 1840	ODONATA	VU	VU	
<i>Orthetrum nitidinerve</i> Sélys, 1841	ODONATA	VU	VU	
<i>Zygonyx torridus</i> Kirby, 1889	ODONATA	VU	VU	
<i>Leuctra bidula</i> Aubert 1962	PLECOPTERA	CR	CR	*
<i>Silonella aurata ronda</i> Sipahiler, 1992	TRICHOPTERA			*
<i>Letourneuxia moreleti</i> Hesse, 1884	MOLLUSCA	VU	NT	

Fuente: elaboración propia a partir de Barea Azcón *et al.* (2008), Verdú y Galante (2009) y Román Requena (2013). UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Categorías de amenaza: CR, críticamente amenazado; EN, en peligro; VU, vulnerable; NT, casi amenazado).

Sierra Bermeja, habida cuenta de su relevancia como hábitat de especies invertebradas exclusivas y amenazadas, está recogida en el LRIA como «área importante para la conservación de especies amenazadas» de Odonatos (área 3), Coleópteros (área 10, pinsapares andaluces) y moluscos terrestres (área 8, Serranía de Ronda-Grazalema) (Barea Azcón *et al.*, 2008). Por tanto, se encuentra entre los 10 núcleos donde existe un mayor número de especies amenazadas (Ballesteros y Barea, 2006; Barea Azcón *et al.*, 2008).

Tabla 5
HÁBITATS SERPENTINÍCOLAS DE SIERRA BERMEJA INCLUIDOS EN EL ANEXO I DE LA DIRECTIVA 92/43CEE

TIPOS DE HÁBITATS (ANEXO I)			LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA Y % DE DISTRIBUCIÓN DE HÁBITATS		
GRUPO	SUBGRUPO	HÁBITAT	CODIGO UE (*Hábitats Prioritarios)	Los Reales de Sierra Bermeja	Sierras Bermeja Palmitera y Real
Brezales y matorrales de zona templada	Brezales y matorrales de zona templada	Brezales secos europeos	4030	1	3
		Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	4090	-	1
Matorrales esclerófilos	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos	Fruticedas, retamares y matorrales mediterráneos termófilos: fruticedas termófilas	5333	-	1
		Fruticedas, retamares y matorrales mediterráneos termófilos: matorrales y tomillares (<i>Anthyllidetalia terniflorae</i> , <i>Saturejo-Corydothymion</i>)	5334	51	47
Formaciones herbosas naturales y seminaturales	Formaciones herbosas secas seminaturales y facies de matorral	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea	6220*	7	15
	Prados húmedos seminaturales de hierbas altas	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	6420	1	1
Turberas altas, turberas bajas (Fens y Mires) y áreas pantanosas	Áreas pantanosas calcáreas	Manantiales petrificantes con formación de tuf (<i>Cratoneurion</i>)	7220*	-	1
Hábitats rocosos y cuevas	Desprendimientos rocosos	Desprendimientos mediterráneos occidentales y termófilos	8130	2	2
	Pendientes rocosas con vegetación casmofítica	Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica	8220	9	2
Bosques	Bosques mediterráneos caducifolios	Arbustadas, tarayales y espinales ribereños (Nerio-Tamaricetea, Securinegion tinctoriae)	92D0	-	1
		Bosques galería de <i>Salix</i> y <i>Populus alba</i>	92A0	-	1
	Bosques esclerófilos mediterráneos	Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	9340	-	1
		Abetales de <i>Abies pinsapo</i>	9520	7	1
	Bosques de coníferas de montañas mediterráneas y macaronésicas	Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos	9540	33	21
	Bosques mediterráneos endémicos de <i>Juniperus sp.</i>	9561*	-	1	

Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez Zotano y Paniza Cabrera (2003) y Gómez Zotano (2004a).

En relación con los vertebrados, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha realizado una cartografía, a escala 1:400.000 (Junta de Andalucía 2005) sobre la diversidad específica de vertebrados, arrojando los siguientes valores específicos: peces continentales (64), anfibios (34), reptiles (89), aves (309) y mamíferos (105). Se usó el índice de Shannon-Wiener (Krebs, 1985), dando como resultado un índice cuyo valor oscila, una vez normalizado, entre 0 (diversidad específica relativa nula) y 1 (diversidad específica relativa máxima). El valor que arroja el sector bermejense cataloga la diversidad específica de éste como «muy alta» (por encima de 0,9 del índice de Shannon-Wiener). De todos los vertebrados, el pez *Squalius malacitanus* debe ser destacado como especie endémica de Sierra Bermeja, junto con otras que se han extinguido en otros ríos, pero sobreviven refugiados en esta montaña de forma relictica (*Salaria fluviatilis*), concretamente en los ríos bermejenses Verde y Guadaiza.

En el balance de la biota, Sierra Bermeja alberga una gran cantidad de hábitats de la Red Natura 2000, con más de 60 especies amenazadas (UICN). De los 230 ecosistemas europeos incluidos en el Apéndice I de la Directiva de Hábitats 92/43CEE, 15 están representados, lo que constituye el 6,52% de los tipos de hábitats naturales, tres de los cuales son prioritarios (Tabla 5).

4.2. Análisis comparativo de valores naturales y figuras de protección

Al comparar los listados de especies amenazadas y endémicas presentes en Sierra Bermeja (tablas 2, 3 y 4) y los hábitats recogidos en la Directiva de Hábitats (tabla 5), se detecta un importante desajuste, pues muchas especies presentes en aquellos no están recogidas en la Directiva.

El caso es especialmente claro en lo referente a la flora. A pesar de que muchos de los hábitats de Sierra Bermeja son considerados exclusivos y prioritarios y están definidos por asociaciones vegetales, sólo un taxón florístico (*Galium viridiflorum*), presente en ellos, se recoge en la Directiva de Hábitats (Anexo II, como prioritario, y IV). No se incluye ningún endemismo estrictamente bermejense ni ninguna otra especie vegetal amenazada en mayor o menor grado.

Entre la fauna, los invertebrados cuentan con sólo 6 taxones incluidos en los Anexos II y IV de la Directiva de Hábitats, aunque sólo uno de ellos es un endemismo ibérico (*Apteromantis aptera*), mientras que están ausentes todos los endemismos locales (bermejenses) o regionales (béticos). Los vertebrados cuentan con 15 especies incluidas en la Directiva de Hábitats y 20 en la de aves, pero algunos endemismos quedan fuera de la Directiva de Hábitats, especialmente los que han sido recientemente descritos (*Squalius malacitanus*, *Macroprotodon brevis*, *Podarcis vaucheri*, *Blanus mariae*...).

Por otra parte, a partir del Mapa de Biodiversidad de Andalucía se pueden comparar diferentes áreas naturales mediterráneas en términos de número de plantas endémicas y fauna de vertebrados (tabla 6). De acuerdo con Bañares *et al.* (2003), Sierra Bermeja se encuentra incluida en un «área importante para la flora amenazada española» con valor «excepcional», frente a otras áreas valoradas como «importantes», «muy importantes» o «interesantes». En este estudio tuvieron en cuenta tanto la endemidad, el grado de amenaza, como la concentración de especies y poblaciones. Entre estos lugares «excepcionales» Sierra Bermeja

ocupa el puesto número 20 para España, pero el 4º de la Península Ibérica, después de Sierra Nevada (Parque Nacional), Sierra de Gádor y Sierras de Cazorla y Segura.

Tabla 6
COMPARACIÓN DE LOS VALORES RELATIVOS A ESPECIES DE PLANTAS ENDÉMICAS Y FAUNA VERTEBRADA DE LAS PRINCIPALES ÁREAS NATURALES DE ANDALUCÍA

Espacios naturales	Has	Nº endemismos de flora	Índice de Shannon-Weaver para fauna vertebrada	Categoría de protección
Sierra Nevada	172.238*	66	0,8	Parque Nacional
Sierra de Cazorla	209.920	34	0,9	Parque Natural
Sierra Bermeja	31.147	20	0,9	-
Sierra de Gádor	42.525	12	0,7	-
Los Alcornocales	167.767	9	0,8	Parque Natural
Sierra de Grazalema	53.411	7	0,9	Parque Natural
Cabo de Gata	49.512	7	0,6	Parque Natural
Sierra de las Nieves	16.564	5	0,9	Parque Natural

Fuente: Elaboración propia a partir de Pérez Latorre *et al.* (1998) y Junta de Andalucía (2005). *Incluido el Parque Nacional de Sierra Nevada (86.208 has) y el Parque Natural (86.030 has)

El elevado valor natural de Sierra Bermeja, sólo superado por la vegetación endémica de Sierra Nevada y Sierra de Cazorla, evidencia, no obstante, un conocimiento insuficiente de este macizo, ya que sus especies endémicas de invertebrados no se contemplan entre los estudios de conservación. Hay que añadir, además, que ninguno de los espacios comparados con Sierra Bermeja alcanza su exclusividad geológica.

El agravio comparativo es mayor respecto a las desiguales categorías de protección que afectan al conjunto de los principales ecosistemas serpentínicos españoles acorde a la compleja realidad territorial de las áreas serranas, andaluzas y gallegas, en las que se localizan (tabla 7). Los sitios ultramáficos se encuentran desigualmente conservados por una red incoherente de espacios protegidos pese a tener un reconocido valor para la conservación de especies biológicas y ecosistemas.

Tabla 7
COMPARACIÓN DE LAS FIGURAS DE PROTECCIÓN DE LAS PRINCIPALES ÁREAS ULTRAMÁFICAS DE ESPAÑA

Figura de protección	Andalucía				Galicia	
	Sierra Bermeja	Sierra Parda de Tolox	Sierra Alpujata	Sierra de Aguas	Sierra Capelada	Sierra de Careón
<i>Red Natura 2000 (LIC)</i>	x	x	-	x	x	x
<i>Reserva de la Biosfera</i>	x	x	-	-	-	x
<i>Paraje Natural</i>	x	-	-	-	-	-
<i>Parque Natural</i>	-	x	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

A excepción de Sierra Alpujata (y de otros afloramientos menores en el Valle del Guadalhorce), que no ostentan ninguna figura de protección, la inclusión en la Red Natura 2000 como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) parece generalizada entre las sierras ultramáficas, sin que ello suponga una protección efectiva contra el alto riesgo de incendios, la introducción de especies forestales alóctonas, la urbanización o la construcción de infraestructuras. Sierra Capelada está integrada en el «LIC Costa Ártabra» (COD: ES1110002), junto a un extenso y abrupto tramo costero del norte de la provincia de La Coruña, de más de 100 km de frente, correspondiente a la comarca de Ferrol y una parte de Ortegal. La serpentínica Sierra de Careón, entre las provincias de La Coruña, Lugo y Pontevedra, ha sido reconocida como «LIC Serra do Careón» (COD: ES1110014) y está incluida parcialmente en la Reserva de la Biosfera Terras do Miño (municipio de Friol). En la provincia de Málaga, la Sierra de Aguas se integra en el «LIC Sierras de Alcaparaín y Aguas» (COD ES6170009). La Sierra Parda de Tolox se incluye completamente en el «LIC Sierra de las Nieves» (COD ES6170006) y en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera homónimos, además de en la «Reserva de la Biosfera Intercontinental Mediterráneo Andalucía (España)-Marruecos», siendo el afloramiento ultramáfico mejor protegido de España. Finalmente Sierra Bermeja ha sido desigualmente reconocida y suma varias iniciativas de protección que, si bien refuerzan su conservación, le afectan parcialmente; a falta de una figura de protección más efectiva, existen dos LIC europeos NATURA 2000 denominados «LIC Los Reales de Sierra Bermeja» (COD ES6170004) y «LIC Sierras Bermeja y Real» (COD ES6170010) (2 ZEC Andaluzas), un Paraje Natural (Los Reales de Sierra Bermeja), parte de un Parque Natural (Sierra de las Nieves), una ZEPA, y está integrada en las dos Reservas de la Biosfera anteriormente citadas.

A la tardía implementación de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA) en Sierra Bermeja, cabe añadir la fragmentación y descoordinación de las políticas medioambientales que le afectan como trasfondo montañoso de la Costa del Sol, manifiestas en la desprotección de áreas de elevado valor ambiental, caso de los afloramientos serpentínicos de la zona basal, que está siendo actualmente urbanizada, o de los tres únicos bosques de *Abies pinsapo* sobre serpentinas del Mundo, situados en Los Reales, Cerro Abanto y Sierra Real, desigualmente protegidos (Gómez Zotano, 2004a).

Atendiendo a estas deficiencias, ha habido en los últimos años un incremento en la sensibilización sobre la necesidad de proteger los valores naturales de los afloramientos ultramáficos españoles en general y de Sierra Bermeja en particular, el más valioso y amenazado. Desde el año 2007 diferentes entidades públicas y colectivos sociales han propuesto la declaración de esta montaña como Parque Nacional, la máxima apuesta de futuro de una Red compuesta por espacios naturales en buen estado de conservación que incluyen grandes ecosistemas representativos del Estado (Pérez Latorre, 2009). Por otra parte, en 2014, la Junta de Andalucía ha defendido la reconversión del Parque Natural de la Sierra de las Nieves en Parque Nacional, argumentando, entre otros valores naturales, la presencia de peridotitas y de su flora y fauna asociadas. Sin duda, la conservación de los ecosistemas serpentínicos es de interés general para la nación, requiriendo, en el caso de Sierra Bermeja, una postura integradora que traspase los límites artificiales de los espacios naturales protegidos circundantes.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo quedan reflejadas las carencias de los listados que figuran en las distintas legislaciones. Se aprecia una falta de coherencia entre la relación de especies amenazadas a nivel nacional, incluso mundial, muchas de ellas no incluidas en espacios naturales protegidos, y la relación de especies incluidas en los convenios internacionales y, concretamente, en las directivas europeas (Hábitats y Aves) sobre conservación de especies y hábitats. Y al contrario, pues algunas especies incluidas en dichos documentos internacionales no están protegidas o no están clasificadas a escala nacional con un nivel elevado de amenaza.

Más allá de las carencias detectadas, los resultados derivados de la integración de los conocimientos científicos han proporcionado, por primera vez, una aproximación sistemática a la extraordinaria biodiversidad de Sierra Bermeja, demostrando su valor de conservación como hotspot de la Península Ibérica con 20 endemismos vegetales y 18 faunísticos. Los mayores ecosistemas serpentínicos de España albergan una biodiversidad única en Europa que confiere al macizo una personalidad indiscutible, principal baza de cara a su declaración como PN. La solicitud (Pérez Latorre, 2009) cubre el objetivo de la Ley 5/2007 (Título III) que indica que los PN deben representar grandes ecosistemas típicos del Estado Español sin reiteración y con buen grado de conservación. Por otra parte, el contacto geográfico con la Costa del Sol representa una amenaza inmediata dada la desaforada expansión urbana y, consecuentemente, la declaración del PN de Sierra Bermeja se ha convertido en urgente.

Dicho reconocimiento proporcionaría, además, un soporte único para la investigación de los ecosistemas serpentínicos y el diseño de planes de gestión operativos que garanticen la protección de éstos y de las numerosas especies de flora y fauna endémica y amenazada que albergan: los procesos que conforman la biota, la función ecológica de la biodiversidad del territorio (mecanismos coevolutivos, conectividad o aislamiento de especies) o la identificación de nuevas especies (fundamentalmente invertebrados), podrían ser algunos de los temas a tratar. En relación con la conservación de Sierra Bermeja resulta igualmente importante conocer el riesgo para la salud humana que supone la exposición a las fibras de amianto presentes puntualmente en la roca ultramáfica, especialmente en residentes con suelos o rocas serpentínicas en su propiedad. De igual modo, la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje supone una oportunidad para caracterizar los singulares paisajes serpentínicos —tal y como proponen Gómez Zotano y Riesco Chueca (2010)— poseedores de ricos valores relacionados con el patrimonio cultural derivados de la historia minera, la explotación forestal o la actividad ganadera.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J., CALVO, R., FERNÁNDEZ, E. y MACÍAS, F. (1998): «Geoquímica de la alteración y edafogénesis de rocas serpentinizadas de la Sierra Bermeja (Málaga)». *Edafología*, 5, 135-151.
- ALBA-SÁNCHEZ, F., LÓPEZ-SÁEZ, J.A., BENITO-DE PANDO, B., LINARES, J.C., NIETO-LUGILDE, D. y LÓPEZ-MERINO, L. (2010): «Past and present potential distribution of the Iberian *Abies* species: a phytogeographic approach using fossil pollen data and species distribution models». *Diversity and Distributions*, 16 (2), 214-228.

- ASENSI, A. y RIVAS MARTÍNEZ, S. (1976): «Contribución al conocimiento fitosociológico de los pinsapares de la Serranía de Ronda». *Anales del Instituto Botánico Cavanielles*, 33, 239-247.
- ASENSI, A., DÍEZ-GARRETAS, B. y DE LA FUENTE, V. (2004): «Vegetation of ultramafic rocks in the Iberian Peninsula» en *Ultramafic Rocks: Their Soils, Vegetation, and Fauna* (Boyd, R.S., Baker, A.J.M., Proctor J., eds.) St. Albans, Herts (UK), Science Reviews, 137-143.
- ASENSI, A., AGUIAR, C., SÁNCHEZ-MATA, D. y MONTEIRO-HENRIQUES, T. (Eds.) (2011): «Flora and Vegetation of Iberian Ultramafics» en *Excursion Guide. 7th International Conference on Serpentine Ecology*. Braganza: Instituto Politécnico de Bragança. Universidade de Coimbra.
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. y ORTIZ, S. (Eds.) (2003): *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España. Taxones prioritarios*. Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- BAÑARES BAUDET, A., BLANCA, G., GÜEMES HERAS, J., MORENO SAIZ, J.C. y ORTIZ, S. (2008): *Lista Roja 2008 de la Flora Vasculosa Española*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- BAÑARES, Á., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. y ORTIZ, S. (2010): *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España. Adenda 2010*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas.
- BAREA AZCÓN, J.M., BALLESTEROS DUPERÓN, E. y MORENO, D. (Coords.) (2008): *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- BARNESTEIN, J.A., GONZÁLEZ DE LA VEGA, J.P., JAÉN-VELÁZQUEZ, I. y ROMÁN REQUENA, F. (2011): «La herpetofauna de los afloramientos peridotíticos de Sierra Bermeja y su entorno (Málaga, Andalucía)». *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 22, 99-104.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., CUETO, M., SALAZAR, C. y MORALES TORRES, C. (2011): *Flora Vasculosa de Andalucía Oriental (2ª Edition)*. Granada, Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga.
- BOYD, R., KRUCKEBERG AR y RAJAKURUNA N (2009): «Biology of Ultramafic Rocks and Soils: Research Goals for the Future». *Northeastern Naturalist*, 16 (5), 422-440.
- BROOKS, R.R., SHAW, S. y ASENSI, A. (1981): «Some observations on the ecology metalloptake and nickel tolerance of *Alyssum serpyllifolium* subspecies from the Iberian Peninsula». *Vegetatio*, 45, 183-188.
- BROOKS, R.R., DUNN, C.E., EDMONSON, J., TARGUISTI, K., ASENSI, A. y REEVES, R.D. (1995): «Phytosociological and biogeochemical observations on the serpentinite vegetation of the Betic Riffian ultramafic arc of Spain and Morocco». *Ofioliti*, 20 (2), 67-79.
- CABEZUDO, B., NIETO CALDERA, J.M. y PÉREZ LATORRE, A. (1989): «Contribución al conocimiento de la vegetación edafófila-serpentinícola del sector Rondeño (Málaga, España)». *Acta Botánica Malacitana*, 14, 291-294.
- CABEZUDO, B., PÉREZ LATORRE, A., NAVAS FERNÁNDEZ, P., GIL JIMÉNEZ, Y. y NAVAS FERNÁNDEZ, D. (1998): *Paraje Natural de los Reales de Sierra Bermeja. Cartografía y Evaluación de la flora y vegetación*. Universidad de Málaga.

- CABEZUDO, B., TALAVERA, S., BLANCA, G., SALAZAR, C., CUETO, M., VALDÉS, B., HERNÁNDEZ-BERMEJO, J.E., HERRERA, C.M., RODRÍGUEZ HIRALDO, C. y NAVAS, D. (2005): *Lista Roja de la flora vascular de Andalucía*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- CASAS GRANDE, J., POZO MANRIQUE, M. y MESA LEÓN, B. (Eds.) (2006): *Identificación de las áreas compatibles con la figura de «Parque Nacional» en España*. Madrid, Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- CASIMIRO-SORIGUER SOLANAS, F. y PÉREZ LATORRE, A.V. (2008): «Aproximación al conocimiento de la flora alóctona de la provincia de Málaga (España): Catálogo de Metáfitos». *Acta Botanica Malacitana*, 33, 373-382.
- DE LA FUENTE, V., RODRÍGUEZ, N., DIEZ-GARRETAS, B., RUFO, L., ASENSI, A. y AMILS, R. (2007): «Nickel distribution in the hyperaccumulator *Alyssum serpyllifolium* Desf. spp. from the Iberian Peninsula». *Plant Biosystems*, 141 (2), 170-180.
- DICKEY, J.S. Jr (1970): «Partial fusion products in Alpine-Type peridotites: Serranía de Ronda and other examples». *Mineralogical Society of America*, 3, 33-49.
- DÍEZ GARRETAS, B., ASENSI, A., RUFO, L., RODRÍGUEZ, N., SÁNCHEZ MATA, D., AMILS, R. y DE LA FUENTE, V. (2009): «*Saxifraga gemmulosa* Boiss. (Saxifragaceae), an Endemic Nickel Bioindicator from Ultramafic Areas of the Southern Iberian Peninsula». *Northeastern Naturalist*, 16 (sp5), 56-64.
- DOADRIO, I. (Ed.) (2002): *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- FRANCO RUIZ, A. y RODRÍGUEZ DE LOS SANTOS, M. (Coords.) (2001): *Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía*. Sevilla, Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- GARCÍA CANSECO, V. y ASENSIO NISTAL, B. (Coords.) (2004): *La Red de Parques Nacionales de España*. Madrid, Canseco Ed.
- GARILLETI, R. y ALBERTOS, B. (Coord.) (2012): *Atlas de los briófitos amenazados de España*. Universitat de Valencia. Disponible en <http://www.uv.es/abraesp>.
- GAVIRA ROMERO, O. y PÉREZ LATORRE, V. (2003): «Aproximación al catálogo florístico del Valle del río Genal (Serranía de Ronda, Málaga, España)». *Anales de Biología*, 25, 113-162.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (2004a): *El papel de los espacios montañosos como traspais del litoral mediterráneo andaluz: el caso de Sierra Bermeja (provincia de Málaga)*. Granada, Universidad de Granada.
- GÓMEZ ZOTANO, J. (2004b): «Controversia árboles latifolios-versus coníferas en Sierra Bermeja, una montaña ultramáfica del sur de España» en *Ultramafic Rocks: Their Soils, Vegetation, and Fauna* (Boyd, R.S., Baker, A.J.M., Proctor J., Eds.) St. Albans, Herts (UK), Science Reviews, 151-156.
- GÓMEZ ZOTANO, J. y PANIZA CABRERA, A. (2003). «Análisis del sistema de protección ambiental de la Costa del Sol. Una frontera en litigio entre el espacio litoral y su trasfondo montañoso». *CyberGEO. European Journal of Geography*, 250, 1-14.
- GÓMEZ ZOTANO, J. y GARCÍA MARTÍNEZ, P. (2009): «La transformación de los espacios forestales en espacios protegidos: los montes y el futuro Parque Nacional de Sierra

- Bermeja» en *Repoblación forestal en Andalucía: intervenciones históricas y situación actual*. Jaén, Colección Territorio y Sociedad, Universidad de Jaén, 247-290
- GÓMEZ ZOTANO, J. y RIESCO CHUECA, P. (2010): *Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales*. Sevilla, Centro de Estudios Paisaje y Territorio. Junta de Andalucía.
- GUERRA, J. (1982): «Estudio briofítico de los macizos serpentínicos de Sierra Bermeja y Sierra de Aguas». *Acta Botanica Malacitana*, 7, 151-172.
- HARRISON, S.P. y INOUE, B.D. (2002): «High - diversity in the flora of Californian serpentine 'islands'». *Biodiversity and Conservation*, 11(10), 1869-1876.
- HARRISON, S.P. y RAJAKARUNA, N. (Eds.) (2011): *Serpentine: Evolution and Ecology in a model System*. Berkeley, CA (USA), University of California Press.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2005): *Atlas de Andalucía. Vol. 2. Cartografía ecológica y territorial. Escala 1:400.000*. Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes. Consejería de Medio Ambiente.
- LADLE, R.J. y WHITTAKER, R.J. (Eds.) (2011): *Conservation Biogeography*. Wiley-Blackwell.
- LIÉTOR, J., CARRERA, J.A., GARCÍA RUIZ, R. y OCHOA, V. (2002): «Variabilidad biogeoquímica en masas de pinsapar: Efecto de la litología y el estado sucesional». *Ecología*, 16, 45-57.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (1975): «Contribución al estudio florístico y fitosociológico de Sierra de Aguas». *Acta Botánica Malacitana*, 1, 81-205.
- MARTÍ, R. y DEL MORAL, J.C. (Eds.) (2003): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid, Dirección General de la Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología.
- MORENO, J.C. (2011): *Lista Roja de la Flora Vasculare Española 2008. Actualización con los datos del Adenda 2010 al Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada*. Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas.
- MOTA, J.F., MEDINA-CAZORLA, J.M., NAVARRO, F.B., PEREZ-GARCIA, F.J., PEREZ-LATORRE, A. y SANCHEZ-GÓMEZ, P. (2008): «Dolomite flora of the Baetic Ranges glades (South Spain)». *Flora*, 203, 359-375.
- NIETO CALDERA, J.M., PÉREZ LATORRE, A. y CABEZUDO, B. (1991): «Biogeografía y series de vegetación de la provincia de Málaga (España)». *Acta Botanica Malacitana*, 16, 417-436.
- PALOMO, L.J. y GISBERT, J. (Eds.) (2002): *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM –SECEMU.
- PÉREZ LATORRE, A.V., NAVAS, P., NAVAS, D., GIL, Y. y CABEZUDO, B. (1998): «Datos sobre la Flora y Vegetación de la Serranía de Ronda (Málaga, España)». *Acta Botanica Malacitana*, 23, 149-191.
- PÉREZ LATORRE, A.V. y CABEZUDO, B. (2002): «La flora y el paisaje vegetal de la provincia de Málaga: importancia y conservación». *Jábega*, 90, 25-39.
- PÉREZ LATORRE, A.V. (coord.) (2009): *Informe y solicitud de declaración para los únicos macizos peridotíticos de España como: Parque Nacional de Sierra Bermeja (Málaga, Andalucía)*.
- PÉREZ-LATORRE, A.V., HIDALGO-TRIANA, N. y CABEZUDO, B. (2013): «Composition, ecology and conservation of the south-Iberian serpentine flora in the context of the Mediterranean basin». *Anales Jard. Bot. Madrid*, 70(1), 62-71.

- PROCTOR, J. y NAGY, L. (1992): «Ultramafic rocks and their vegetation: an overview. In: The vegetation of ultramafic (serpentine soils)» en *Proceedings of the First International Conference on Serpentine Ecology* (Baker, A.J.M., Proctor, J. y Reeves, R.D., eds.). Andover, UK, Intercept Ltd., 469-494.
- RIVAS GODAY, S. (1969): «Flora serpentinícola española, nota primera (Edafismos endémicos del Reino de Granada)». *Anales Real Academia de Farmacia*, 35, 297-304.
- RIVAS GODAY, S. y ESTEVE, F. (1972): «Flora serpentinícola española, nota segunda. Nuevos edafismos endémicos y sus respectivas asociaciones del Reino de Granada». *Anales Real Academia de Farmacia*, 38, 409-462.
- RIVAS GODAY, S. (1974): «Edafismos ibéricos de rocas ultrabásicas y dolomíticas: interpretación biogeoquímica y sus posibles correlaciones cariológicas». *Las Ciencias*, 39: 66-73.
- RIVAS GODAY, S. y LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (1979): «Nuevos edafismos hispanos de sustratos ultrabásicos y dolomíticos». *Anales Real Academia de Farmacia*, 45, 95-112.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987): *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000*. Madrid, ICONA.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., IZCO, J. y COSTA, M. (1973): «*Asplenium cuneifolium* Viv. en Sierra Bermeja (Málaga). Comentarios sobre la vegetación y flora serpentinícola y dolomiticola». *Trabajos del Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal*, 6, 23-30.
- ROMÁN REQUENA, F. (2013): Importancia de Sierra Bermeja para la conservación de los invertebrados amenazados. Notas.
- RUFO, L., DE LA FUENTE, V., SÁNCHEZ-MATA, D. y RODRÍGUEZ-ROJO, M.P. (2004): «Studies on Iberian peninsula ultramafic flora: A selected nickel accumulation screening». *Lazaroa*, 25, 161-167.
- RUFO, L., RODRÍGUEZ, N. y FUENTE, V. (2005): «Análisis comparado de metales en suelos y plantas de la Sierra Bermeja» en *Proceedings II Simposio Nacional de Control de la Degradación de Suelos* (Jiménez Ballesta, R. y Álvarez González, A.M., Eds.). Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, 197-201.
- SALVO, A.E., NIETO, J.M., GUERRA, J., CONDE, J. y CABEZUDO, B. (1983): «Especies vegetales amenazadas y endémicas de la provincia de Málaga». *Jábega*, 44, 66-76.
- THORNE, J.H., HUBER, P.R. y HARRISON, S. (2011): «Exploring tradeoffs among conservation goals in serpentine-rich landscapes» en *Serpentine: A model for evolution and ecology* (Harrison, S.P. y Rajakaruna, N., Eds.). University of California Press.
- VEGA HIDALGO, J.A. (1999): «Historia del fuego de *P. Pinaster* en la cara Norte de Sierra Bermeja (Málaga)» en *Incendios históricos. Una aproximación multidisciplinar* (Araque Jiménez, E., coord.). Baeza, Universidad Internacional de Andalucía, 279-312.
- VERDÚ, J.R. y GALANTE, E. (Eds.) (2009): *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (especies en Peligro Crítico y en Peligro)*. Madrid, Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente.
- VERDÚ, J.R., NUMA, C. y GALANTE, E. (2011): *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Madrid, Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- YUSTA, A., BERAHONA, E., HUERTAS, F., REYES, E., YANEZ, J. y LINARES, J. (1985): «Geochemistry of soils from peridotite in Los Reales, Málaga». *Acta Mineralogica Petrographica*, 29, 439-498.