



1520

**VEGETACIÓN GIPSÍCOLA
MEDITERRÁNEA (*GYPSOPHILETALIA*) (*)**

AUTOR
Adrián Escudero Alcántara

Esta ficha forma parte de la publicación **Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España**, promovida por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Dirección técnica del proyecto

Rafael Hidalgo.

Realización y producción



Coordinación general

Elena Bermejo Bermejo y Francisco Melado Morillo.

Coordinación técnica

Juan Carlos Simón Zarzoso.

Colaboradores

Presentación general: Roberto Matellanes Ferreras y Ramón Martínez Torres. Edición: Cristina Hidalgo Romero, Juan Párbole Montes, Sara Mora Vicente, Rut Sánchez de Dios, Juan García Montero, Patricia Vera Bravo, Antonio José Gil Martínez y Patricia Navarro Huercio. Asesores: Íñigo Vázquez-Dodero Estevan y Ricardo García Moral.

Diseño y maquetación

Diseño y confección de la maqueta: Marta Munguía.

Maquetación: Do-It, Soluciones Creativas.

Agradecimientos

A todos los participantes en la elaboración de las fichas por su esfuerzo, y especialmente a Antonio Camacho, Javier Gracia, Antonio Martínez Cortizas, Augusto Pérez Alberti y Fernando Valladares, por su especial dedicación y apoyo a la dirección y a la coordinación general y técnica del proyecto.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino).

Autor: Adrián Escudero Alcántara¹.

¹Univ. Rey Juan Carlos.

Colaboraciones específicas relacionadas con los grupos de especies:

Invertebrados: Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante). José Ramón Verdú Faraco, M^a Ángeles Marcos García, Estefanía Micó Balaguer, Catherine Numa Valdez y Eduardo Galante Patiño.

Anfibios y reptiles: Asociación Herpetológica Española (AHE). Jaime Bosch Pérez, Miguel Ángel Carretero Fernández, Ana Cristina Andreu Rubio y Enrique Ayllón López.

Aves: Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Juan Carlos del Moral (coordinador-revisor), David Palomino, Blas Molina y Ana Bermejo (colaboradores-autores).

Mamíferos: Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM). Francisco José García, Luis Javier Palomo (coordinadores-revisores), Roque Belenguer, Ernesto Díaz, Javier Morales y Carmen Yuste (colaboradores-autores).

Plantas: Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP). Jaime Güemes Heras, Álvaro Bueno Sánchez (directores), Reyes Álvarez Vergel (coordinadora general), Francisco Amich García (coordinador regional), Francisco Amich García, Juan Antonio Garrido, Juan Francisco Mota Poveda y Adrián Escudero (colaboradores-autores).

Colaboración específica relacionada con suelos:

Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (SECS). Octavio Artieda Cabello.

A efectos bibliográficos la obra completa debe citarse como sigue:

VV.AA., 2009. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

A efectos bibliográficos esta ficha debe citarse como sigue:

ESCUDERO, A., 2009. 1520 Vegetación gipsícola mediterránea (*Gypsophiletalia*) (*). En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 78 p.

Primera edición, 2009.

Edita: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica.
Centro de Publicaciones.

NIPO: 770-09-093-X

ISBN: 978-84-491-0911-9

Depósito legal: M-22417-2009

1. PRESENTACIÓN GENERAL	7
1.1. Código y nombre	7
1.2. Definición	7
1.3. Relaciones con otras clasificaciones de hábitat	7
1.4. Descripción	8
1.5. Problemas de interpretación	8
1.6. Esquema sintaxonómico	9
1.7. Distribución geográfica	10
2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA	15
2.1. Regiones naturales	15
2.2. Factores biofísicos de control	16
2.3. Subtipos	19
2.4. Especies de los anexos II, IV y V	19
2.5. Exigencias ecológicas	21
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	33
3.1. Determinación y seguimiento de la superficie ocupada	33
3.2. Identificación y evaluación de las especies típicas	35
3.3. Evaluación de la estructura y funciones	41
3.3.1. Factores, variables y/o índices	41
3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y funciones	42
3.3.3. Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y funciones	43
3.4. Evaluación de las perspectivas de futuro	45
3.5. Evaluación del conjunto del estado de conservación	46
4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN	47
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	49
5.1. Bienes y servicios	49
5.2. Líneas prioritarias de investigación	49
6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA	51
7. FOTOGRAFÍAS	57
Anexo 1: Información edafológica complementaria	61



1. PRESENTACIÓN GENERAL

1.1. CÓDIGO Y NOMBRE

1520 Vegetación gipsícola mediterránea
(*Gypsophiletalia*) (*)

1.2 DEFINICIÓN

Formaciones arbustivas de baja cobertura sobre yesos y en las que son siempre abundantes los gipsófitos, es decir, plantas que exclusivamente crecen sobre suelos dominados por yesos. Esta condición de gipsofilia sólo se presenta cuando los afloramientos aparecen en condiciones áridas o semiáridas. El tipo de hábitat, tal como se entenderá en este sentido, excedería el ámbito de las comunidades adscritas al orden *Gypsophiletalia*, que aparece en el nombre actual.

Se trata de un tipo de hábitat genuinamente ibérico, pese a que los afloramientos de yesos están presentes en buena parte de la Unión Europea. Sin embargo, la combinación de un sustrato muy específico y condiciones de baja pluviosidad sólo se reúnen en la mitad oriental de la Península Ibérica. En el norte de África aparecen comunidades de gipsófitos similares, desde el punto de vista estructural y de funcionamiento ecosistémico, pero que no pueden adscribirse a *Gypsophiletalia* porque algunos de los elementos más característicos desde el punto de vista sintaxonómico no aparecen allí. Algo semejante se puede decir de algunas formaciones del Próximo Oriente y de Turquía.

1.3. RELACIONES CON OTRAS CLASIFICACIONES DE HÁBITAT

Es necesario señalar que, aunque la relación es evidente, ésta no significa una equivalencia absoluta, dado que en estos dos casos el contenido reunido

Código y nombre del tipo de hábitat en el anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE

1520 Vegetación gipsícola mediterránea
(*Gypsophiletalia*) (*).

Definición del tipo de hábitat según el Manual de interpretación de los hábitats de la Unión Europea (EUR25, octubre 2003)

Matorrales abiertos desarrollados sobre suelos ricos en yesos de la Península Ibérica y caracterizados por la presencia de numerosas plantas especialistas (gipsófitos). Las especies características corresponden a las propias de *Lepidion subulati*, *Gypsophilion hispanicae* and *Thymo-Teucrium verticillati*

Relaciones con otras clasificaciones de hábitat

EUNIS Habitat Classification 200410
F 6.7 Mediterranean gypsum scrubs
Palaeartic Habitat Classification 1996.
15.9 Mediterranean gypsum scrubs

bajo su denominación es mucho más amplio. Dentro de lo que se denomina *gypsum scrubs* entrarían comunidades de matorrales abiertas y sobre yesos pero que, desde un punto de vista florístico difícilmente podrían ser adscritas a *Gypsophiletalia*. A modo de ejemplo, cabe señalar los matorrales de caméfitos de plantas gipsícolas (o *gypsovags*, en la terminología propuesta por Meyer, 1986) en los cuales puede entrar algún gipsófito pero que como ya se ha indicado, difícilmente podrían ser considerados como representantes genuinos de *Gypsophiletalia*. Algunos romerales o tomillares dominados por plantas calcícolas del valle del Duero, o de las zonas más elevadas del valle del Ebro, entrarían en esta categoría.

(*) El tipo de hábitat de interés comunitario es prioritario según la Directiva 92/43/CEE.

1.4. DESCRIPCIÓN

Adaptación de la descripción publicada en *Los tipos de hábitat de interés comunitario de España. Guía básica* (Ministerio de Medio Ambiente, 2005):

Tipo de hábitat presente en las regiones peninsulares con suelos ricos en yesos, fundamentalmente localizadas en la mitad oriental de la Península, sobre todo en el Valle del Ebro, incluyendo algunas comarcas del interior de Cataluña, Valle del Tajo con extensiones en la Mancha, en los territorios cálidos de levante, en el sureste peninsular y Andalucía oriental, con algunas islas en el valle del Guadalquivir al pie de las sierras subbéticas.

Son formaciones ligadas a suelos con algún contenido en sulfatos, desde yesos más o menos puros que forman depósitos masivos con niveles de este mineral en el suelo, que puede superar el 75% del contenido del suelo, hasta margas yesíferas y otros sustratos mixtos donde la cantidad de yesos es mucho menor. Suelen interpretarse como matorrales de sustitución de formaciones forestales o de garrigas termomediterráneas y semiáridas en los territorios sublitorales, sobre todo en el sureste. En cualquier caso, la interpretación dinámica dista mucho de estar resuelta, no siendo pocos los autores que consideran que, al menos una buena parte de estas comunidades, podrían ser comunidades permanentes de carácter edafófilo.

La vegetación ibérica típica de yesos (gipsícola) se compone de matorrales y tomillares dominados por una gran cantidad de especies leñosas, de porte medio o bajo, casi siempre endémicas de determinadas regiones peninsulares o de la Península en su conjunto. Entre las especies más extendidas están *Gypsophila struthium*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum*, *Lepidium subulatum*, *Jurinea pinnata*, *Launaea pumila*, *L. resedifolia* o *Herniaria fruticosa*. Entre los endemismos fundamentalmente manchegos cabe mencionar *Teucrium pumilum* y *Centaurea hysopifolia*. En el valle del Ebro, *Gypsophila struthium* se diferencia en una subespecie propia (subsp. *hispanica*). Pero es en el sureste ibérico semiárido donde estas formaciones alcanzan mayor

diversidad y riqueza endémica, con especies como *Thymus membranaceus*, *T. moroderi*, *Teucrium libanitis*, *T. balthazari*, *Santolina viscosa*, *Helichrysum decumbens* o *Teucrium turredanum*, *T. lepicephalum* y *Helianthemum alypoides*, incluidas estas últimas en el anexo II de la Directiva de Hábitats.

Entre las especies faunísticas, destacan algunos elementos de las comunidades de aves esteparias, a veces adyacentes, además de otros vertebrados de espacios abiertos, como la liebre ibérica (*Lepus granatensis*) o el conejo (*Oryctolagus cuniculus*).

1.5. PROBLEMAS DE INTERPRETACIÓN

Las dificultades ya fueron detectadas con anterioridad y se plasmaron en la introducción de comunidades que no pertenecían estrictamente a *Gypsophiletalia* como subtipos cartografiados en el seno de este tipo de hábitat. El problema es que la incorporación del término *Gypsophiletalia* en la denominación de este tipo de hábitat resulta muy restrictiva. Como detallaremos más adelante, las comunidades de yesos pueden variar desde las dominadas por caméfitos especialistas agrupados en manchas que dejan una matriz desnuda con una costra biológica bien desarrollada y unas comunidades de anuales con abundantes especialistas, a matorrales con más cobertura con plantas gipsícolas (indiferentes edáficas) y sólo algún especialista, así como con costras menos desarrolladas. En el primer caso, nos encontramos con comunidades que no tienen problema a la hora de realizar esta adscripción sintaxonómica; en el segundo, puede ser que sencillamente sea imposible. Esta variación puede estar relacionada con variaciones ambientales ligadas a las condiciones macroclimáticas y edáficas –cantidad de yeso en el suelo- y/o a variaciones endógenas relacionadas con la dinámica de estos sistemas.

Desde luego, nuestra opinión es que esas comunidades deben ser también incluidas. Eso exigiría la eliminación del término *Gypsophiletalia*. Tal como nosotros lo entendemos, el hábitat aparecería siempre que apareciese algún gipsófito estricto.

1.6. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

Código del tipo de hábitat de interés comunitario	Hábitat del Atlas y Manual de los Hábitat de España	
	Código	Nombre Científico
1520*	152011	<i>Helianthemo thibaudii-Gypsophiletum hispanicae</i> Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 corr. Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991
1520*	152012	<i>Ononidetum tridentatae</i> Br.-Bl. & O. Bolòs 1958
1520*	152013	<i>Salvio lavandulifoliae-Gypsophiletum hispanicae</i> Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957
1520*	152021	<i>Gypsophilo struthii-Centaureetum hyssopifoliae</i> Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957
1520*	152022	<i>Gypsophilo struthii-Ononidetum edentulae</i> Costa, Peris & Figuerola in Costa & Peris 1985
1520*	152023	<i>Herniario fruticosae-Teucrietum floccosi</i> Rivas-Martínez & Costa 1970
1520*	152024	<i>Jurineo pinnatae-Centaureetum hyssopifoliae</i> Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957
1520*	152025	<i>Thymo gypsicolae-Ononidetum tridentatae</i> Rivas-Martínez & G. López in G. López 1976
1520*	152031-152032	<i>Helianthemo alypoidis-Gypsophiletum struthii</i> (Rivas Goday & Esteve 1968) Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989
1520*	152033	<i>Jurineo pinnatae-Gypsophiletum struthii</i> (Rivas Goday & Esteve 1968) Peinado, Alcaraz & Martínez-Parras 1992
1520*	152034	<i>Lepidio subulati-Teucrietum balthazaris</i> Alcaraz, P. Sánchez, De la Torre, Ríos & J. Alvarez 1991
1520*	152035	<i>Santolino viscosae-Gypsophiletum struthii</i> Rivas Goday & Esteve 1968
1520*	152036	<i>Teucro balthazaris-Santolinetum viscosae</i> Peinado, Alcaraz & Martínez-Parras 1992
1520*	152041	<i>Helianthemo thibaudii-Teucrietum verticillati</i> Rivas Goday & Rigual in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 corr. Díez-Garretas, Fernández-González & Asensi 1996
1520*	152042	<i>Helianthemo thibaudii-Teucrietum lepicephali</i> Rivas Goday & Rigual 1958 corr. Alcaraz, T.E. Díaz, Rivas-Martínez & P. Sánchez 1989
1520*	152043	<i>Teucro verticillati-Thymetum pallentis</i> Bellot, Esteve & Rivas Goday in Rivas Goday & Esteve 1968
1520*	152044	<i>Thymo moroderi-Teucrietum verticillati</i> Rivas Goday & Rigual in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez ex Alcaraz, P. Sánchez, De la Torre, Ríos & J. Alvarez 1991
1520*	152051	<i>Lino differentis-Lepidietum subulati</i> Rivas Goday in Rivas Goday, Borja, Monasterio, Galiano, Rigual & Rivas-Martínez 1957 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousá & Penas 2002
4090	309080	<i>Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae</i> (Rivas Goday & Rivas-Martínez 1969) Izco & A. Molina 1989
1520*	152052	<i>Sideritido linearifoliae-Gypsophiletum hispanicae</i> A. Molina, Loidi & Fernández-González 1993

Tabla 1.1

Clasificación del tipo de hábitat 1520*.

En color se han señalado los tipos de hábitat del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* que, aunque no están relacionados directamente con el tipo de hábitat de interés comunitario 1520*, presentan alguna asociación que sí lo está. Datos del *Atlas y Manual de los Hábitat de España* (inédito).

1.7. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA



Figura 1.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 1520* por regiones biogeográficas en la Unión Europea.

Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente

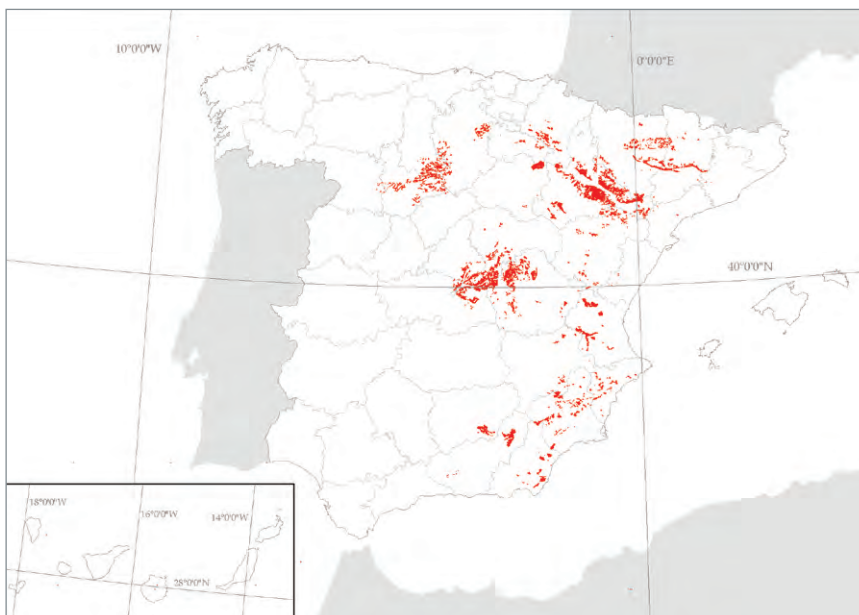


Figura 1.2

Mapa de distribución estimada del tipo de hábitat 1520*.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

Región biogeográfica	Superficie ocupada por el hábitat (ha)	Superficie incluida en LIC	
		(ha)	(%)
Alpina	174,25	50,56	29,02
Atlántica			
Macaronésica			
Mediterránea	147.120,56	64.631,11	43,93
TOTAL	147.294,81	64.681,67	43,91

Tabla 1.2

Superficie ocupada por el tipo de hábitat 1520* por región biogeográfica, dentro de la red Natura 2000 y para todo el territorio nacional.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005.

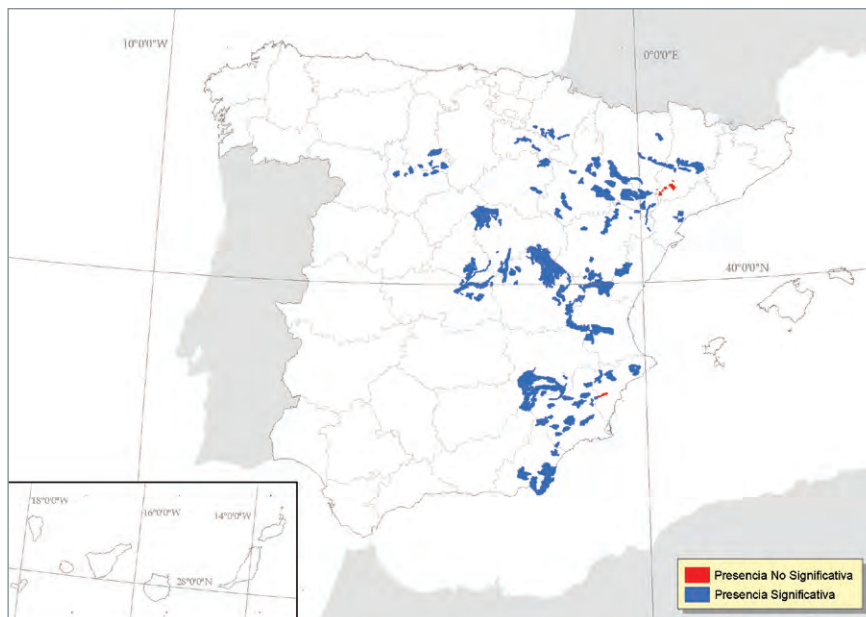


Figura 1.3

Lugares de Interés Comunitario en que está presente el tipo de hábitat de 1520* .

Datos de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Región biogeográfica	Evaluación de LIC (número de LIC)				Superficie incluida en LIC (ha)
	A	B	C	In	
Alpina					
Atlántica					
Macaronésica					
Mediterránea	33	42	17	2	79.552,01
TOTAL	33	42	17	2	79.552,01

A: excelente; B: bueno; C: significativo; In: no clasificado.

Datos provenientes de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Tabla 1.3

Número de LIC en los que está presente el tipo de hábitat 1520*, y evaluación de los mismos respecto al tipo de hábitat. La evaluación global tiene en cuenta los criterios de representatividad, superficie relativa y grado de conservación.

Datos provenientes de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

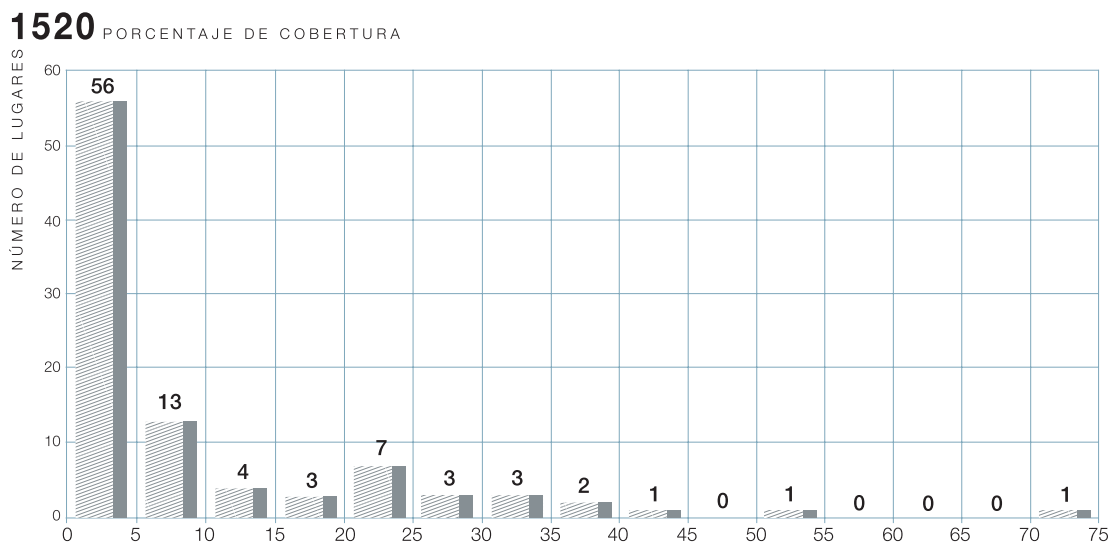


Figura 1.4

Frecuencia de cobertura del tipo de hábitat 1520* en LIC.

La variable denominada *porcentaje de cobertura* expresa la superficie que ocupa un tipo de hábitat con respecto a la superficie total de un determinado LIC.

		ALP	ATL	MED	MAC
Andalucía	Sup.			2,76%	100%
	LIC			7,60%	
Aragón	Sup.	99,43%		40,93%	
	LIC			34,78%	
Castilla- La Mancha	Sup.			20,18%	
	LIC			14,13%	
Castilla y León	Sup.			7,47%	
	LIC			4,34%	
Cataluña	Sup.	0,56%		5,44%	
	LIC			5,43%	
Comunidad de Madrid	Sup.			5,88%	
	LIC			1,08%	
Comunidad Valenciana	Sup.			8,76%	
	LIC			10,86%	
La Rioja	Sup.			1,10%	
	LIC			3,26%	
Navarra	Sup.			4,67%	
	LIC			2,17%	
Región de Murcia	Sup.			2,76%	
	LIC			16,30%	

Tabla 1.4

Distribución del tipo de hábitat 1520* en España por comunidades autónomas en cada región biogeográfica. Datos de las listas de referencia de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Sup.: porcentaje de la superficie ocupada por el tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto a la superficie total de su área de distribución a nivel nacional, por región biogeográfica.

LIC: porcentaje del número de LIC con presencia significativa del tipo de hábitat de interés comunitario en cada comunidad autónoma respecto al total de LIC propuestos por la comunidad en la región biogeográfica. Se considera presencia significativa cuando el grado de representatividad del tipo de hábitat natural en relación con el LIC es significativo, bueno o excelente, según los criterios de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000.

Datos del *Atlas de los Hábitat de España*, marzo de 2005, y de los formularios normalizados de datos de la red Natura 2000, enero de 2006.

Como podemos observar, aparecen algunas discrepancias entre la información extraída del *Segundo Inventario Nacional de Hábitats* y la incluida en los formularios normalizados de la red Natura 2000. Evidentemente, la información incluida en las dos bases no es exactamente igual, pero da la sensación de que la información del inventario fue “reajustada” en los inventarios. Así, desaparece este hábitat de la zona alpina. La cartografía (SINH) en estas zonas sólo puede responder a un error de interpretación. En la región alpina española hay afloramientos de yesos, en algunos casos masivos, pero no aparecen gipsófitos estrictos. Por lo demás, sólo se echan de menos algunas zonas de yesos en el límite sur del País Vasco. Esta ausencia probablemente tiene que ver con la interpretación restrictiva que de este hábitat se ha venido haciendo. Algunas zonas próximas al Ebro, en el extremo sur de la comunidad, desde nuestro punto de vista deberían ser incluidas aquí.

Por lo demás, la cartografía (SINH) parece ajustada y, más allá de lo comentado, sólo se detectan algunas pequeñas ausencias pero de escasa relevancia. Obviamente, una interpretación más amplia, tal como sugerimos, aumentaría la superficie ocupada por este hábitat.

La representación del tipo hábitat en la red Natura 2000 (ver figura 1.3) es en general buena; sin embargo, hay algunas ausencias notables: los yesos de Belorado en Burgos en el valle del Ebro, los yesos de la hoya de Guadix en Granada o los de las sierras subbéticas que se extienden por Jaén en el piedemonte de estas sierras. Igualmente los afloramientos de la Alcarria madrileña necesitarían ser incluidos en su totalidad. Por otro lado, y pese a ser un tipo

de hábitat prioritario, sólo algo más de un tercio ha sido incluido en la propuesta de LIC que han elevado las comunidades autónomas.

Las autonomías más importantes para la conservación de este tipo de hábitat son la de Castilla-La Mancha, la de Aragón y la de la Región de Murcia, aunque el hábitat aparece en la práctica totalidad de las comunidades con representación en la región mediterránea, menos Extremadura. Los LIC más importantes para este hábitat (cobertura de este hábitat mayor de 15%) son los de “Los yesares del valle del Tajo” (ES4250009) en Castilla La Mancha, cuyo nombre claramente indica la importancia de este hábitat en su propuesta, y el de “Salero y Cabcitas de Villena” (ES5212007) en la Comunidad Valenciana. En Almería, el Karst en yesos de Sorbas tiene también una de las mejores representaciones de este tipo de hábitat. La ausencia de este LIC entre los que tienen una representación de este hábitat mayor del 15% sólo puede ser considerada un error de cartografía, pues sin duda la superficie del hábitat en este LIC supera dicho límite. Es por ello que, aunque hemos indicado que la cartografía es en general buena, probablemente en comparación con otros hábitats de parecida naturaleza hay algunas discrepancias importantes. Probablemente un análisis en profundidad podría completar este cuadro.

En las tablas anteriores se observa cómo la superficie incluida en la región alpina no ha sido trasladada a los formularios correspondientes. Con toda probabilidad se trata de zonas de yesos pero sin este tipo de vegetación. Ya hemos comentado con anterioridad esta dificultad.

2. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

2.1. REGIONES NATURALES

Tipo de hábitat	Superficie (ha)	Superficie(%)	Región natural	Superficie(ha)	(%)
1520*	MEDITERRÁNEA 241,57	99,84	MED5	2.785	1,96
			MED7	6.082	4,28
			MED8	50.525	35,57
			MED9-	37	0,03
			MED10	3.646	2,57
			MED11	501	0,35
			MED12	386	0,27
			MED13	12.406	8,73
			MED16	25	0,02
			MED18	9	0,01
			MED26	348	0,24
			MED27	35.346	24,88
			MED31	37	0,03
			MED32	12.532	8,82
			MED35	133	0,09
			MED41	64	0,05
			MED43	1.000	0,70
			MED48	10.820	7,62
			MED53	73	0,05
			MED54	5.054	3,56
ALPINA	230		ALP1	230	0,16

Tabla 2.1

Distribución de la superficie del tipo de hábitat 1520* por regiones naturales.

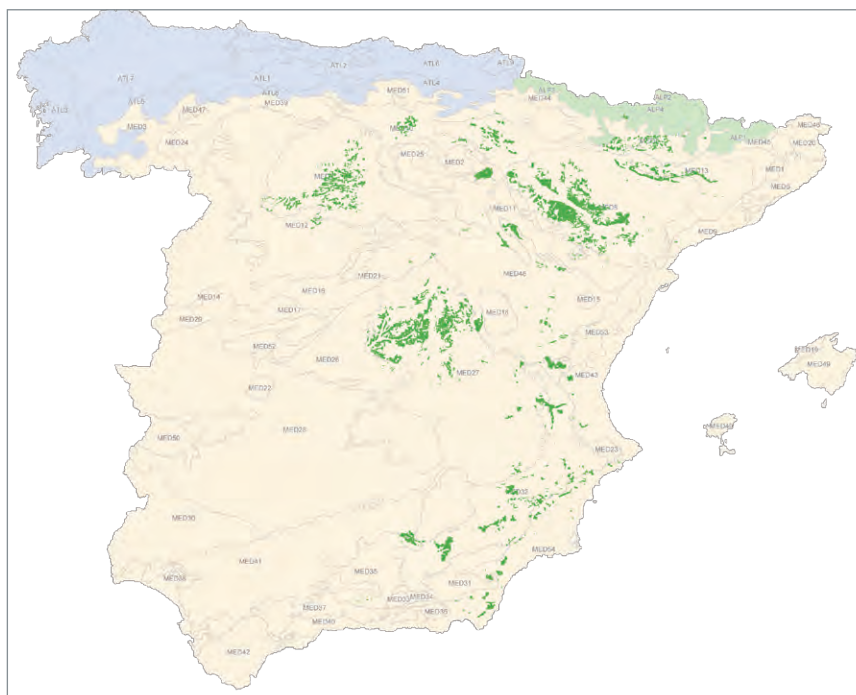


Figura 2.1

Mapa de distribución del tipo de hábitat 1520* por regiones naturales.

2.2. FACTORES BIOFÍSICOS DE CONTROL

La presencia de este tipo de vegetación viene condicionada por dos factores que deben operar de forma simultánea: la presencia de suelos con yesos y escasas precipitaciones. Eso quiere decir que la presencia de yesos no garantiza la presencia de este tipo de vegetación si no se dan las condiciones de pluviosidad necesarias. Sin embargo, más allá de esta evidencia empírica, se sigue sin disponer de una teoría definitiva que explique la existencia de este tipo de edafismos. Durante mucho tiempo, la hipótesis que ha prevalecido es la denominada hipótesis química. Según ésta, sería algún tipo de restricción ligada a la especial naturaleza química de estos sustratos la que determinaría la presencia de estas plantas, las cuales, lógicamente, serían las únicas capaces de sobrevivir en estas condiciones. Esta *hipótesis química* ha explorado al menos las siguientes posibilidades: escasez de macronutrientes (N, P y K), exceso de macronutrientes (S, Ca y Mg), antagonismos ióni-

cos y toxicidad por micronutrientes (ver Merlo *et al.*, 1998; Merlo *et al.*, 2001). Sin embargo, los resultados nunca han llegado a ser concluyentes.

De forma paralela, se fue desarrollando la denominada *hipótesis física*, la cual viene a decir que las dificultades para los vegetales tienen que ver con la presencia de una costra física de carácter superficial en el suelo, que puede llegar a ser extremadamente dura (Meyer, 1986). Los gipsófitos serían aquellas plantas capaces de atravesar esa costra durante su germinación y desarrollo de la radícula. Esto, además, explicaría porqué no aparecen estas comunidades cuando las condiciones climáticas son más húmedas. En dichas circunstancias no se forma dicha costra superficial y las comunidades arbustivas son las típicas de los sustratos calcáreos que frecuentemente rodean estos afloramientos de yesos.

Evidencias experimentales parecen apuntar claramente en esa dirección (Romao & Escudero, 2005). Sin embargo, la conclusión no parece definitiva,

sencillamente porque en experimentos en invernadero se ha observado cómo algunos gipsófitos estrictos crecen, se reproducen y sobreviven mejor en suelos de yesos que en suelos de otra naturaleza, incluyendo sustratos comerciales enriquecidos (Romao & Escudero, 2005). Estos resultados sugieren algún tipo de acople fisiológico, lo cual recuperaría la hipótesis química. En un reciente trabajo (Palacio *et al.*, 2007) se sugiere que la inconsistencia en los resultados de los trabajos realizados para contrastar la hipótesis química probablemente tienen que ver con el hecho de que, en realidad, lo que se llama gipsófitos agrupa dos entidades completamente diferentes. Por un lado, se tendría lo que se podría denominar edafismos de refugio, que son fundamentalmente plantas tolerantes al estrés y que, generalmente, son endemismos de área muy reducida (*Helianthemum oelandicum* subsp. *conquense*, *Arenaria cavanillesiana*, *Teucrium pumilum*, etc.) y, por otro lado, los auténticos especialistas. Éstas serían plantas con un metabolismo ajustado a este tipo de sustratos y que, generalmente, se distribuyen ampliamente en estas zonas (*Helianthemum squamatum*, *Lepidium subulatum*, etc.). La mezcla de ambos tipos bajo un único tipo es lo que ha producido resultados inconsistentes.

Probablemente la explicación de la presencia de gipsófitos no sea única y el balance correrá entre la restricción química y la física, dependiendo de la naturaleza e historia evolutiva de cada planta. Así se pueden encontrar plantas capaces de vivir en sustratos en principio muy diferentes como yesos y dolomías, pero donde el ratio entre Mg/Ca siempre es difícil de manejar para los vegetales. Por ejemplo, *Jurinea pinnata*, que habita en los yesos toledanos y de Calatayud y salta hasta las dolomías béticas de la Serranía de Ronda (Mota *et al.*, 1993; Mota *et al.*, 2008), u *Ononis tridentata*, que además de en yesos

aparece en algunas comunidades dolomíticas de la serranía de Cuenca junto a plantas especialistas como *Genista rigidissima*. La presencia de endemismos de refugio de área restringida explicaría porqué aparecen taxones muy próximos filogenéticamente en yesos y en otros tipos de hábitat de alto estrés, como los pastos crioturbados de montaña o los de dolomías (Mota, 2007).

Además, hay que señalar la presencia en estas comunidades de plantas que no son especialistas pero que pueden vivir allí, son lo que se ha denominado plantas gipsícolas. En general son plantas de los matorrales calcícolas con los que generalmente contactan estas comunidades. Evidentemente, cuando las condiciones se hacen más benignas, desde el punto de vista hídrico, la presencia de estas plantas se va haciendo dominante. Llega un momento en el cual, pese a estar sobre yesos masivos, no aparecen gipsófitos. Ése debería ser el límite de este tipo de hábitat, no, como ya se ha indicado, el marcado por la presencia estricta de plantas de *Gypsophiletalia*.

De forma muy sintética y a la luz de los datos señalados arriba, parece que la combinación de factores físicos de control es:

- Presencia de yesos (diferentes complejos moleculares más o menos hidratados basados en el sulfato de calcio) como sustrato geológico básico. Los suelos formados tienen poco desarrollo y mantienen un porcentaje de yesos que puede alcanzar casi el 100% en algunos afloramientos masivos. En el extremo contrario, a veces aparecen algunos gipsófitos con porcentajes por debajo de 10%. En la figura que se presenta a continuación se incluyen las formaciones con yesos presentes en la Península.

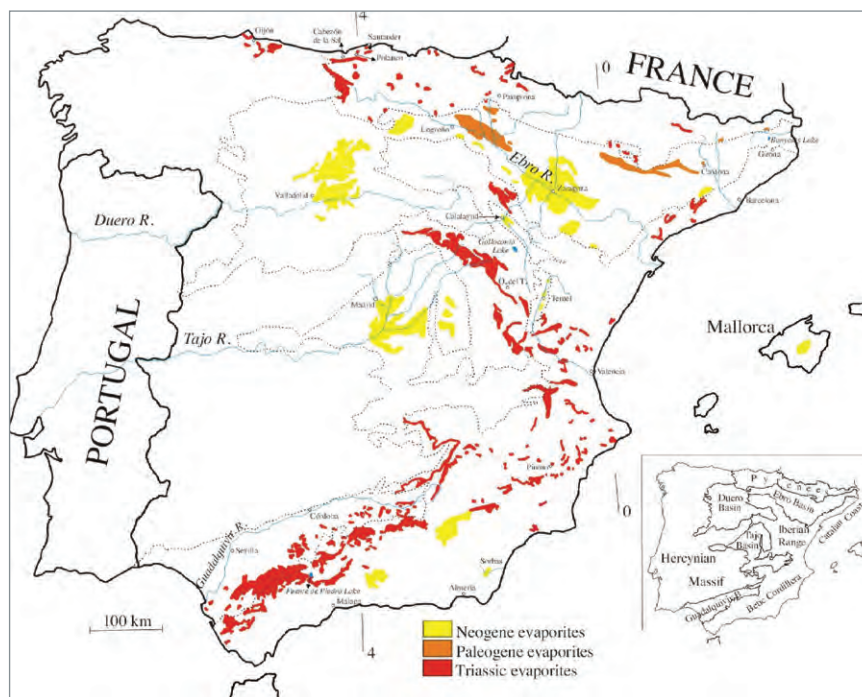


Figura 2.2

Mapa de la distribución y edad de las evaporitas en España (Gutiérrez *et al.*, 2008).

Precipitaciones anuales relativamente escasas. En general no aparecen este tipo de comunidades cuando las precipitaciones superan los 500-550 litros anuales o cuando la evapotranspiración potencial es relativamente baja. Por ello, estos tipos de comunidades son relativamente raras en los horizontes bioclimáticos más elevados. Bajo estas condiciones se forman costras físicas en superficie que habitualmente son colonizadas por costras biológicas en las que dominan los líquenes y que condicionan de forma muy intensa el establecimiento de gipsófitos. La dureza de estas costras suele superar los 1.000 micropascales.

Un factor tampoco desdeñable es el geomorfológico, especialmente relevante a escalas espaciales pequeñas. Por ejemplo, en las cuencas terciarias paleógenas y neógenas de los valles del Tajo y del Ebro las formaciones predominantes son de yesos secundarios masivos alabastrinos. El relieve característico de estas áreas es alomado, con suaves colinas redondeadas orladas por una amplia red de valles de fondo plano con relleno holoceno de materiales yesíferos. La catena de suelos típica asociada a este paisaje consiste en Leptosoles en

las cimas de las colinas y laderas abruptas que pasan a Regosoles gypsicos cuando se suavizan las pendientes y finalmente Gypsosoles, algunos con horizontes petrogypsicos en los valles de fondo plano. Cuando las formaciones yesíferas presentan yesos interstratificados y diseminados, su porcentaje en el total del afloramiento es inferior. En el relieve estas formaciones aparecen integradas en las laderas de las plataformas estructurales y en las hombreras de los relieves en graderío, dando lugar a islas o colinas inconexas. Los suelos predominantes son Regosoles gypsicos. Sobre los suelos que se desarrollan sobre las diferentes formaciones yesíferas, el establecimiento de la vegetación gypsícola está condicionado por la exposición de la ladera y la pendiente (Guerrero *et al.*, Pueyo *et al.*, 2007).

Se han descrito comunidades con un fondo florístico muy parecido, que han sido asociadas a variaciones geomorfológicas, variaciones ligadas a la “degradación” que limitaría una posible edafogénesis, o pequeñas diferencias en la naturaleza de los yesos. Aunque estos modelos de estructura de la vegetación pueden

funcionar a escala local, en general, no son exportables a todas las situaciones y, en general, no permiten explicar la coexistencia de las diferentes especies en los ensambles locales.

2.3. SUBTIPOS

El establecimiento de subtipos en este tipo de hábitat resulta sencillo. Los exhaustivos y detallados trabajos de los fitosociólogos españoles han establecido un esquema sintaxonómico con una enorme coherencia geográfica. Esta coherencia se pierde cuando se desciende al nivel de asociación (ver Ferrandis *et al.*, 2005). Nuestra recomendación en este sentido es utilizar o generar clasificaciones nuevas basadas en criterios numéricos, como las propuestas por estos últimos autores para los yesares manchegos o la llevada a cabo por Garrido *et al.* (2004). Además, y tal como se señala en el primero de estos trabajos, la clasificación a nivel inferior no parece responder tampoco a ningún tipo de restricción ambiental.

De una forma sencilla, basada en criterios florísticos y geográficos, se tendrían al menos cuatro subtipos:

I. Los yesos del valle del Tajo

Los cuales se extenderían por todos los afloramientos de esta naturaleza de La Mancha a los que adscribiríamos los yesos de la hoya de Guadix-Baza.

II. Los yesos del sureste semiárido

Los cuales se extienden desde Almería al sur de Murcia. Dan refugio a un elenco realmente importante de especialistas. Sin duda, tal como señalan Garrido *et al.* (2004), son un grupo muy diferente al resto y merecen estar ubicados en una alianza diferente al resto, los cuales, según estos últimos autores, deberían incluirse dentro de una única alianza.

III. Los yesares levantinos del norte de Murcia y sur de Alicante

Los cuales entran en la provincia de Albacete. También son muy ricos en endemismos.

IV. Los yesos del valle del Ebro

Incluyendo los de las cuencas interiores de Cataluña y los del resto del levante español.

Garrido *et al.* (2004) presentan también una tabla en la que se muestran los datos de riqueza y otros atributos a nivel de comunidad para 20 unidades sintaxonómicas operativas extraídas de tablas fitosociológicas ya publicadas y que cubren todas las zonas con vegetación de yesos de la Península. Los valores de riqueza de gipsófitos varían de 2 a 11, alcanzándose los valores más elevados en los OSU de la Mancha y del sureste peninsular, los cuales por otro lado también son los que tienen valores más bajos de plantas gipsícolas (el máximo ocurre en el valle del Ebro) y de otros índices de diversidad calculados.

2.4. ESPECIES DE LOS ANEXOS II, IV Y V

Aparecen recogidos tres gipsófitos estrictos (anexo II): uno endémico del sur de la provincia de Alicante y los otros dos de Almería. Las tres especies aparecen recogidas en Gómez-Campo *et al.* (1984) pero no así en el reciente *Atlas de Flora Amenazada* dado que no han sido incluidas entre las especies con categorías de vulnerabilidad más crítica.

A continuación, en la tabla 2.2 se citan taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y las especies citadas en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (AHE; SEO/BirdLife y SEBCP), se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 1520 Vegetación gipsícola mediterránea (Gypsophiletalia) (*).

Tabla 2.2

Taxones incluidos en los anexos II, IV y V de la Directiva de Hábitats (92/43/CEE) y en el anexo I de la Directiva de Aves (79/409/CEE) que se encuentran común o localmente presentes en el tipo de hábitat 1520*.

* **Afinidad:** Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* Hábitat	Afinidad* Subtipo	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES				
<i>Pelobates cultripes</i>	IV	Preferencial	-	
<i>Bufo calamita</i>	IV	Preferencial	-	
<i>Testudo graeca</i>	II, IV	No preferencial	-	
<i>Coluber hippocrepis</i>	IV	Especialista	-	Nombre correcto: <i>Hemorrhois hippocrepis</i>

Aportación realizada por la Asociación Herpetológica Española (AHE).

AVES				
<i>Burhinus oedicephalus</i> ¹	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	
<i>Charadrius morinellus</i> ²	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	No se aplica	
<i>Pterocles orientalis</i> ³	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	No se aplica	
<i>Pterocles alchata</i> ⁴	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	No se aplica	
<i>Chersophilus duponti</i> ⁵	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	No se aplica	
<i>Galerida theklae</i> ⁶	Anexo I Directiva de Aves	No preferencial	Indeterminado	
<i>Bucanetes githagineus</i> ⁷	Anexo I Directiva de Aves	Indeterminado	Áridos y Canarios	Restringida a las zona de Murcia-Almería

Aportación realizada por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Sigue ►

Referencias bibliográficas:

- 1- Díaz *et al.*, 1996; Solís & De Lope 1996; Manrique 1997; Sampietro *et al.*, 1998; De Juana *et al.*, 2003, 2004.
- 2- Díaz *et al.*, 1996; Copete 2004.
- 3- Díaz *et al.*, 1996; 2003a; Suárez & Herranz 2004a; Suárez *et al.*, 2006.
- 4- Sampietro *et al.*, 1998; Suárez *et al.*, 1999; Herranz & Suárez 2003b; Suárez & Herranz 2004b; Suárez *et al.*, 2006.
- 5- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Garza *et al.*, 2003; 2004.
- 6- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Díaz 2003; Carrascal & Lobo 2003.
- 7- Tellería *et al.*, 1999; Manrique *et al.*, 2003, 2004

► Continuación Tabla 2.2

Taxón	Anexos Directiva	Afinidad* Hábitat	Afinidad* Subtipo	Comentarios
PLANTAS				
<i>Teucrium lepacephalum</i> Pau ²	II, IV	-	Subtipo 3: Especialista	Gipsófito endémico del noreste de la provincia de Almería (Karst de Sorbas). El número de poblaciones es pequeño, así como el número de individuos de algunas de ellas. Pese a estar protegido el karst, buena parte del mismo fue y está siendo destruido para la obtención de yesos
<i>Helianthemum alypoides</i> Rivas Goday & Losa ³	II, IV	Preferencia	Subtipo 3: Especialista	Gipsófito de distribución parecida a <i>T. turredanum</i> , es decir, el noroeste de la provincia de Almería. Como en aquel caso, tiene pocas poblaciones y con números reducidos, aunque no tanto como en el caso del teucrio. Los problemas que pueden condicionar su futuro tienen que ver con la explotación de canteras de yesos (Blanca <i>et al.</i> , 2000)

La afinidad al subtipo de cada especie y las referencias bibliográficas han sido aportadas por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas:

- 1- Domínguez Lozano *et al.*, 1994.
- 2- Domínguez Lozano *et al.*, 1994, Lázaro & Castillo, 1987.
- 3- Domínguez Lozano *et al.*, 1994, Lázaro & Castillo, 1987, Pérez García *et al.*, 2003.

2.5. EXIGENCIAS ECOLÓGICAS

En el apartado 2.2 se han indicado cuáles son los factores biofísicos de control más importantes.

Aunque no existen trabajos en este sentido, parece que las comunidades de yesos alcanzan su horizonte superior cuando la precipitación anual alcanza los 550-600 litros anuales, como ocurre en algunas zonas alcarreñas y, especialmente, en algunas de la serranía de Cuenca. También pueden alcanzar el horizonte supramediterráneo en el valle del Duero o en la comarca burgalesa de Belorado y Montes de Oca. Lógicamente la sequía estival es importante. No parece que cambios en la estacionalidad puedan ser importantes para el mantenimiento del tipo de hábitat. Un aumento de la sequía como consecuencia del calentamiento global, tal como predicen la mayor parte de los modelos actuales, podría hacer susceptible de ocupación por este tipo de hábitat de algunas zonas de yesos en el Sistema Ibérico, en Pirineos o incluso en la Cordillera Cantábrica.

El otro elemento imprescindible es la presencia de yesos en el suelo. La cantidad varía de forma radical, desde los afloramientos con protosuelos con más de un 70% de yesos, como ocurre en los afloramientos masivos del Tajo o de Sorbas, hasta zonas con pequeñas intercalaciones de yesos en sustratos margosos o arcillosos, donde el yeso puede quedar

por debajo del 10%, como ocurre en algunas de las zonas dominadas por *Ononis tridentata* en el ibérico meridional turolense.

La catena de suelos típica asociada a las formaciones de yesos masivos consiste en Leptosoles en las cimas de las colinas y laderas abruptas, que pasan a Regosoles gypsicos cuando se suavizan las pendientes y finalmente a Gypsosoles, algunos con horizontes petrogypsicos en los valles de fondo plano (Machín & Navas, 1998). Los Leptosoles son suelos raquíuticos muy poco evolucionados, de bajo nivel de fertilidad, alta rocosidad, someros y sin horizontes definidos. Los Regosoles gypsicos tienen un mayor contenido en la fracción fina, más profundidad y presentan también un escaso desarrollo. Los Gypsosoles son suelos más profundos, de mayor contenido en fracción fina, presentando mayor nivel de fertilidad y nivel de desarrollo.

En cualquier caso, queremos abordar en este capítulo dos temas que creemos muy importantes para entender la presencia y el funcionamiento de este tipo de hábitat: por un lado, los procesos de dinámica de estos sistemas y, por otro lado, la estructura espacial de estas comunidades.

■ Dinámica

Desde antiguo existe un debate sobre el carácter dinámico de este tipo de formaciones. La mayor

parte de los autores consideran en la actualidad que estos matorrales de baja cobertura pueden comportarse como comunidades permanentes en las crestas más expuestas, allí donde la costra yesosa y las comunidades liquénicas, ricas en especialistas que se desarrollan sobre la misma, tienen un mayor desarrollo. En el resto de los suelos yesosos parece evidente que existe la posibilidad de que lleguen a instalarse comunidades arbustivas, incluyendo coscojares, en los que los gipsófitos estrictos serían desplazados y en los que podrían llegar a desarrollarse algunas fagáceas forestales. En este sentido se pueden encontrar algunos fragmentos de encinar, de sabinar o de quejigar en alguna cuesta yesosa del Cerrato, en el valle del Duero, o en determinadas zonas de los valles del Tajuña o del Guadiela en la cuenca del Tajo o en Retuerta de Pina en Zaragoza, donde aparece una buena representación de sabinar de *Juniperus thurifera*. Es más, a veces se pueden encontrar pinares naturales de pino carrasco (*Pinus halepensis*) en las inmediaciones de San Pedro Palmiches en Cuenca o incluso, puntualmente, pinares de pino negral (*Pinus nigra*) como ocurre en el karst de yesos de La Frontera en la Serranía de Cuenca. Un buen ejemplo de cómo se debieron estructurar estos sistemas de yesos antes de la intervención masiva del hombre, se encuentra en la denominada Encomienda Mayor de Castilla, en el sur de Madrid, donde aparece un mosaico de zonas desnudas con este tipo de comunidades, generalmente en las zonas más expuestas, junto a manchas de encinar con coscojas y viejos ejemplares de pino carrasco.

La dinámica de estos sistemas parece estar regulada por un típico proceso de dinámica de parches en la cual los gipsófitos serían los primeros en instalarse sobre la dura costra yesosa, para, a continuación, terminar cediendo ante el empuje de otros elementos generalistas que sólo podrían instalarse bajo la sombra de los gipsófitos (Mota *et al.*, 2003b). Estos cambios quedarían mediados por procesos de facilitación y posterior exclusión competitiva. En ausencia de perturbaciones naturales o antrópicas, terminaría instalándose un bosque, el cual probablemente formaría un complejo entramado espacial con todo tipo de comunidades sobre yesos.

Por otro lado, Guerrero *et al.* (1999b) observan que la distribución de la vegetación en estas áreas está controlada, a corto plazo, por los procesos de ero-

sión y sedimentación y, a una mayor escala temporal, por los procesos de disolución y transporte en solución de nutrientes y sales. Las sales lavadas son depositadas mediante procesos de evapotranspiración y ascenso capilar en la superficie de los suelos, facilitando el desarrollo de costras y de horizontes endurecidos. El desarrollo de la costra superficial y la aparición de condiciones muy restrictivas en el tipo de hábitat favorecería el asentamiento y extensión de la vegetación gypsícola. Es necesario recordar en este sentido, que las tasas de erosión hídrica en suelos yesíferos muestran cómo se trata de zonas estables con bajas tasas de erosión por la escorrentía superficial, menos de 2,5 t/ha/año (Desir, 2001). Sin embargo, la principal vía de movilización de material se produce en solución (Navas, 1990a), lo que se traduce en una pérdida de nutrientes y en un profundo lavado de estos suelos (Guerrero *et al.*, 1999b; Desir, 2002). En la mayoría de las áreas de la Península Ibérica con sustrato yesífero, especialmente en los que éstos son de edad Terciaria, la elevada solubilidad del yeso hace que se desarrollen grandes complejos kársticos que afectan tanto al sustrato como a la cobertera y, por tanto, a la vegetación sobre ella asentada. Durán *et al.* (1998) indican unas tasas de disolución de 260 m³/km²/año en el área de Sorbas. También en la Cuenca del Tajo y, especialmente, en la Cuenca del Ebro existen numerosas referencias y estudios sobre los procesos kársticos en ellos desarrollados (Desir, 2001, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2005, 2008).

Al hablar de dinámica es necesario recordar la visión excesivamente estática con la que se está construyendo la red Natura 2000, dado que la mayor parte de los tipos de hábitat están sometidos a procesos de dinámica. La no intervención en estos sistemas podría implicar, a medio plazo, su transformación en tipos de hábitat arbustivos e incluso bosques en buena parte del territorio.

Otro aspecto relevante en la dinámica de estos sistemas es la existencia de un potente banco de semillas en buena parte de las plantas perennes de la comunidad. Estos bancos tienen una fuerte estructura espacial y temporal a varias escalas y, en su conformación, la presencia y composición de las manchas de vegetación es muy importante, tanto como fuentes de semillas como, sobre todo, por su capacidad de filtrar selectivamente estas semillas (Caballero *et al.*, 2007) (ver figura 2.3).

	Family	Bio type	Gypso.	Freq. (%)	Gyp.-Cent. band	Art.-Frank. band	Lim.-Lyg. band
<i>Asterolinon limm-stellatum</i> *	Linaceae	A		55	2129	2579	675
<i>Campanula erinus</i> *	Campanulaceae	A		43	2288	2345	1823
<i>Vulpia unilateralis</i> *	Poaceae	A		43	1747	2853	1688
<i>Campanula fastigiata</i>	Campanulaceae	A	Yes	37	1141	781	833
<i>Chaenorhinum reyesii</i>	Scrophulariaceae	A	Yes	34	623	703	360
<i>Galium</i> sp.	Rubiaceae	A		29	557	1837	1125
<i>Centaureum gypsicola</i>	Primulaceae	A	Yes	29	639	665	675
<i>Helianthemum squamatum</i> *	Cistaceae	P	Yes	20	322	118	0
<i>Filago pyramidata</i> L.	Asteraceae	A		19	306	274	22
<i>Sedum gypsicola</i> *	Crassulaceae	P	Yes	18	551	39	0
<i>Lepidium subulatum</i>	Brassicaceae	P	Yes	16	311	156	0
<i>Reseda stricta</i> *	Resedaceae	A	Yes	15	109	274	653
<i>Teucrium</i> sp.	Lamiaceae	A		12	284	313	90
<i>Frankenia thymifolia</i> Desf.	Lamiaceae	P	Yes	12	60	3244	22
<i>Plantago afra</i> L.	Plantaginaceae	A		11	125	118	45
<i>Herniaria cinerea</i> DC.	Caryophyllaceae	A		10	164	430	225
<i>Stellaria media</i> *	Caryophyllaceae	A		10	28	352	337
<i>Desmazeria rigida</i> *	Poaceae	A		8	49	352	405
<i>Euphorbia sulcata</i> De Lens ex Loisel.	Euphorbiaceae	A		7	44	78	112
<i>Trisetum loeflingianum</i> (L.) C. Presl	Poaceae	A		7	66	118	90
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	Poaceae	A		7	148	234	68
<i>Lithospermum apulum</i> (L.) Vahl	Boraginaceae	A		6	38	0	135
<i>Polygonum maritimum</i> *	Poaceae	A		6	5	0	3915
<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Miller	Cistaceae	A		6	38	78	45
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	A		5	66	39	675
<i>Centaurea melitensis</i> L.	Asteraceae	A		4	16	196	68
<i>Sagina apetala</i> Ard.	Caryophyllaceae	A		4	33	78	1260
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Asteraceae	A		4	11	39	112
<i>Parapholis incurva</i>	Poaceae	A		4	0	78	293
<i>Thesium divaricatum</i>	Santalaceae	A			55	39	0
Jan ex Mert. and Koch				4			
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	A		3	11	118	22
<i>Plantago coronopus</i> L.	Plantaginaceae	A		3	22	39	22
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Rubiaceae	A		3	16	0	383
<i>Erophila verna</i> (L.) Chevall.	Brassicaceae	A		3	22	78	22
<i>Linaria glauca</i> (L.) Chaz	Scrophulariaceae	A	Yes	3	28	0	22
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Hudson	Primulaceae	A		2	5	0	180
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	A		2	16	39	0
<i>Hymenolobus procumbens</i>	Brassicaceae						
(L.) Nutt. ex Torrey and A. Gray		A		2	16	0	68
<i>Medicago minima</i> (L.) Bartal.	Fabaceae	A		2	16	0	0
<i>Arenaria leptoclados</i> (Reichenb.) Guss.	Caryophyllaceae	A		1	0	0	68
<i>Centaurea hyssopifolia</i> Vahl	Asteraceae	P	Yes	1	11	39	0
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	A		1	11	0	0
<i>Liliaceae</i>				1	11	0	0
<i>Teucrium capitatum</i> L.	Lamiaceae	P		1	11	0	0
<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.	Valerianaceae	A		1	11	0	0
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Primulaceae	A		1	0	0	68
<i>Arabis auriculata</i> Lam.	Brassicaceae	A		1	5	0	0
<i>Arabis parvula</i> Dufour	Brassicaceae	A		1	0	0	22
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	Asteraceae	P		1	5	0	0
<i>Asteraceae</i>				1	5	0	0
<i>Caryophyllaceae</i>				1	0	78	0
<i>Euphorbia fulcata</i> L.	Euphorbiaceae	A		1	5	0	0

Figura 2.3

Densidad en el banco de semillas en diferentes tipos de vegetación en una ladera de yesos típica del centro de España. (Caballero *et al.*, 2003).

Igualmente es importante indicar que la mayor parte de las semillas de estas plantas suelen presentar mucílago que ayudan al anclaje de las semillas al suelo y, probablemente, generan un ambiente más favorable para la germinación (Escudero *et al.*, 1997). De forma más precisa, se dice que estas plantas tienen atelecoria, es decir, no tienen mecanismos eficaces de dispersión. Las semillas quedan en la vecindad de las madres. La verdad que esto parece un contrasentido. Sin embargo, es un fenómeno relativamente frecuente en zonas áridas y semiáridas, y parece ser un sistema que garantizaría la seguridad de un sitio favorable para la emergencia (donde vive tu madre) en un entorno desfavorable. Se ha sugerido que, en esos ambientes insulares (islas edáficas), podría ser una estrategia muy favorable. Parece importante indicar que, más allá de la importancia de este tipo de dispersión en estos sistemas, ésta tiene una enorme importancia en la recuperación de zonas de yesos degradados, sobre todo porque puede haber una enorme dificultad en el acceso a islas edáficas algo aisladas de propágulos por vía natural.

Hay que señalar, en este sentido, que la depredación, pre y post dispersiva, por parte de las hormigas es muy importante. En algunos casos la dispersión por diszoocoria puede ser relevante. Recientemente se han tenido noticias de la existencia de mirmecoria en algunos gipsófitos en la provincia de Albacete (Ferrandis *com per.*).

■ Estructura

Este tipo de comunidades presenta siempre estructuras parcheadas, es decir, una matriz de suelo desnudo con manchas de vegetación. La matriz desnuda está formada, cuando el tipo de hábitat está bien conservado, por una costra biológica dominada por líquenes, en los cuales se pueden encontrar especialistas de yesos (Martínez *et al.*, 2006; Casares *et al.*, 1995; Gutiérrez & Casares 1994; Guerra *et al.*, 1995). Aunque no se ha evaluado con detalle en estos sistemas, la importancia de estas costras biológicas en el funcionamiento del ecosistema es reconocida por todos los especialistas: controla los flujos de nutrientes, los de agua, da estabilidad al sistema, controla buena parte de la productividad primaria, fija nitrógeno, etc. En esta matriz aparecen también comunidades

de anuales muy ricas y con numerosos especialistas de este tipo de sustratos, como *Campanula fastigiata*, *Reseda stricta*, *Chaenorrhinum reyesii* o *Ctenopsis gipsicola*. Estas comunidades de anuales tienen una enorme complejidad en composición y estructura a escalas muy pequeñas; así se encuentran ensambles diferentes en las zonas desnudas o en los restos orgánicos acumulados en el ámbito espacial de los parches. Estrictamente estas comunidades pertenecerían al tipo de hábitat prioritario 6220 Pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales, sin embargo son absolutamente indisociables de las costras de yesos y de las manchas con los caméfitos rastreros y las gramíneas perennes (Mota *et al.*, 1997). Desde nuestro punto de vista, el tipo de hábitat que se trata en la presente ficha (1520*) debería contemplar todo el sistema: las comunidades de perennes, las de anuales y la costra biológica. Al menos para este sistema, la aproximación de tipos de hábitat basados en comunidades fitosociológicas donde los diferentes tipos funcionales son separados, es sencillamente poco atinada. La interacción entre los diferentes componentes es fundamental, como se ha mostrado en Escudero *et al.* (2007), y por ello su separación es extraordinariamente artificial. Así se ha podido ver cómo los líquenes a nivel específico determinan el éxito en la emergencia y en el reclutamiento temprano de los gipsófitos evaluados mediante mecanismos físicos y/o químicos que facilitan o inhiben el funcionamiento de estas plantas.

En relación con la estructura, parece importante señalar que en muchas zonas de yesos (con excepción de los valles del Ebro y del Duero), estas comunidades alternan con espartales o atochares, es decir, comunidades presididas por *Stipa tenacissima*.

Las relaciones dinámicas entre matorrales y espartales distan mucho de estar resueltas. Se ha sugerido que los espartales podrían ser etapas más avanzadas en la dinámica de estos sistemas, pero, sin embargo, son numerosas las zonas en las que éstos no aparecen y donde pueden encontrarse en un espacio muy reducido buena parte de las comunidades que forman este complejo dinámico. La relación entre estos sistemas es un aspecto que necesita ser evaluado en profundidad.

■ Especies características y diagnósticas

En la tabla 2.3 se ofrece un listado con las especies que, según las aportaciones de las sociedades científicas de especies (CIBIO; AHE; SECEM; SEO/BirdLife; SEBCP), pueden considerarse como características y/o diagnósticas del tipo de hábitat de interés comunitario 1520*. En ella se encuentran

caracterizados los diferentes taxones en función de su presencia y abundancia en este tipo de hábitat (en el caso de los invertebrados, se ofrecen datos de afinidad en lugar de abundancia). Con el objeto de ofrecer la mayor precisión, siempre que ha sido posible, la información se ha referido a los subtipos definidos en el apartado 2.3.

Tabla 2.3

Taxones que, según la información disponible y las aportaciones de las sociedades científicas de especies (CIBIO; AHE; SEO/BirdLife; SECEM; SEBCP), pueden considerarse como característicos y/o diagnósticos del tipo de hábitat de interés comunitario 1520*.

* **Presencia:** Habitual: taxón característico, en el sentido de que suele encontrarse habitualmente en el tipo de hábitat; Diagnóstica: entendida como diferencial del tipo/subtipo de hábitat frente a otras; Exclusiva: taxón que sólo vive en ese tipo/subtipo de hábitat.

** **Afinidad** (sólo datos relativos a invertebrados): Obligatoria: taxón que se encuentra prácticamente en el 100% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Especialista: taxón que se encuentra en más del 75% de sus localizaciones en el hábitat considerado; Preferencial: taxón que se encuentra en más del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado; No preferencial: taxón que se encuentra en menos del 50% de sus localizaciones en el tipo de hábitat considerado.

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
INVERTEBRADOS						
<i>Apotomus rufus</i> (Rossi, 1790)		Toda la Península		Preferencial		
<i>Ochthebius glaber</i> (Montes & Soler, 1988)		Sureste peninsular		Preferencial	Medios hipersalinos	Incluido en el <i>Libro Rojo de Invertebrados</i>
<i>Ochthebius montesi</i> (Ferro, 1983)		Sureste peninsular		Preferencial	Medios salinos	Incluido en el <i>Libro Rojo de Invertebrados</i>

Aportación realizada por el Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO, Instituto Universitario de Investigación, Universidad de Alicante).6

ANFIBIOS Y REPTILES						
<i>Pleurodeles waltl</i>			Habitual	Escasa		
<i>Pelobates cultripes</i>			Habitual	Escasa		
<i>Pelodytes punctatus</i>			Habitual	Muy abundante		
<i>Bufo calamita</i>			Habitual	Moderada		
<i>Testudo graeca</i>			Habitual	Rara		
<i>Tarentola mauritanica</i>			Habitual	Moderada		
<i>Acanthodactylus erhythrus</i>			Habitual	Moderada		
<i>Podarcis hispanica</i>			Habitual	Escasa		
<i>Lacerta lepida</i>			Habitual	Escasa		

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.3

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
ANFIBIOS Y REPTILES						
<i>Psammodromus algirus</i>			Habitual	Moderada		
<i>Psammodromus hispanicus</i>			Habitual	Escasa		
<i>Hemorrhois hippocrepis</i>			Habitual	Escasa		
<i>Malpolon monspessulanus</i>			Habitual	Escasa		
<i>Macroprotodon brevis</i>			Habitual	Escasa		
<i>Vipera latasti</i>			Habitual	Rara		

Aportación realizada por la Asociación Herpetológica Española (AHE).

AVES						
<i>Alectoris rufa</i> ¹	No se aplica		Habitual	Moderada	Sedentaria	
<i>Falco tinnunculus</i> ²	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductor	
<i>Burhinus oedicephalus</i> ³	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductor	
<i>Charadrius morinellus</i> ⁴	No se aplica		Habitual	Escasa	En migración, principalmente postnupcial	
<i>Pterocles orientalis</i> ⁵	No se aplica		Habitual	Moderada	Sedentaria	
<i>Pterocles alchata</i> ⁶	No se aplica		Habitual	Moderada	Sedentaria	
<i>Athene noctua</i> ⁷	No se aplica		Habitual	Moderada	Sedentaria	
<i>Chersophilus duponti</i> ⁸	No se aplica		Habitual	Escasa-Moderada	Sedentaria	
<i>Calandrella rufescens</i> ⁹	No se aplica		Habitual	Escasa	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Galerida theklae</i> ¹⁰	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Alauda arvensis</i> ¹¹	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductor	
<i>Oenanthe hispanica</i> ¹²	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora primaveral	
<i>Sylvia conspicillata</i> ¹³	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora, con algunas citas de invernada	

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
AVES						
<i>Lanius meridionalis</i> ¹⁵	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Sylvia melanocephala</i> ¹⁴	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	
<i>Carduelis cannabina</i> ¹⁶	No se aplica		Habitual	Moderada-Muy abundante	Reproductora, con invernada de poblaciones más meridionales	
<i>Bucanetes githagineus</i> ¹⁷	No se aplica		Habitual	Moderada	Reproductora primaveral e invernante	

Aportación realizada por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife).

Referencias bibliográficas:

- 1- Díaz *et al.*, 1996; Blanco Aguiar *et al.*, 2003.
- 2- Díaz *et al.*, 1996; Martínez-Padilla, 2003; Durany *et al.*, 2004.
- 3- Díaz *et al.*, 1996; Solís & De Lope 1996; Manrique, 1997; Sampietro *et al.*, 1998; De Juana *et al.*, 2003, 2004.
- 4- Díaz *et al.*, 1996; Copete, 2004.
- 5- Díaz *et al.*, 1996; 2003a; Suárez & Herranz, 2004a; Suárez *et al.*, 2006
- 6- Sampietro *et al.*, 1998; Suárez *et al.*, 1999; Herranz & Suárez, 2003b; Suárez & Herranz, 2004b; Suárez *et al.*, 2006.
- 7- Díaz *et al.*, 1996; Sampietro *et al.*, 1998; Blas & Muñoz, 2003.
- 8- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Garza *et al.*, 2003; 2004.
- 9- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Sampietro & Pelayo, 2003.
- 10- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Díaz, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
- 11- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Carrascal & Lobo, 2003; Purroy, 2003.
- 12- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Herrando, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
- 13- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Carbonell, 2004.
- 14- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Arce & Pons, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
- 15- Sampietro *et al.*, 1998; Tellería *et al.*, 1999; Hernández & Infante, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
- 16- DGMN-Región de Murcia, 1995; Tellería *et al.*, 1999; Borrás & Senar, 2003; Carrascal & Lobo, 2003.
- 17- Tellería *et al.*, 1999; Manrique *et al.*, 2003, 2004.

MAMÍFEROS

<i>Oryctolagus cuniculus</i>		Sur de la Península Ibérica	Habitual	Moderada	Todo el año	
------------------------------	--	-----------------------------	----------	----------	-------------	--

Aportación realizada por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

Referencias bibliográficas: Datos propios.

PLANTAS

<i>Centaurea hyssopifolia</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Teucrium pumilum</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Gypsophila struthium</i> subsp. <i>struthium</i>	1		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>crassifolia</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Moderada	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>tridentata</i>	1		Habitual	Moderada	Moderada	

Sigue ►

► Continuación Tabla 2.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Helianthemum squamatum</i>	1		Habitual	Moderada	Perenne	
<i>Lepidium subulatum</i>	1		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Jurinea pinnata</i>	1		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea fragilis</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Launaea pumila</i>	1		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Herniaria fruticosa</i>	1		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Arenaria cavanillesiana</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Helianthemum marifolium</i> subsp. <i>conquense</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Arenaria favargerii</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	
<i>Koeleria vallesiana</i> subsp. <i>castellana</i> .	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Brassica repanda</i> subsp. <i>gypsicola</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Linum suffruticosum</i> subsp. <i>differens</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Hedysarum boveanum</i> subsp. <i>palentinum</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Vella pseudocytisus</i> subsp. <i>pseudocytisus</i>	1		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	
<i>Thymus lacaitae</i>	1		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Sigue ►

Subtipo 1: Yesos del valle del Tajo (afloramientos manchegos), yesos de Guadix-Baza y del valle del Guadiana Menor, y yesos del valle del Duero.

Comentarios: Dentro de este subtipo se pueden distinguir varios subtipos más locales caracterizados por la presencia de determinadas especies. Así, podemos distinguir los yesos del valle del Duero (Palencia y Valladolid) caracterizados por *Hedysarum boveanum* subsp. *palentinum* y *Linum suffruticosum* subsp. *differens*; los yesos de la Malá (Granada), caracterizados por *Ononis tridentata* subsp. *crassifolia*; los yesos del centro España, que se podrían dividir en surorientales (Cuenca, norte de Albacete y este de Toledo) con los endemismos *Helianthemum marifolium* subsp. *conquense* y *Arenaria cavanillesiana*, y noroccidentales (los de Aranjuez y Valle del Tajo en Madrid) con *Teucrium pumilum* y *Centaurea hyssopifolia*; los yesos del Guadiana Menor caracterizados por no tener ninguna de las plantas reflejadas en los otros subtipos; el resto de yesos manchegos, sin los endemismos del centro de España pero con *Brassica repanda* subsp. *gypsicola* y *Thymus lacaitae* como estos; y los de la Hoya de Guadix-Baza, este de Albacete y Topares (Almería), con *Jurinea pinnata* como elemento más distintivo. Desde un punto de vista fisionómico de la comunidad, podemos distinguir también los matorrales halogipsícolas de *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus* en el centro de España y Granada.

Referencias bibliográficas: Burgaz Moreno, 1983; Domínguez Lozano *et al.*, 1994; Escudero *et al.*, 1999, 2000a, 2000b, 2005, 2007.

► Continuación Tabla 2.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Gypsophila struthium</i> subsp. <i>hispanica</i>	2		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>tridentata</i>	2		Habitual, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Helianthemum squamatum</i>	2		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Lepidium subulatum</i>	2		Habitual exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea fragilis</i>	2		Habitual diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Launaea pumila</i>	2		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Jurinea pinnata</i>	2		Habitual diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Frankenia thymifolia</i>	2		Habitual diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Herniaria fruticosa</i>	2		Habitual exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Boleum asperum</i>	2		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Ferula loscosii</i>	2		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Escasa	Perenne	
<i>Thymus loscosii</i>	2			Moderada	Perenne	

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Sigue ►

Subtipo 2: Yesos del Valle del Ebro, cuencas interiores catalanas y resto del levante ibérico.

Comentarios: dentro de este subtipo, podemos establecer o discriminar varios subtipos fisionómicos. En primer lugar estarían las comunidades más interiores de *Boleum asperum*, con más cobertura que los tomillares más malos; también podemos distinguir las comunidades dominadas por *Jurinea pinnata*, que ocupa grandes extensiones en la comunidad; por último, estarían las comunidades más típicas, con *Gypsophila struthium hispanica*, *Thymus loscosii* y la presencia puntual de *Ferula loscosii*.

Referencias bibliográficas: Domínguez Lozano *et al.*, 1994; Escudero *et al.*, 1999, 2000a, 2000b, 2005, 2007.

▶ Continuación Tabla 2.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Helianthemum alypoides</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Teucrium turredanum</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Coris hispanica</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Teucrium balthazaris</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Santolina viscosa</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Gypsophila struthium</i> subsp. <i>struthium</i>	3		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>tridentata</i>	3		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Helianthemum squamatum</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Lepidium subulatum</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea pumila</i>	3		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea fragilis</i>	3		Habitual, diagnóstica	Muy abundante	Perenne	
<i>Narcissus tortifolius</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Frankenia thymifolia</i>	3		Habitual, diagnóstica	Escasa	Perenne	
<i>Rosmarinus eriocalyx</i>	3		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Rara	Perenne	
<i>Astragalus alopecuroides</i> subsp. <i>grosii</i>	3		Habitual	Rara	Perenne	

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Sigue ▶

Subtipo 3: Yesos del sureste semiárido (Murciano-Almeriense).

Comentarios: de acuerdo con las sugerencias que nos ha hecho llegar el Dr. A. Escudero, hemos dividido el subtipo que contemplaba todos los yesos del sureste árido en dos subtipos: uno murciano-almeriense y otro con los yesos del norte de Murcia y sur de Alicante.

En este subtipo se pueden diferenciar variantes locales en función de la flora asociada a los mismos. En primer lugar tendríamos el subtipo de la cuenca yesífera de Sorbas-Los Castaños, caracterizado por los endemismos *Helianthemum alypoides* y *Teucrium turredanum*. Más al oeste, los yesos tabernenses se caracterizan por la presencia de *Frankenia thymifolia* y *Lepidium subulatum*, ausentes en los otros subtipos. Por último, al norte de la provincia de Almería y sur de la de Murcia encontramos un subtipo caracterizado por la presencia de *Teucrium balthazaris*.

Referencias bibliográficas: Domínguez Lozano *et al.*, 1994; Escudero *et al.*, 1999, 2000a, 2000b, 2005, 2007; Lázaro & Castillo, 1987.

► Continuación Tabla 2.2

Taxón	Subtipo	Especificaciones regionales	Presencia*	Abundancia/Afinidad**	Ciclo vital/presencia estacional/Biología	Comentarios
PLANTAS						
<i>Teucrium lepicephalum</i>	4		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Thymus membranaceus</i>	4		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Thymus moroderi</i>	4		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Teucrium libanitis</i>	4		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Teucrium carolipau</i> subsp. <i>carolipau</i>	4		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Gypsophila struthium</i> subsp. <i>struthium</i>	4		Habitual, diagnóstica	Muy abundante	Perenne	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>angustifolia</i>	4		Habitual, diagnóstica	Moderada	Perenne	
<i>Ononis tridentata</i> subsp. <i>edentula</i>	4		Habitual, diagnóstica, exclusiva	Moderada	Perenne	
<i>Helianthemum squamatum</i>	4		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Lepidium subulatum</i>	4		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea pumila</i>	4		Habitual	Muy abundante	Perenne	
<i>Launaea fragilis</i>	4		Habitual, diagnóstica	Muy abundante	Perenne	
<i>Herniaria fruticosa</i>	4		Habitual, exclusiva	Muy abundante	Perenne	

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Subtipo 4: Yesos del sureste semiárido (norte de Murcia y sur de Alicante).

Comentarios: de acuerdo con las sugerencias que nos ha hecho llegar el Dr. A. Escudero, hemos dividido el subtipo que contemplaba todos los yesos del sureste árido en dos subtipos: uno murciano-almeriense y otro con los yesos del norte de Murcia y sur de Alicante.

El subtipo levantino tiene varias variantes que pueden considerarse a la hora de su descripción. Dentro del mismo encontramos las comunidades más típicas del sur de Alicante y Norte del Murcia con *Teucrium libanitis*; en la zona de Finestrat encontramos otro subtipo diferenciado por la presencia de *Teucrium lepicephalum*. Por último, en la zona de Cofrentes y el valle del Júcar (Valencia) encontramos otro subtipo más emparentado con los yesos de la Meseta, caracterizado por la presencia de *Ononis tridentata* subsp. *edentula*.

Referencias bibliográficas: Domínguez Lozano *et al.*, 1994; Escudero *et al.*, 1999, 2000a, 2000b, 2005, 2007.



3. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

3.1. DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA SUPERFICIE OCUPADA

Los datos preliminares que tenemos claramente señalan que la superficie ocupada por este tipo de hábitat está experimentando un profundo declive. A modo de ejemplo se incluye una foto en el anexo correspondiente en la que se puede observar la superficie ocupada por este tipo de hábitat en un mar de cultivos, en diferentes años, en las inmediaciones de Belinchón (Cuenca) (Matesanz, 2008. Tesis doctoral inédita). Allí se puede ver que la superficie del tipo de hábitat alcanzó un máximo a principios de los 80 del pasado siglo XX y desde entonces la destrucción ha sido constante, hasta alcanzar hoy en día superficies parecidas a las que se reconocen en el vuelo del año 1956. Las razones, al menos en este caso, parecen claras: por un lado, la negativa incidencia de la concentración parcelaria, como denota la destrucción asociada al aumento del tamaño medio de las parcelas cultivadas y, en segundo lugar, los perniciosos efectos de la PAC (Política Agraria Común) que ha permitido la roturación de terrenos marginales de muy baja productividad. Estas evidencias que también parecen constatarse en otras zonas como el valle del Duero o el valle del Ebro (Pueyo *et al.*, 2007), parece que señalan una fuerte reducción de la superficie ocupada.

Otra segunda cuestión, grave y muy perniciosa, puede ser definida como otro efecto colateral de la PAC auspiciada por la UE. Se trata de la forestación de tierras agrícolas marginales. Como consecuencia de ello se han forestado extensas zonas de yesos. En general las especies utilizadas han sido el pino carrasco (*Pinus halepensis*) y la carrasca (*Q. rotundifolia*). Esto ha supuesto una pérdida de calidad de las estepas yesosas y, sólo en raras ocasiones una destrucción directa. Lo normal es que el marco de plantación haya sido de 1.000 árboles por hectárea, de manera que, al menos en las primeras fases de desarrollo del bosque, todavía sobreviven los elementos más característicos del tipo de

hábitat. Obviamente, una vez que la plantación prospere, la destrucción del tipo de hábitat será irreversible. Este problema ha llegado a ser muy importante en algunas zonas de la Alcarria, tanto en las provincias de Cuenca y Guadalajara como en algunas zonas del valle del Ebro. En realidad es un fenómeno de destrucción del tipo de hábitat que continúa las políticas históricas de reforestaciones con fines restauradores hidrológico-forestales, llevadas a cabo durante la segunda mitad del siglo pasado. Algunos ejemplos paradigmáticos del escaso éxito de éstas y su papel destructor del tipo de hábitat pueden ser encontrados en las repoblaciones que con *Pinus nigra* subsp. *nigra* se realizaron en la comarca del Cerrato entre Palencia y Valladolid y en otras comarcas del valle del Duero. Todavía es posible encontrar pinos raquíticos, de poco más de 1 m, en laderas aterrazadas después de más de treinta años de las actuaciones que las originaron. Afortunadamente algunas comunidades, caso de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, han sido conscientes de este problema y han desarrollado medidas tendentes a paliar los efectos no deseados de la PAC, en concreto de las reforestaciones de tierras agrícolas marginales, en estas zonas de yesos.

Otro factor extremadamente grave, que está disminuyendo la superficie de este tipo de hábitat lo constituyen las canteras de yesos. Este problema es especialmente acuciante en algunos afloramientos masivos de yesos del sureste peninsular. Aunque, tal como se ha demostrado, (Mota *et al.*, 1999, Mota *et al.*, 2004a, 2004b, Dana & Mota, 2006) estos sistemas son más resilientes de lo que cabría esperar como sistemas de zonas áridas; algunas especies tienen muy poca capacidad de reinstalación una vez que una perturbación tan intensa tiene lugar. Es más, la recuperación de alguno de sus elementos más característicos, como es la costra biológica, puede tomar muchos años (Martínez *et al.*, 2006).

En este sentido es necesario señalar que un problema asociado a la merma de calidad de estos yesares son los usos recreativos. La utilización de estas zonas para

vehículos de motor de todo tipo es un problema, especialmente en zonas próximas a Madrid, o también en amplias zonas de valle del Ebro.

Finalmente, un “problema” de difícil manejo es la pérdida de estos tipos de hábitat por pura dinámica y sucesión natural. Como ya se ha contado, sólo en las zonas más expuestas estas comunidades forman sistemas permanentes. En el resto, son sujetos susceptibles de modificación por pura dinámica. Algunas de las zonas para las que se ha constatado una reducción del tipo de hábitat, en detrimento de otras comunidades, son algunas laderas abruptas, en general no orientadas a meridión, de alguno de los valles tributarios del Tajo, el Henares, el Tajuña, el bajo Jarama y el Guadiela. En estos casos, la inspección de fotos aéreas denota una progresiva sustitución de estos matorrales por otras comunidades arbustivas (tomillares, romerales, esplegares, salviares) y, sobre todo, por matorrales de elevado porte dominados por la coscoja (*Quercus coccifera*) o incluso por carrascales (*Quercus rotundifolia*) y quejigares (*Q. faginea faginea*). Probablemente la caída de la carga ganadera es responsable de esta pérdida de superficie. Aunque ya se ha comentado antes, este carácter dinámico es de los más difíciles de manejar a la hora de mantener la superficie actual del tipo de hábitat. No parece razonable sugerir acciones para ralentizar este proceso, máxime cuando la pérdida de superficie puede ser revertida si se actúa contra los factores anteriores.

A la hora de evaluar la tendencia se incluyen los datos obtenidos en una tesis doctoral (Silvia Matesanz, inédito) en la que se está evaluando experimentalmente la interacción entre diferentes motores de cambio global. Uno de estos factores es la fragmentación. Para seleccionar sitios adecuados se llevó a cabo un análisis temporal utilizando las fotos aéreas disponibles. Los

resultados, en una zona de 50 km² en términos de Belinchón y Tarancón en Cuenca, son espectaculares y enormemente preocupantes. Sólo en los últimos 20 años (1984-2007) se ha perdido el 25% de la superficie del hábitat. La razón tiene que ver con roturación asociada a la PAC y efectos colaterales no deseados de los programas de concentración parcelaria. Resultados realmente preocupantes también han sido señalados en los yesos del valle del Ebro (Pueyo *et al.*, 2007).

Como ya se ha indicado, se considera que la cartografía del tipo de hábitat dibuja de forma razonable el área de distribución real de este tipo de hábitat. La combinación de la existencia de un tipo de vegetación de estructura parcheada con una textura diferente a la del resto y la existencia de afloramientos de yesos hace muy fácil la cartografía y detección en el campo.

Se propone también, como sistema para calcular el área de conservación favorable, la realización de transectos lineales permanentes de 10 m y visitables al menos una vez al año en al menos cincuenta lugares elegidos al azar para cada una de las grandes zonas peninsulares con este tipo de hábitat: valle del Ebro, del Tajo, del Duero, sur de Alicante y Murcia, y, finalmente, Almería. Deben ser zonas bien conservadas atendiendo a los criterios florísticos y de estructura, incluyendo la costra biológica que se ha señalado. De forma visual, se anotará el estado de cada transecto como estable o con cambios que, a su vez, podrán ser hacia un aumento de cobertura ligado a cambios dinámicos o cambios estructurales o florísticos que indiquen degradación. La evolución de los resultados anuales de las cincuenta parcelas con un sistema tan sencillo y visual indicará cómo evoluciona el área favorable en cada una de las cinco regiones evaluadas.

VALORACIÓN		VALORACIÓN	
REGIÓN BIOGEOGRÁFICA ALPINA		REGIÓN BIOGEOGRÁFICA MEDITERRÁNEA	
Área de distribución	Ya se ha comentado que lo que hay de alpino es, con toda probabilidad, un error	Área de distribución	XX
Superficie ocupada dentro del área de distribución		Superficie ocupada dentro del área de distribución	XX

Favorable (FV); Inadecuada (U1); Mala (U2); Desconocida (XX).

Tabla 3.1

Valoración de las superficies de distribución y ocupación del tipo de hábitat 1520* en las regiones biogeográficas Alpina y Mediterránea.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES TÍPICAS

En este caso, la evaluación y detección de especies clave resulta relativamente sencillo. Los gipsófitos son los elementos diagnósticos y aquéllos que deben ser evaluados para conocer el estado de conservación de cualquier tesela de este tipo de hábitat. Parece razonable en este punto seguir las recomendaciones de Palacio *et al.* (2007), donde se indica que entre los gipsófitos cabe distinguir dos tipos de elementos: por un lado los gipsófitos especialistas, como *Lepididum subulatum* y *Helianthemum squamatum*, y los gipsófitos de refugio, como las especies recogidas en anexo II u otras como *Arenaria cavanillesiana*, *Helianthemum conquense* y *Thymus lacaite*. Los primeros serían plantas con un metabolismo ajustado a la vida en estos sistemas que suelen aparecer en las zonas de yesos, salvo que alguna restricción bioclimática ocurra o que sencillamente no puedan alcanzar una isla edáfica por dificultades de dispersión. Los segundos suelen ser endemismos de área de distribución muy pequeña que parecen estar refugiados en estos sustratos pero sin que haya unas adaptaciones metabólicas específicas, salvo las que les confieren esa capacidad de ser un estrés-tolerante. Es decir, cualquier evaluación debería recoger de forma complementaria informa-

ción de al menos algún representante de cada uno de estos tipos.

En general, el conocimiento florístico de las zonas de yesos es bueno y las especies estenócoras de cada zona suelen estar bien localizadas, incluso a escalas muy pequeñas. Aunque lo comentaremos más adelante, los sistemas regionales de yesos deberían estudiarse como auténticos sistemas insulares con islas, en este caso edáficas en una matriz hostil. Esto implica que la presencia de grupos seleccionados de especies debería de ser evaluada en cada isla.

Tal como se ha comentado antes, la capacidad de recuperación del sistema tras perturbaciones es en general buena. Esta afirmación debe ser matizada. Normalmente la recuperación de la costra física es muy rápida y sobre ella la instalación de gipsófitos generalistas, como *Gypsophila struthium* o *Helianthemum squamatum*, es muy rápida; sin embargo, algunas de las especies estenócoras tienen enormes dificultades y, en muchos casos, sencillamente no son capaces de recuperarse, máxime, como señala Olano *et al.* (2005), cuando la presencia de muchas de estas especies en el banco local es muy reducida o, sencillamente, inexistente, pese a que el banco puede ser realmente importante (ver figura 3.1).

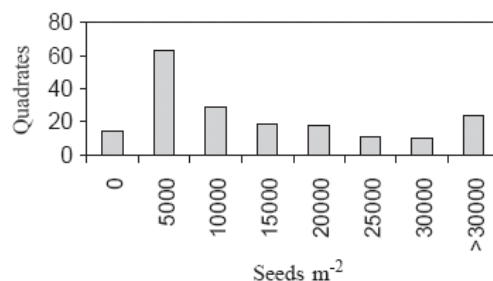


Figura 3.1

Densidad de semillas en el banco en zonas de yesos de la Cuenca del Tajo (Caballero *et al.*, 2003).

Aún así la capacidad de regeneración de poblaciones de especies generalistas es extremadamente heterogénea en el espacio y en el tiempo (Escudero *et al.*, 1999, 2000). Esto quiere decir que el reclutamiento ocurre sólo en determinados años, los cuales no tienen que ser iguales para las diferentes especies y que pequeñas variaciones espaciales pueden determinar el éxito o fracaso. Así, *Helianthemum squamatum* tiene enormes dificultades para instalarse en las laderas más abruptas, mientras que *Lepidium subulatum* no tiene dificultades en estas zonas. Más allá de estas conclusiones generales, es necesario indicar que conocemos otros elementos que pueden determinar el éxito de reclutamiento, por ejemplo las interacciones alelopáticas con otras especies, como ocurre en la relación *H. squamatum* con *Artemisia herba-alba*.

Aportación de la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP)

La SEBCP expone, en la siguiente tabla (ver tabla 3.2), el listado ofrecido por Mota *et al.* (2009)

resultante de consultar la opinión de 12 expertos distribuidos por toda España. Conforme se desciende en el listado, las especies van perdiendo su restricción al yeso, pudiéndose encontrar en otro tipo de sustratos. Las 25 primeras podrían ser consideradas claves, características y parte integral del ecosistema. Su afinidad al yeso, según los expertos consultados, es muy elevada y su presencia indicaría de forma precisa la identificación del tipo de hábitat 1520 Vegetación gipsícola mediterránea (*Gypsophiletalia*)(*). Otro dato a considerar en este listado es la presencia de especies anuales. Las comunidades terofíticas asociadas a los yesos tienen tanta relevancia en el ecosistema como los matorrales, aunque estén incluidas dentro del tipo de hábitat 6220 Pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales. La conservación de un tipo de hábitat implica irremisiblemente la protección del otro. Como su presencia va ligada indiscutiblemente a la presencia también de los matorrales gipsícolas, se ha decidido considerarlas en el listado, al objeto de que no sean olvidadas cuando se haga la gestión, evaluación y seguimiento del tipo de hábitat.

Tabla 3.2

Listado de especies típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 1520* en función de su restricción al yeso.

TAXÓN	FAMILIA
<i>Lepidium subulatum</i> L.	CRUCIFERAE
<i>Ononis tridentata</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (Lange) Devesa & G. López var. <i>edentula</i> comb. nov.	LEGUMINOSAE
<i>Centaurea hyssopifolia</i> Vahl	COMPOSITAE
<i>Teucrium libanitis</i> Schreb.	LABIATAE
<i>Helianthemum alypoides</i> Losa & Rivas Goday	CISTACEAE
<i>Teucrium turredanum</i> Losa & Rivas Goday	LABIATAE
<i>Chaenorhinum reyesii</i> (C. Vicioso & Pau in Pau) Benedí	SCROPHULARIACEAE
<i>Limonium lobetanicum</i> Erben	PLUMBAGINACEAE
<i>Ononis tridentata</i> L. subsp. <i>crassifolia</i> (Léon Dufour ex Boiss.) Nyman	LEGUMINOSAE
<i>Astragalus oxyglottis</i> M. Bieb.	LEGUMINOSAE
<i>Hedysarum boveanum</i> Bunge ex Basiner subsp. <i>palentinum</i> Valdés	LEGUMINOSAE
<i>Reseda stricta</i> Pers. subsp. <i>funkii</i> (Willk.) Losa & Rivas Goday	RESEDACEAE
<i>Helianthemum squamatum</i> (L.) Dum. Cours.	CISTACEAE
<i>Teucrium lepicephalum</i> Pau	LABIATAE
<i>Coris hispanica</i> Lange	PRIMULACEAE
<i>Teucrium balthazaris</i> Sennen	LABIATAE
<i>Limonium mansanetianum</i> M.B. Crespo & Lledó	PLUMBAGINACEAE
<i>Gypsophila struthium</i> L. subsp. <i>struthium</i>	CARYOPHYLLACEAE
<i>Teucrium pumilum</i> L.	LABIATAE
<i>Thymus lacaitae</i> Pau	LABIATAE
<i>Campanula fastigiata</i> Léon Dufour ex A. DC.	CAMPANULACEAE
<i>Herniaria fruticosa</i> L.	CARYOPHYLLACEAE
<i>Ononis tridentata</i> L. subsp. <i>tridentata</i>	LEGUMINOSAE
<i>Gypsophila struthium</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Willk.) G. López	CARYOPHYLLACEAE
<i>Brassica repanda</i> (Willd.) DC. subsp. <i>gypsicola</i> Gómez Campo	CRUCIFERAE
<i>Brassica repanda</i> (Willd.) DC. subsp. <i>gypsicola</i> Gómez Campo	CRUCIFERAE
<i>Ononis tridentata</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (Lange) Devesa & G. López var. <i>angustifolia</i>	LEGUMINOSAE
<i>Limonium cofrentanum</i> Erben	PLUMBAGINACEAE
<i>Senecio auricula</i> Bourg. ex Coss. subsp. <i>castellanus</i> Ascaso & Pedrol	COMPOSITAE
<i>Senecio auricula</i> Bourg. ex Coss. subsp. <i>sicoricus</i> (O. Bolòs & Vigo) Ascaso & Pedrol	COMPOSITAE
<i>Gypsophila bermejoi</i> G. López	CARYOPHYLLACEAE
<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Mill. subsp. <i>conquense</i> Borja & Rivas Goday ex G. López	CISTACEAE

► Continuación Tabla 3.2

TAXÓN	FAMILIA
<i>Limonium minus</i> (Boiss.) Erben	PLUMBAGINACEAE
<i>Moricandia moricandioides</i> (Boiss.) Heywood subsp. <i>cavanillesiana</i> (Font Quer & A. Bolòs) Greuter & Burdet	CRUCIFERAE
<i>Teucrium capitatum</i> L. subsp. <i>gypsicola</i> Mateo & Arán	LABIATAE
<i>Ctenopsis gypsophila</i> (Hack.) Paunero	GRAMINEAE
<i>Reseda stricta</i> Pers. subsp. <i>stricta</i>	RESEDACEAE
<i>Chaenorhinum grandiflorum</i> (Coss.) Willk. subsp. <i>grandiflorum</i>	SCROPHULARIACEAE
<i>Koeleria vallesiana</i> (Honck.) Gaudin subsp. <i>castellana</i> (Boiss. & Reut.) Domin	GRAMINEAE
<i>Lepidium cardamines</i> L.	COMPOSITAE
<i>Reseda suffruticosa</i> Loefl. ex Koelp. in Loefl.	RESEDACEAE
<i>Limonium supinum</i> (Girard) Pignatti	PLUMBAGINACEAE
<i>Santolina viscosa</i> Lag.	COMPOSITAE
<i>Launaea pumila</i> (Cav.) Kuntze	COMPOSITAE
<i>Frankenia thymifolia</i> Desf.	FRANKENIACEAE
<i>Vella pseudocytisus</i> L. subsp. <i>pseudocytisus</i>	CRUCIFERAE
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn. subsp. <i>pectinatum</i> (M.Bieb.) Tzvelev	GRAMINEAE
<i>Vella pseudocytisus</i> L. subsp. <i>pauí</i> Gómez Campo	CRUCIFERAE
<i>Euphorbia minuta</i> Loscos & J. Pardo subsp. <i>molerói</i> P. Monts. & Ferrández	EUPHORBIACEAE
<i>Limonium aragonense</i> (Debeaux) Font Quer	PLUMBAGINACEAE
<i>Ferula loscosii</i> (Lange) Willk.	UMBELLIFERAE
<i>Senecio auricula</i> Bourg. ex Coss. subsp. <i>auricula</i>	COMPOSITAE
<i>Limonium thiniense</i> Erben	PLUMBAGINACEAE
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst.	CHENOPODIACEAE
<i>Boleum asperum</i> (Pers.) Desv.	CRUCIFERAE
<i>Arenaria cavanillesiana</i> (Font Quer & Rivas Goday) Nieto Fel.	CARYOPHYLLACEAE
<i>Jurinea pinnata</i> (Lag.) DC.	COMPOSITAE
<i>Reseda barrelieri</i> Bertol. ex Müll. Arg. var. <i>barrelieri</i>	RESEDACEAE
<i>Gypsophila tomentosa</i> L.	CARYOPHYLLACEAE
<i>Thymus loscosii</i> Willk. in Willk. & Lange	LABIATAE
<i>Moricandia moricandioides</i> (Boiss.) Heywood subsp. <i>giennensis</i> Valdés Berm.	CRUCIFERAE
<i>Sideritis scordioides</i> L. subsp. <i>cavanillesii</i> (Lag.) Nyman	LABIATAE

De este listado se encuentran en la actual *Lis- ta Roja de la Flora Vasculare Española Amenazada* (2008): *Teucrium lepicephalum*, *T. turredanum*, *T. balthazaris*, *Helianthemum alypoides*, *Ferula loscosii*, *Limonium mansanetianum*, *L. minus*, *L. aragonense*, *L. thiniense*, *Coris hispanica*, *Senecio auricula* subsp. *auricula*, *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus* y *V. pseudocytisus* subsp. *pau*. Son las que requieren más atención y planes de gestión específicos.

Se ha decidido hacer la ficha de algunas de las especies que son clave y están en catálogos de pro-

tección con un determinado grado de amenaza (ver tabla 3.3).

A continuación, en la tabla 3.3 se realiza la identificación y evaluación de especies que, según la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM) y la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP), pueden considerarse como típicas del tipo de hábitat de interés comunitario 1520*.

Tabla 3.3

Identificación y evaluación de los taxones que, según las aportaciones de la SECEM y SEBCP, pueden considerarse como típicos del tipo de hábitat de interés comunitario 1520*.

* **Nivel de referencia:** indica si la información se refiere al tipo de hábitat en su conjunto, a alguno de sus subtipos y/o a determinados LIC.

** **Opciones de referencia:** 1: taxón en el que se funda la identificación del tipo de hábitat; 2: taxón inseparable del tipo de hábitat; 3: taxón presente regularmente pero no restringido a ese tipo de hábitat; 4: taxón característico de ese tipo de hábitat; 5: taxón que constituye parte integral de la estructura del tipo de hábitat; 6: taxón clave con influencia significativa en la estructura y función del tipo de hábitat.

*** **CNEA=** Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					Comentarios	
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			CNEA ***
					España	Mundial		
MAMÍFEROS								
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Tipo de hábitat 1520* (3)	Se encuentra en toda España, incluidas las Islas Canarias, Baleares (donde ha sido introducido por el hombre) y los territorios del norte de África. En la Península Ibérica ha faltado siempre en Asturias. Su distribución ha estado ligada al hombre desde épocas remotas. La subespecie <i>O. c. algirus</i> está presente en el suroeste peninsular, norte de África (su supuesta distribución original) y algunas islas atlánticas cercanas a las costas peninsulares. Por el contrario, <i>O. cuniculus</i> , ha colonizado una amplia porción de Europa, incluidas las Islas Británicas, Nueva Zelanda, Australia, algunas regiones de Sudamérica, Suráfrica, Norteamérica, y numerosas islas mediterráneas, atlánticas y oceánicas. De esta subespecie derivan todas las razas domésticas conocidas	La especie presenta sus mayores abundancias en las zonas donde el clima es continental o mediterráneo, y el substrato permite la construcción con facilidad de madrigueras, evitando las áreas calizas. En general, las bajas temperaturas y elevadas precipitaciones no son apropiadas para una especie que prefiere climas áridos y calurosos	Es una de las pocas especies de vertebrados en las que la hembra puede estar receptiva todo el año. El período reproductivo del conejo depende de la calidad y abundancia del pasto, y por tanto de la temporada e intensidad de las lluvias	Vulnerable	Preocupación Menor		

► Continuación Tabla 3.3

Taxón	Nivel* y opciones de referencia**	Directrices Estado Conservación					CNEA ***	Comentarios
		Área de distribución	Extensión y calidad del tipo de hábitat	Dinámica de poblaciones	Categoría de Amenaza UICN			
					España	Mundial		
MAMÍFEROS								
<i>Brassica repanda</i> (Willd.) DC. subsp. <i>gypsicola</i> Gómez Campo ¹	Tipo de hábitat 1520* (4)	Endemismo del centro de la Península Ibérica	No evaluada	Desconocida				
<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Mill. subsp. <i>conquense</i> Borja & Rivas Goday ex G. López ²	Tipo de hábitat 1520* (2,4)	Endemismo estricto de la provincia de Cuenca	No evaluada	Desconocida				
<i>Helianthemum alypoides</i> Losa & Rivas Goday ³	Tipo de hábitat 1520* (2,4,5)	Endémica almeriense	No evaluada	Desconocida	Vulnerable			
<i>Teucrium libanitis</i> Schreb ⁴	Tipo de hábitat 1520* (2,4,5)	Endémica almeriens	No evaluada	Desconocida				
<i>Jurinea pinnata</i> (Lag.) DC. ⁵	Tipo de hábitat 1520* (3,4)	Endemismo ibérico	No evaluada	Desconocida				
<i>Teucrium turredanum</i> Losa & Rivas Goday ⁶	Tipo de hábitat 1520* (2,4,5)	Endemismo alicantino	No evaluada	Desconocida	Vulnerable			
<i>Teucrium lepicephalum</i> Pau ⁶	Tipo de hábitat 1520* (2,4,5)	Endemismo alicantino	No evaluada	Desconocida	En Peligro			
<i>Coris hispanica</i> Lange ⁶	Tipo de hábitat 1520* (2,4,5)	Endémica almeriense	No evaluada	Desconocida	Vulnerable			
<i>Vella pseudocytisus</i> L. subsp. <i>pseudocytisus</i> ⁶	Tipo de hábitat 1520* (4)	Endemismo de la Península Ibérica	No evaluada	Desconocida	En Peligro			

Aportación realizada por la Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (SEBCP).

Referencias bibliográficas:

- 1- Gómez-Campo, 1992.
- 2- López González, 1995.
- 3- López González, 1995; Bañares *et al.*, 2003.
- 4- Rubio *et al.*, 1992; Sánchez Gómez & Alcaraz Ariza, 1993.
- 5- Molina *et al.*, 1987.
- 6- Bañares *et al.*, 2003.

3.3. EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES

3.3.1. Factores, variables y/o índices

En este momento se está intentando establecer una relación entre atributos de comunidad, como son riqueza, equitatividad, composición o estructura espacial, y subrogados de funcionamiento del ecosistema, como pueden ser niveles de macronutrientes, actividad enzimática en el suelo, capacidad de intercambio catiónico, diversidad microbiana, respiración edáfica, etc. (Proyecto CEFEMED, IP F. Maestre). Entre los sistemas con los que se está trabajando están los afloramientos de yesos. Probablemente los datos estén disponibles en un breve plazo de tiempo. Hasta que eso ocurra, lo que sí se puede avanzar es que la presencia de una costra biológica bien desarrollada parece maximizar los parámetros de funcionamiento del sistema. Es por ello que lo que proponemos, como un primer protocolo para estimar el estado de conservación global, es estimar la cobertura y diversidad de la costra líquénica superficial. Coberturas de suelo desnudo por encima de un 30% a nivel local suelen indicar que los procesos de degradación impiden un funcionamiento adecuado de la comunidad. Los datos preliminares que tenemos sugieren que la cobertura de las plantas perennes rara vez supera el 20%, y cuando lo hace suele ser en zonas relativamente húmedas y frescas donde las plantas gipsícolas tienden a hacerse dominantes. En general, las costras suelen dominar en estas comunidades, con coberturas que en muchas ocasiones pueden superar el 70%. Estas costras suelen ser muy duras, con valores por encima de 1.000 micro pascales. Un aumento muy por encima de este valor suele denotar degradación por compactación asociada al pisoteo por sobrepastoreo o por visitantes. Es por ello que se sugiere la inclusión de esta medida en los protocolos.

Otros factores que se han señalado como riesgos para tipos de hábitat próximos, como puede ser la fertilización global, no parecen ser muy graves para nuestro sistema. En principio, estos sistemas tienen una elevada capacidad de responder a un cierto aumento de los niveles de recursos. En este sentido se ha indicado (Ferrandis *et al.*, 2005; Palacio *et al.*, 2007) que la heterogeneidad edáfica no es un elemento importante a la hora de explicar las variaciones en

la composición florística de estas comunidades. Especialmente las variaciones entre diferentes zonas. Es por ello que no se proponen protocolos basados en la estima de variables edáficas. Incluso la presencia de yeso en suelo puede variar entre valores no superiores al 5% a valores cercanos al 100%.

En cualquier caso, la propuesta es la siguiente:

1. Estructura insular

- a) Tipo: variable estructural.
- b) Aplicabilidad: obligatoria. Evaluar superficie de las islas edáficas.
- c) Propuesta de métrica: tamaño de cada isla y estructura espacial del archipiélago edáfico donde aparece. Variables como grado de aislamiento y conectividad de cada isla edáfica. Es relevante tener en cuenta que la isla puede ser heterogénea en cuanto a las comunidades a las que puede dar cobijo
- d) Procedimiento de medición: mediante teledetección.
- e) Estado de conservación: debe ser calculado para cada sistema. Entendiendo por sistema todo un archipiélago que, al menos, se separa 5 kilómetros de otra isla. Esta medida es arbitraria, pero parece muy por encima de la capacidad de dispersión de la mayor parte de estas plantas. A modo de orientación, señalaremos que un tamaño de isla más pequeño y una menor conectividad aumentan el riesgo de todo el sistema. Lo importante en este sentido es seguir la evolución a lo largo del tiempo de todo el sistema. Ya se ha indicado que la pérdida de hábitat por roturación es probablemente la mayor amenaza.

2. Cobertura de costra líquénica

- a) Tipo: variable estructural.
- b) Aplicabilidad: obligatoria. Evaluar cobertura de costra líquénica en zonas inter-parche (arbustos y gramíneas perennes).
- c) Propuesta de métrica: cobertura en transectos en zonas sin parches de vegetación perenne en parcelas de 10x10 m.
- d) Procedimiento de medición: mediante trabajo de campo.
- e) Estado de conservación: por encima de 75%, favorable; de 75 a 30% preocupante; menor de 30% muy degradado.

3. Riqueza de gipsófitos

- a) Tipo: variable de comunidad.
- b) Aplicabilidad: obligatoria. Evaluar riqueza de gipsófitos perennes en islas edáficas. Se trata de detectar la pérdida de especies raras con la pérdida y fragmentación del tipo de hábitat.
- c) Propuesta de métrica: relacionar con variables de paisaje.
- d) Procedimiento de medición: trabajo de campo.
- e) Estado de conservación: variable dependiendo de las zonas, de manera que lo que se propone es que se evalúe para cada zona y probablemente para cada LIC. No es complicado establecer la relación área-riqueza en sistemas bien conservados. A modo de ejemplo, se indica que los yesares del valle del Tajo, en orientaciones meridionales, presentan valores de número de gipsófitos perennes que van de cinco a diez en cuadrados de 10x10.

3.3.2. Protocolo para determinar el estado de conservación global de la estructura y funciones

La presente sugerencia es controlar el estado de conservación en relación con la estructura y función con la evaluación y seguimiento del área ocupada por las manchas de vegetación perenne y el estado de conservación de la costra biológica. En el primer caso, la cobertura de vegetación perenne no debe situarse por encima del 30-40%, dado que si eso ocurre indicaría un cambio ligado a dinámica

del sistema, lo cual daría lugar a otro tipo de hábitat arbustivo o incluso forestal, o a un aumento de plantas halonitrófilas ligadas a perturbaciones antrópicas. En este sentido la variable propuesta de la riqueza de gipsófitos puede ser muy valiosa para afinar la diagnosis. El otro aspecto sería la evolución, al menos, de cobertura de la costra liquénica (ver los valores recomendados). En Martínez *et al.* (2006) se sugiere la existencia de cambios en la composición de los elementos de la costra que podrían ser relevantes para calibrar el estado de conservación del sistema. En poco tiempo dispondremos de esa información.

A otra escala espacial, se propone el control de la superficie de suelos con yeso en áreas con precipitación por debajo de 550 mm anuales y con precipitaciones veraniegas por debajo de 10% del total. Para ello sugerimos la designación de diez zonas de referencia, de aproximadamente 10 km² repartidas entre las zonas en las que hemos señalado diferentes subtipos. La evaluación se realizaría mediante técnicas de teledetección al menos una vez cada tres años. En principio, sólo la fragmentación y la pérdida de hábitat como consecuencia de la destrucción directa pueden poner en peligro la persistencia del tipo de hábitat.

La pérdida de superficie puede estar relacionada con procesos de dinámica o, puntualmente, con actuaciones de reforestación. Afortunadamente, los equipos técnicos de las comunidades autónomas parecen ser conscientes de lo inoportuno de estas actuaciones.

VALORACIÓN		VALORACIÓN	
REGIÓN BIOGEOGRÁFICA ALPINA		REGIÓN BIOGEOGRÁFICA MEDITERRÁNEA	
Estructura y funciones específicas (incluidas las especies típicas)	Ya se ha comentado que lo que hay de alpino es, con toda probabilidad, un error	Estructura y funciones específicas (incluidas las especies típicas)	XX

Favorable (FV); Inadecuada (U1); Mala (U2); Desconocida (XX).

Tabla 3.4

Valoración de la estructura y funciones específicas del tipo de hábitat 1520* para las regiones biogeográficas Alpina y Mediterránea.

3.3.3 Protocolo para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación de la estructura y función

La presente propuesta se basa en varios protocolos que se pueden montar de forma simultánea.

1) **Monitorización demográfica de elementos clave del sistema.** Se propone monitorizar gipsófitos generalistas, por ser muy abundantes en estos sistemas. A modo de ejemplo, indicar que desde hace más de cinco años se vienen monitorizando algunos gipsófitos generalistas en localidades del valle del Tajo (Quintana-Ascencio *et al. in press*, Population Ecology). Ellos están trabajando con *Helianthemum squamatum* y con *Lepidium sub-*

latum. Estas dos especies son especialmente recomendables porque suponen dos estrategias vitales completamente diferentes: la primera es un arbusto de vida corta, mientras que la segunda es un arbusto longevo. Además, sus plántulas son fácilmente detectables y la fertilidad muy fácil de estimar. Se recomienda recurrir a procedimientos que evalúen la comunidad de forma global y con protocolos espacialmente explícitos. La asunción básica es que, si los elementos más característicos y conspicuos del sistema son estables o al menos no sufren declives, la comunidad no debe presentar especiales problemas de persistencia. El conocimiento sobre los mecanismos que determinan el reclutamiento y la dinámica temprana de estas plantas es relativamente amplio (Escudero *et al.*, 1999, 2000; Caballero, 2007).

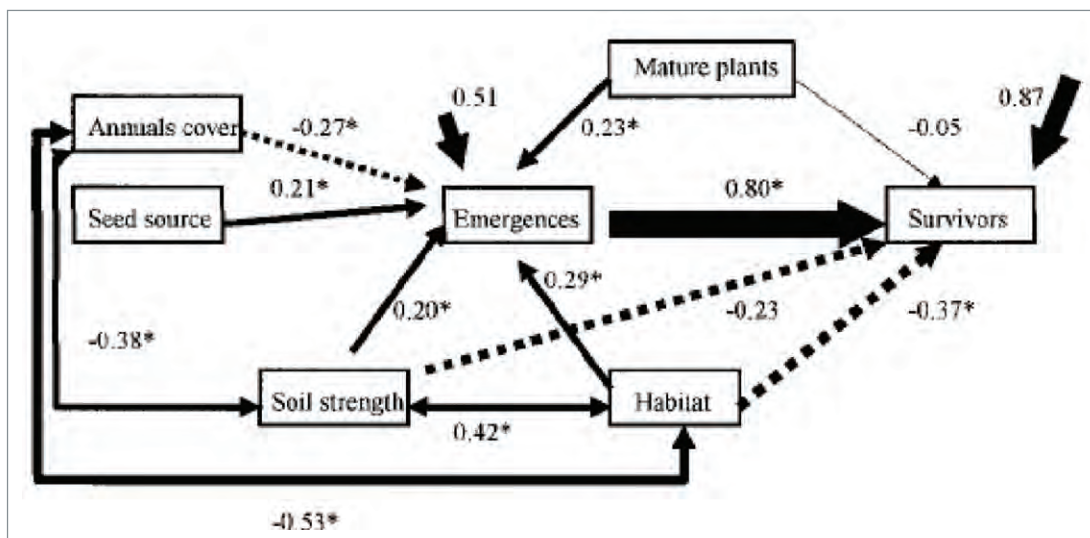


Figura 3.2

Modelo estructural donde se recogen las relaciones directas e indirectas que determinan la germinación y el reclutamiento de las plántulas de *Hel. squamatum* en condiciones de campo. (Escudero *et al.*, 2000).

- 2) **Seguimiento de los sistemas insulares.** Evaluación de la presencia-ausencia y, en su caso, de la abundancia relativa de especies en “archipiélagos” completos. Se trata de saber en qué medida hay un funcionamiento de metapoblaciones y, sobre todo, cuáles son los factores que determinan la colonización y extinción de especies en estas islas edáficas. Dado que la fragmentación asociada a la agricultura y, sobre todo, las perversas consecuencias de la PAC son el principal riesgo para estos sistemas, sería clave detectar pérdidas de gipsófitos de área restringida en estos sistemas insulares. Habría que seleccionar sistemas insulares en cada una de las tres zonas importantes para los gipsófitos peninsulares (valles del Ebro y del Tajo, así como alguna zona en el sureste) para, posteriormente, montar un sencillo sistema de monitoreo de la diversidad basado en transectos marcados y visitables anualmente.
- 3) **La monitorización de las costras biológicas,** tanto en términos de cambio en la composición como de estructura, puede ser utilizada como sistema temprano de aviso de degradación. En los trabajos de la Dr. Martínez-URJC se puede encontrar alguna indicación clara de cómo montar estos procedimientos. Cambios en la estructura y/o en la composición son indicadores de cambios en el sistema, dado que controlan en buena medida los procesos de funcionalidad ecosistémica: flujos de agua, reciclado de nutrientes, reclutamiento de plantas por interacción física o química específica y directa de los elementos de la costra. Se sugiere montar parcelas de no más de 1 m² y no más de 10 por zona a controlar, en las que se evalúe la riqueza y la cobertura de estas comunidades.
- 4) **Monitorización de cambios a escala de paisaje mediante la utilización de teledetección.** Estas herramientas son extraordinariamente útiles para detectar cambios en la localidad y en la extensión de las manchas de este tipo de hábitat. La escasa cobertura de este tipo de comunidades en una matriz donde los tipos de hábitat presentes tienen una cobertura mayor hace muy fácil su localización y seguimiento con muy poco trabajo adicional de campo.
- 5) **Evaluación de la degradación** asociada a sobre pastoreo o a usos recreativos mediante la selección de variables físicas, como la compactación por penetrometría y la presencia de restos procedentes de ganado en régimen extensivo.
- Como ya se ha indicado, estas comunidades presentan costras físicas realmente duras en superficie, pero la compactación por usos ganaderos y, sobre todo, recreativos (motos, quads, etc.) puede aumentar esta dureza a la penetración. Los valores máximos detectados en condiciones de campo durante lo más duro del verano se sitúan en torno a los 1.300 micropascales. Es decir, valores por encima de esta frontera serían buenos indicadores de que la cosa no va bien.
- Finalmente se recogen algunos ejemplos de buenas representaciones de este tipo de hábitat que pueden servir como referencia para el manejo de este tipo de hábitat. Aunque la lista no es exhaustiva, incluye muy buenos ejemplos.
- Monte de la Encomienda Mayor de Castilla, en las inmediaciones de Belmonte de Tajo. Probablemente una de las mejores representaciones de cómo debía ser este tipo de hábitat y como se articulaba con el resto de comunidades mediterráneas de su entorno, como coscojares, carrascales y pinares de pino carrasco. En general, los jabónales o comunidades de gipsófitos aparecen en las zonas más expuestas alternando con zonas cerradas.
 - Alrededores de las Minas, en Hellín. Se trata de una buena representación de comunidades termófilas de yesos (*Thymo-Teucrium verticillati*).
 - Karst de Cañamares-La Frontera, en Cuenca. Complejo gipsícola espectacular desde el punto de vista paisajístico y en el que se encuentran buenas poblaciones de gipsófitos de zonas altas, como *Brassica repanda* subsp. *gipsicola* y *Helianthemum marifolium* subsp. *conquense*. Entre los valores del lugar hay que señalar las poblaciones de sabina negra (*Juniperus phoenicea*) con pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*)

- Karst de Sorbas, en Almería. Excelente representación de este tipo de hábitat sobre yesos masivos.
- Finca del IMIDRA Sotomayor, en Aranjuez, Madrid. Probablemente una de las mejores representaciones de este tipo de sistemas en la Cuenca del Tajo, con una buena representación de todo el complejo de ladera halo-gipsícola. En este sentido podría incluirse también el complejo de saladar de Ocaña (Toledo-Madrid).
- Dentro de la Península Ibérica existen áreas donde la superficie de estos tipos de hábitat es muy importante, siendo de los más extensos los existentes en la depresión de Ebro, donde las formaciones yesíferas llegan a cubrir una superficie de más de 1,9 millones de ha (Navas, 1983). Estas formaciones son, en su mayoría, de edad Terciaria pero también se incluyen los yesos de formaciones mesozoicas (Keuper) y cuaternarias recientes. Por ello, se debería incluir como una zona de referencia los Montes de Alfajarín.

6) **Evaluación de la erosión.** La intensa dinámica erosiva en regiones semiáridas, en las que estos tipos de hábitat son componentes mayoritarios, supone un riesgo claro de desertificación (Navas & Machín, 1997). Por ello se hace necesario establecer un seguimiento y control de la pérdida de material en suspensión y solución, por la necesidad de conservar el sustrato sobre el que se asienta la vegetación gypsícola. Como se ha indicado anteriormente, la vegetación gypsícola se encuentra en estos tipos de hábitat en un frágil equilibrio con el medio. Algunas asocia-

ciones son endemismos en claro retroceso por las condiciones ambientales y por la acción antropogénica. Estudios realizados mediante diferentes técnicas y a diferentes escalas muestran cómo la pérdida de suelo puede sobrepasar los umbrales tolerables, iniciándose así un ciclo de degradación que puede ser finalmente irreversible conduciendo a la desaparición de estos tipos de hábitat.

3.4. EVALUACIÓN DE LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO

La perspectiva de futuro no es muy halagüeña. Los factores que están determinando la reducción del área no parece que vayan a descender, todo lo contrario. A ellos hay que sumar algunos relativamente nuevos, como es la destrucción directa por urbanización en algunas zonas de Madrid, Zaragoza, Alicante o, como ejemplo paradigmático, Seseña en Toledo.

Por otro lado, la incidencia del cambio global parece que puede ser muy elevada, como corresponde a cualquier sistema insular. En este sentido, la capacidad de desplazamiento latitudinal está muy limitada en éstos, máxime cuando la capacidad de dispersión es muy limitada para la mayor parte de los gipsófitos. Podría ser que el previsible aumento de la sequía haga que zonas de yesos, hoy no válidas para este tipo de hábitat, lleguen a convertirse en islas susceptibles de ser ocupadas por los gipsófitos. A ello hay que sumar la pérdida de superficie por pura dinámica, un problema, como ya hemos indicado, de difícil solución y que debe ser resuelto probablemente a escala global.

VALORACIÓN		VALORACIÓN	
REGIÓN BIOGEOGRÁFICA ALPINA		REGIÓN BIOGEOGRÁFICA MEDITERRÁNEA	
Perspectivas futuras	Ya se ha comentado que lo que hay de alpino es, con toda probabilidad, un error	Perspectivas futuras	FV

Favorable (FV); Inadecuada (U1); Mala (U2); Desconocida (XX).

Tabla 3.5

Evaluación de las perspectivas de futuro del tipo de hábitat 1520* para las regiones biogeográficas Alpina y Mediterránea.

3.5. EVALUACIÓN DEL CONJUNTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación global es preocupante. Se trata probablemente de uno de los tipos de hábitat mejor recogidos en la cartografía de hábitat, porque es muy fácil de detectar. La combinación de diferentes elementos de diagnóstico de muy variada naturaleza: biológicos, como son la presencia de gipsófitos en muchos casos fáciles de identificar y de costras biológicas, con elementos geológicos, la presencia de yesos en el suelo, a veces con cristales muy conspicuos y elementos de paisaje, como es la estructura en manchas de la vegetación, hacen muy fácil su detección. Es por ello que, salvo pequeños errores, la cartografía refleja bastante bien la presencia del tipo de hábitat.

Sin embargo, lo que no es recogido adecuadamente es el estado de conservación de toda esa superficie y, sobre todo, la incidencia que todos los factores de degradación que hemos indicado con anterioridad están generando. Es por ello que la evaluación global es preocupante. La degradación asociada a la reforestación y a las malas prácticas agrícolas, junto con las derivadas de la minería (Mota *et al.*, 1993) es un enorme problema.

Ejemplos en este sentido se pueden encontrar en la comarca de Huete (Cuenca) en relación con reforestaciones, en las inmediaciones de Zaragoza en relación con malas prácticas agrícolas y actuaciones urbanísticas o en el karst de Sorbas, Almería, en relación con la minería (Mota *et al.*, 2004a, 2004b).

VALORACIÓN		VALORACIÓN	
REGIÓN BIOGEOGRÁFICA ALPINA		REGIÓN BIOGEOGRÁFICA MEDITERRÁNEA	
Evaluación del conjunto del estado de conservación	Ya se ha comentado que lo que hay de alpino es, con toda probabilidad, un error	Evaluación del conjunto del estado de conservación	XX

Favorable (FV); Inadecuada (U1); Mala (U2); Desconocida (XX).

Tabla 3.6

Evaluación del conjunto del estado de conservación del tipo de hábitat 1520* para las regiones biogeográficas Alpina y Mediterránea.



4. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN

Las recomendaciones para la conservación de estos sistemas son sencillas:

Recomendaciones de gestión

- Minimizar el riesgo de destrucción directa y fragmentación. Esto quiere decir excluir estas zonas de las reforestaciones, tanto las relacionadas con la gestión de cuencas hidrológicas como, por ejemplo, ha ocurrido en los últimos diez años en la cuenca del Guadiela, como las de reforestación de tierras agrícolas marginales de la PAC.
- Minimizar el riesgo de erosión.
- Evitar roturaciones. Esto exige un levantamiento cartográfico de todo el tipo de hábitat.
- Controlar la apertura de nuevas canteras y restaurar ecológicamente las que están en funcionamiento en la actualidad. La explotación de los yesos es un recurso realmente importante para algunas zonas, que debe hacerse compatible con la conservación de estos yesares.
- Gestionar complejos completos. Es decir, estos matorrales aparecen asociados a comunidades nitro-halófilas y halófilas en los fondos de valle. La gestión debe ser global. Son unidades ecosistémicas y paisajísticas completas.
- Reconocer en la costra biológica el elemento más importante del sistema. No cabe duda de que prácticamente no se tiene información sobre cómo gestionar estos elementos, pero hay que tener claro que es un elemento clave.
- Sería recomendable balizar itinerarios para motos y bicicletas para encauzar este tráfico y minimizar su impacto en todo el sistema. De no ser posible, no quedaría más remedio que prohibir este tipo de actividades recreativas. En el caso de la instalación de grandes infraestructuras eólicas, sería deseable la detección de las zonas mejor conservadas para evitar su destrucción. En este sentido, es importante recordar que las mejores representaciones suelen aparecer en las zonas cacuminales, es decir, en las zonas más expuestas de los cerros, que por otra parte son las más favorables a la instalación de este tipo de infraestructuras.

Recomendaciones de restauración

La explotación del yeso es un aprovechamiento tradicional en muchas de estas comarcas, de hecho la explotación del *lapis speculum* por los romanos permitió el florecimiento y desarrollo de ciudades tan importantes como Ercávica. Todavía hoy es un recurso muy importante en algunas zonas, especialmente en el sureste de la Península.

La restauración de explotaciones abandonadas debe constituir una prioridad (Mota *et al.*, 1999). Igualmente, este aprovechamiento debe hacerse compatible con la conservación de este tipo de hábitat, lo cual no es una tarea sencilla. Afortunadamente, se tiene algo de información sobre cuál es la dinámica de las canteras abandonadas, al menos en los afloramientos almerienses, y cómo acelerar este proceso de recuperación (Mota *et al.* 2004a, 2004b).

Recomendaciones de educación

Probablemente es el aspecto que más se debe trabajar. En general, se trata de un tipo de hábitat para el que la percepción social resulta siempre de baja calidad de conservación. La gente no asocia este tipo de paisajes con un alto valor biológico y con un extremo riesgo de pérdida de diversidad biológica. A modo de

ejemplo, se puede indicar que prácticamente nadie en Madrid, más allá de los profesionales, es consciente de que la mayor riqueza biológica de la comunidad y la más amenazada aparece en las zonas de yesos del sur de Madrid.

Recomendaciones de investigación.

Ver el apartado pertinente.

Mejora de la red de espacios

Como ya se ha indicado, sería recomendable incluir algún espacio en los yesos de Belorado en Burgos, los cuales, aunque bastante deteriorados, tienen un elevado valor como representación finícola, mejorar la propuesta de los yesos de Guadix-Baza, ampliar alguno de los LIC de las sierras subbéticas y béticas para incluir los yesares de sus zonas basales e incluir algún espacio más para recoger los afloramientos de las comarcas interiores catalanas.

Monitorización

Implementar una red de monitorización a largo plazo de estos sistemas incluyendo variables a nivel demográfico, comunitario y ecosistémico y diseñar una adecuada red de reservas.



5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1. BIENES Y SERVICIOS

Estos yesares presentan un enorme valor paisajístico y científico. El número de endemismos de área restringida y con graves problemas de conservación es muy elevado. Desgraciadamente, no hay estudios detallados que cuantifiquen el valor de los recursos biológicos que allí aparecen, ni de los servicios ecosistémicos que ofrecen. Evidentemente, el aprovechamiento tradicional, el de la ganadería en régimen extensivo, está en declive, aunque localmente se están realizando esfuerzos para garantizar su conservación. La puesta en valor de estas zonas pasa por la recuperación de los aprovechamientos tradicionales y, sobre todo, por la puesta en valor de su valor paisajístico y biológico. Son paisajes excepcionales, especialmente en el contexto europeo.

5.2. LÍNEAS PRIORITARIAS DE INVESTIGACIÓN

- Es necesario desvelar cuál es la naturaleza de la gipsofilia. Como ya se ha indicado, se tiene mucha información pero no definitiva.
- Resulta básico descifrar cuáles son los factores que determinan la rareza y la riqueza de estas islas edáficas a diferentes escalas: local, regional y global.
- Cómo afecta el calentamiento global a estos sistemas. Es necesaria información empírica, así como modelos que permitan prever el futuro de estos sistemas insulares. Como ocurre en todos los sistemas insulares, la capacidad de desplazamiento latitudinal no suele ser siempre factible. Asociado a esto sería razonable saber la capacidad de adaptación local de estos gipsófitos.
- Qué ocurre con el efecto combinado de varios motores de cambio global. Por ejemplo, cómo la degradación, la fragmentación y el calentamiento interactúan sobre este tipo de hábitat a diferentes niveles de organización.
- Cómo restaurar estos sistemas. No cabe duda que se ha trabajado algo en este sentido, pero hay que profundizar este conocimiento. Es necesaria información sobre cómo debemos restaurar estos sistemas y cómo aceleramos el proceso.
- Profundizar nuestro conocimiento sobre las costas biológicas, su composición, estructura, su papel en el funcionamiento ecosistémico.
- Cuál es la dinámica de estos sistemas y cuáles son los factores que controlan ese proceso a diferentes escalas, desde la escala de paisaje a la de parches de vegetación.
- Cuáles son los factores que determinan el reclutamiento de los gipsófitos. Qué factores controlan la heterogeneidad temporal y espacial en el reclutamiento. Cuáles son y cómo funcionan las interacciones entre especies. Es verdad que lo que domina en ambiente tan estresante son las interacciones positivas. Describir relaciones anuales-perennes, incluyendo interacciones con grandes macollas, como el esparto (*Stipa tenacissima*).
- Cómo y cuáles son las interacciones planta-animal, así como cuál es su papel en la viabilidad de los gipsófitos.
- Las interacciones entre los elementos de la costa biológica y los gipsófitos parecen clave. Es necesario describirlas y ver su variación espacio-temporal.
- Analizar cuál es el estadio de la degradación/erosión del suelo como soporte de este tipo de hábitat y diseñar medidas paliativas.



6. BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA DE REFERENCIA

- AMARAL FRANCO, J., 1986. *Juniperus* L. En: Castroviejo, S. et al., (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. 1: 181-188. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- AMARAL FRANCO, J., 1986. *Pinus* L. En: Castroviejo, S. et al., (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. 1: 168-174. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- ARAGÓN, C.F., ALBERT, M.J., GIMÉNEZ-BENAVIDES, L., LUZURIAGA, A.L., & ESCUDERO, A., 2007. Scales of Environmental Variability on the Reproduction of a Gypsophyte: What is Stress for a Semiarid Specialist? *Annals of Botany* 99: 519-527.
- ARAGÓN, C.F., ESCUDERO, A. & F. VALLADARES, 2008. Stress-Induced Dynamic Adjustments of Reproduction at Sequential Developmental Stages Differentially Affect Fitness Components of a Semiarid Gypsum Plant. *Journal of Ecology* 96: 222-229.
- ARCE, F. & PONS, P., 2003. Cuiruca Cabecinegra *Sylvia melanocephala*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 476-477.
- BAÑARES, A., BLANCA, G., GÜEMES, J., MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (eds.), 2003. *Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- BARBERA, J.C., AYLLÓN, E., TRILLO, S. & ASTUDILLO, G., 1999. *Atlas provisional de distribución de los anfibios y reptiles de la provincia de Cuenca*. Zoología Baetica nº 10. pp 123-148.
- BARTOLOMÉ C., ÁLVAREZ JIMÉNEZ, J., VAQUERO, J., COSTA, M., CASERMEIRO, M.A., GIRALDO, J. & ZAMORA, J., 2005. *Los tipos de hábitat de interés comunitario de España. Guía básica*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección general para la Biodiversidad.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E., HERRERA, C.M., MOLERO, J., MUÑOZ, J. & VALDÉS, B., 2000. *Libro rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía, Tomo II: Especies vulnerables*. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente.
- BLANCO AGUIAR, J.A., VIRGÓS, E. & VILLAFUERTE, R., 2003. Perdiz roja *Alectoris rufa*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 212-213
- BLAS, J. & A. R., 2003. Mochuelo europeo *Athene noctua*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 318-319.
- BORRÁS, A. & SENAR, J.C., 2003. Pardillo común *Carduelis cannabina*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 586-587.
- BURGAS MORENO, A.R., 1983. *Flora y vegetación gipsófila de la provincia de Valladolid y Sureste de la de Palencia*. Excelentísima Diputación Provincial de Valladolid, Instituto Cultural Simancas.
- CABALLERO, I., OLANO, J.M., ESCUDERO, A. & LOIDI, J., Seed Bank Spatial Structure in Semi-Arid Environments: Beyond the Patch-Bare Area Dichotomy. *Plant Ecology (in press)* doi: 10.1007/s11258-007-9316-7.
- CABALLERO, I., OLANO, J.M., LOIDI, J. & ESCUDERO, A., 2003. Seed Bank Structure Along a Semi-Arid Gypsum Gradient in Central Spain. *Journal of Arid Environments* 55: 287-299.
- CABALLERO, I., 2006. *Estructura espacio-temporal de un banco de semillas: Las comunidades gipsícolas del centro de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco.
- CABALLERO I., OLANO, J.M., LUZURIAGA, A.L. & ESCUDERO, A., 2005. Spatial Coherence Between Seasonal Seed Banks in a Semi-Arid Gypsum Community, Density Changes but Structure Does Not. *Seed Science Research* 15: 153-160.

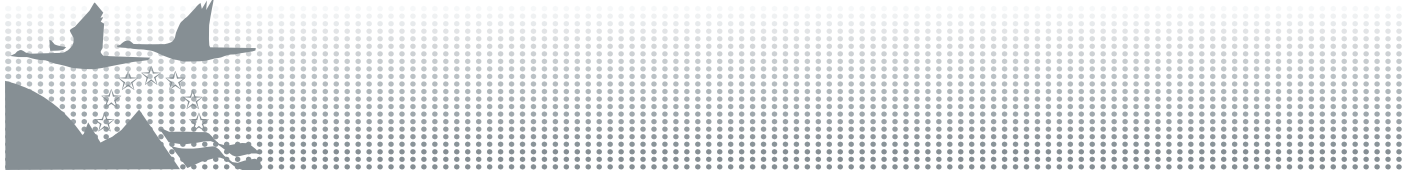
- CABALLERO, I., OLANO, J.M., LOIDI, J. & ESCUDERO, A. A model for Small-Scale Seed Bank and Standing Vegetation Connection Along Time. *Oikos* (aceptado).
- CARBONELL, R., 2003. Curruca tomillera *Sylvia conspicillata*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 472-473
- CARRASCAL, L.M. & LOBO, J., 2003. Apéndice I. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 718-721.
- CARTAGENA BELCHI, M.C., 2001. *Biología y ecología de los Tenebrionidos (Coleoptera, Tenebrionidae) en ecosistemas iberolevantinos*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 414 p.
- CASARES-PORCEL, M. & GUTIÉRREZ-CARRETERO, L., 1995. Síntesis de la vegetación liquénica gipsícola termo y mesomediterránea de la Península Ibérica. *Cryptogamie, Bryol. Lichenol.* 14 (4): 361-388.
- CERRILLO, M.I., DANA, E.D., CASTRO, H., RODRÍGUEZ-TAMAYO, M. L. & MOTA, J.F., 2001. Selección de áreas prioritarias para la conservación de flora gipsícola en el sureste de la Península Ibérica. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 395-408.
- COPETE, J.L., 2004. Chorlito carambola *Charadrius morinellus*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 231-232.
- CRUZ, M., ESCUDERO, A., MAESTRE, F. & ROMAO, R.L., 2008. Where do Seedlings Go? A Spatio-Temporal Analysis of Early Mortality in a Semiarid Specialist. *Ecography* 31: 1-11.
- DANA, E. & MOTA, J., 2006. Vegetation and Soil Recovery on Gypsum Habitats on Semiarid Spain. *Journal of Arid Environments* 65: 444-559.
- DE JUANA, E., BARROS, C. & HORTAS, F., 2003. Alcaraván común *Burbinus oedicephalus*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 244-245.
- DE JUANA, E., BARROS, C. & HORTAS, F., 2004. Alcaraván común *Burbinus oedicephalus*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 216-219.
- DESIR, G., 2001. *Erosión hídrica de terrenos yesíferos en el sector central de la Depresión del Ebro*. Consejo Superior de Protección de la Naturaleza. Serie Investigación 15. 326 p.
- DESIR, G., SIRVENT, J., GUTIÉRREZ, M. & SANCHO, C., 1995. Sediment Yield from Gypsiferous Degraded Areas in the Middle Ebro Basin (NE, Spain): *Physics and Chemistry of the Earth* 20: 385-393.
- DESIR, G., 2002. Hydrological Response Types of Gypsiferous Soils in a Semiarid Region During Nine Years of Continuous Record. *Hydrological Processes* 16 (13): 2685-2700.
- DGMN-Región de Murcia. Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de la Región de Murcia. 1995. *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales Calblanque, Monte de Las Cenizas y Peña del Águila*. Murcia. Junio de 1995.
- DÍAZ, M., 2003. Cogujada Montesina *Galerida theklae*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 374-375.
- DÍAZ, M., ASENSIO, B. & TELLERÍA, J.L., 1996. *Aves ibéricas I. No paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.
- DOMÍNGUEZ LOZANO, F., GALICIA HERBADA, D., MORENO RIVERO, L., MORENO SÁIZ, J.C. & SÁINZ OLLERO, H., 1994. Asientos para un Atlas Corológico de la Flora Occidental. Mapa 646, *Fontqueria* 40: 181-183.
- DURANY, E., GARCÍA, S. & ROBSON, D., 2004. Xori-guer Comú *Falco tinnunculus*. En: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.) *Atlas dels Ocells Nidificants de Catalunya 1999-2002*. Barcelona: ICO-Lynx Edicions. pp 186-187.
- ESCUDERO, A., ALBERT, M.J., PITA, M.J. & PÉREZ-GARCÍA, F., 2000a. Inhibitory Effects of *Artemisia herba-alba* on the Germination of the Gypsophyte *Helianthemum squamatum*. *Plant Ecology* 148: 71-80.
- ESCUDERO, A., IRIONDO, J.M., OLANO, J.M., RUBIO, A., & SOMOLINOS, R.C., 2000b. Factors Affecting Establishment of a Gypsophyte: The Case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *American Journal of Botany* 87: 861-871.
- ESCUDERO, A., SOMOLINOS, R.C., OLANO, J.M. & RUBIO, A., 1999. Factors Controlling the Establishment of *Helianthemum squamatum*, An Endemic Gypsophile of Semi-Arid Spain. *Journal of Ecology* 87: 290-302.

- ESCUDERO, A., CARNES, L. & PÉREZ-GARCÍA, F., 1997. Seed Germination of Gypsophytes and Gypsovags in Semiarid Central Spain. *Journal of Arid Environments* 36: 487-497.
- ESCUDERO, A., MARTÍNEZ, I., DE LA CRUZ, A., OTÁLORA, M.A.G. & MAESTRE, F.T., 2007. Soil Lichens Have Species-Specific Effects on the Seedling Emergence of Three Gypsophile Plant Species. *Journal of Arid Environments* 70: 18-28.
- ESCUDERO, A., ROMAO, R., DE LA CRUZ, M. & MAESTRE, F.T., 2005. Spatial Pattern and Neighbor Effects on *Helianthemum squamatum* Seedlings in a Semiarid Mediterranean Gypsum Community. *Journal of Vegetation Science* 16: 383-390.
- GARRIDO BECERRA, J.A., MARTÍNEZ HERNÁNDEZ F. & MOTA PAVEDA, 2004. J.F., Biogeografía y conservación en las comunidades vegetales en yeso de la Península Ibérica (Orden Gypsophiletalia Bellot & Rivas Godoy En Rivas Godoy *et al.*, 1957). En: *Biología de la Conservación. Reflexiones, propuestas y estudios desde el S.E. Ibérico*: 219-234. Instituto de Estudios Almerienses.
- GARZA, V., SUÁREZ, F. & TELLA, J.L., 2003. Alondra de Dupont *Cherosophilus dupontii*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 364-365.
- GARZA, V., SUÁREZ, F. & TELLA, J.L., 2004. Alondra Ricotí *Cherosophilus dupontii*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 309-312.
- GÓMEZ-CAMPO, C., 1992. *Brassica repanda* subsp. *gypsicola* subsp. nova. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 50: 145.
- GUERRA J., ROS, R.M., CANO M.J. & CASARES-PORCEL, M., 1995. Gypsiferous Outcrops in SE Spain; Refuges of Rare, Vulnerable and Endangered Bryophytes and Lichens. *Cryptogamie: Bryologie, Lichénologie* 16: 125-135.
- GUERRERO-CAMPO J., ALBERTO, F., HODGSON J., GARCÍA RUIZ, J.M., & MONSERRAT-MARTI, G., 1999a. Plant Community Patterns in a Gypsum area of NE Spain I. Interaction With topographic Factors Distribution of Vegetation. *Journal of arid environments* 41: 401-410.
- GUERRERO-CAMPO J., ALBERTO F., MAESTRO F., HODGSON J. & MONSERRAT-MARTI, G., 1999b. Plant Community Patterns in a Gypsum Area of NE Spain II. Effects of Ion Washing on Topographic Distribution of Vegetation *Journal of arid environments* 41: 411-419.
- GUTIÉRREZ, L. & CASARES-PORCEL, M., 1994. Flora líquénica de los yesos miocénos de la provincia de Almería (España). *Candollea* 49: 343-358.
- HERNÁNDEZ, Á. & INFANTE, O., 2003. Alcaudón Real *Lanius meridionalis*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 534-535.
- HERRANDO, S., 2003. Collalba Rubia *Oenanthe hispanica*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 434-435.
- HERRANZ, J. & SUÁREZ, F., 2003a. Ganga ortega *Pterocles orientallis*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 290-291.
- HERRANZ, J. & SUÁREZ, F., 2003b. Ganga ibérica *Pterocles alchata*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 292-293.
- LÁZARO, R. & CASTILLO, A., 1987. Sobre algunas plantas de las yeseras de Almería. *Acta Botanica Malacitana* 12: 229-231.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G., 1995. *Helianthemum* Mill. En: Castroviejo, S. *et al.*, (eds.). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* Vol. 3: 365-421. Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC.
- MACHÍN, J. & NAVAS, A., 1998. Spatial Analysis of Gypsiferous Soils in the Zaragoza Province (Spain), Using GIS As An Aid to Conservation. *Geoderma* 87: 57-66.
- MANRIQUE, J., 1997. *Corología y ecogeografía de las aves nidificantes en la provincia de Almería (sureste ibérico)*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- MANRIQUE, J., BALLESTEROS, G., BARONE, R. & LÓPEZ, G., 2003. Camachuelo Trompetero *Bucanetes githagineus*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 590-591.

- MANRIQUE, J., G. BALLESTEROS, R. BARONE & LÓPEZ, G., 2004. Camachuelo trompetero *Bucanetes githagineus zedlitzii*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 373-375.
- MARTÍNEZ, I., ESCUDERO, A., MAESTRE, F.T., DE LA CRUZ, A., GUERRERO, C. & RUBIO, A., 2006. Small-Scale Patterns of Abundance of Mosses and Lichens Forming Biological Soil Crusts in Two Semi-arid Gypsum Environments. *Australian Journal of Botany* 54: 339-348.
- MARTÍNEZ-PADILLA, J., 2003. Cernícalo Vulgar *Falco tinnunculus*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 198-199.
- MATESANZ, S., 2008. Ecología funcional de plantas de yesos: respuestas y vulnerabilidad al cambio global. Tesis doctoral. MADRID: URJC.
- MATESANZ, S., ESCUDERO, A. & VALLADARES, F., 2008. Additive Effects of an Invasive Grass and Water Stress on the Performance of Gypsum Plants Under Experimental Conditions. *Applied Vegetation Science* 11: 287-296.
- MERLO, M.E. *et al.*, 2001. Recapitulación sobre el comportamiento biogeoquímico de algunos gipsófitos y halófitos ibéricos. *Monografías de Flora y Vegetación Béticas* 12: 77-95.
- MERLO, M.E., MOTA, J.F., ALEMÁN, M.M. & CABELLO, J., 1998. La gipsofilia: un apasionante edafismo. *Investigación & Gestión* 3: 103-111.
- MEYER, S.E., 1986. The Ecology of Gypsophile Endemism in the Eastern Mojave Desert. *Ecology* 67: 1303-1313.
- MOLINA, A., RUBIO SÁNCHEZ, A. & ESCUDERO ALCÁNTARA, A., 1989. Cartografía Corológica Ibérica. Aportaciones 1-4. *Botanica Complutense* 15: 245-260.
- MOTA, J.F., 2001. Análisis de agrupamientos o de "cluster" aplicado al estudio de la flora y vegetación de yesos. En: Aguilera, P. & Garrido, A. *Aplicaciones ambientales del análisis multivariante*: 143-176.
- MOTA, J.F., NAVARRO F.B., PÉREZ-GARCÍA F.J., PÉREZ-LATORRE A., SÁNCHEZ-GÓMEZ P., TORRES J.A., BENAVENTE A., BLANCA G., GIL C., LORITE J., MEDINA-CAZORLA J.M. & MERLO, M.E., 2008. Dolomite flora of the Baetic Ranges glades (South Spain). *Flora* 203: 359-375.
- MOTA, J.F., SOLA, A., DANA, E.D. & JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M.L., 2003b. Plant Succession in Abandoned Gypsum Quarries in SE Spain. *Phytocoenologia* 33(1): 13-28.
- MOTA, J., CUETO, M & MERLO M.E. (eds.), 2003a *Flora amenazada de la provincia de Almería*. Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones.
- MOTA, J.F., 2007. Vegetación de escarpes, gleras y rocas. En Blanca & Valle (eds.) *Proyecto Andalucía. Tomo XXIV (Botánica V)* 139-162. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- MOTA, J.F., ALVARADO, J.J., GÓMEZ, F., VALLE, F. & CABELLO, J., 1995. Vegetación gipsícola y conservación de la naturaleza. *Colloques Phytosociologiques* XXI: 677-688.
- MOTA, J.F., SOLA A.J., JIMÉNEZ-SÁNCHEZ M.L., PÉREZ-GARCÍA F.J. & MERLO, M.E., 2004a. Gypsicolous Flora, Conservation and Restoration of Quarries in the Southeast of the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation* 13: 1.797-1.808.
- MOTA, J.F., SOLA A.J., JIMÉNEZ-SÁNCHEZ M.L., PÉREZ-GARCÍA F.J. & MERLO, M.E., 2004b. Gypsophilous Flora and Quarries: Some Remarks on the Preservation and Restoration of Gypsum Outcrops. *Ecologia Mediterranea* 30 (2): 107-109.
- MOTA, J.F., VALLE, F. & CABELLO, J., 1993. Dolomitic Vegetation of South Spain. *Vegetatio* 109: 29-45.
- MOTA, J.F. MERLO, E., OYONARTE, C., PEÑAS, J., PÉREZ GARCÍA, F.J., RODRÍGUEZ TAMAYO, M.L., AGUILERA, A., BONILLA, G., CABELLO, J., CUETO, M., DANA, E., FERNÁNDEZ JURADO, M.A., SOLA, A.J & LÓPEZ CERRILLO, M.I., 1999. Vegetación, sucesión y restauración ecológica en canteras de yesos. En: Navarro Flores, A. Sánchez Garrido, J.A. & Collado, D.M. (eds.) *Minería, industria y medio ambiente en la Cuenca Mediterránea*. Almería: Universidad de Almería, Servicio de publicaciones. PP 84-93.
- MOTA, J.F., CABELLO J., CUETO M., GÓMEZ F., GIMÉNEZ E. & PEÑAS, J., 1997. *Datos sobre la vegetación del sureste de Almería. Desierto de Tabernas, Karst en Yesos de Sorbas y Cabo de Gata*. Universidad de Almería.
- MOTA, J.F., SÁNCHEZ-GÓMEZ, P., CATALÁN, P., LAGUNA, E., DE LA CRUZ, M., NAVARRO, F.B., MARCHAL, F., BARTOLOMÉ, C., MARTÍNEZ-LABARGA, J.M, SÁINZ OLLERO, H., VALLE, F., SERRA, L., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, F., GARRIDO BECERRA, J.A. &

- GARRIDO, F.J., 2009. Aproximación a la checklist de los gipsófitos ibéricos. *Anales de Biología* 31 (en prensa)*
- NAVAS, A., 1990. The Effect of Simulated Runoff on the Erosion of Gypsiferous Soils. *Land Degradation and Rehabilitation* 2: 117-126.
- NAVAS, A., 1990. The Effect of Selected Physiological Factors on Dissolved Gypsum Transport by Simulated Runoff on Gypsiferous Soils. *Catena* 17: 409-416.
- NAVAS, A., 1993. Soil Losses Under Simulated Rainfall in Semiarid Shrublands of the Ebro valley. *Soil Use and Management* 9 (4):152-157.
- NAVAS, A. & MACHÍN, J., 1997. Assessing Erosion Risks in the Gypsiferous Esteppe of Litigio (NE Spain). An Approach Using GIS. *Journal of Arid Environments* 37:433-441.
- OLANO, J.M., CABALLERO, I., LOIDI, J. & ESCUDERO, A., 2005. Prediction of Plant Cover from seed Bank Analysis in a Semi-Arid Plant Community on Gypsum. *Journal of Vegetation Science* 16: 215-222.
- ORTUÑO, V. M. & TORIBIO, M., 1996. *Los Coleópteros Carábidos. Morfología, biología y sistemática. Fauna de la Comunidad de Madrid*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Naturales.
- PALACIO, S., ESCUDERO, A., MONTSERRAT-MARTÍ, G., MAESTRO, M., MILLA, R. & ALBERT, M.J., 2007. Plants Living on Gypsum: Beyond the Specialist Model. *Annals of Botany* 99: 333-343.
- PÉREZ GARCÍA, F.J., CUETO, M., JIMÉNEZ SÁNCHEZ, M.L., GARRIDO, J.A., MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, F., MEDINA CAZORLA, J.M., RODRÍGUEZ TAMAYO, M.L., SOLA, A.J. & MOTA, J.F., 2003. Contribución al conocimiento de la flora de Andalucía, citas novedosas e interesantes de la provincia de Almería. *Acta Botanica Malacitana* 28: 233-237.
- PLEGUEZUELOS, J.M., MARQUEZ, R. & LIZANA, M., 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, AHE.
- PUEYO, Y. & ALADOS, C.L., 2007. Abiotic Factors Determining Plant Communities in a Semi-Arid Mediterranean Landscape: Differential Response of Vegetation on Gypsum and Non-Gypsum Substrates. *Journal of Arid Environments* 69: 490-505.
- PUEYO, Y., ALADOS, C.L., BARRANTES, O., KOMAC, B. & RIETKERK, M., 2008. Differences in Gypsum Plant Communities Associated With Habitat Fragmentation and Livestock Grazing. *Ecological applications* 18 (4): 954-964.
- PUEYO, Y., ALADOS, C.L., MAESTRO, M. & KOMAC, B., 2007. Gypsophile Vegetation Patterns Under a Range of Soil Properties Induced by Topographical Position. *Plant Ecology* 2007: 301-312
- PURROY, F.J., 2003. Alondra Común *Alauda arvensis*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 378-379.
- ROMÃO R.L. & ESCUDERO, A., 2005. Gypsum Physiological Soil Crusts and the Existence of Gypsophytes in Semi-Arid Central Spain. *Plant Ecology* 181: 127-137.
- RUBIO SÁNCHEZ, A., ESCUDERO ALCANTARA, A. & MOLINA MARUENDA, A., 1992. Cartografía Corológica Ibérica: Aportación 36-39. *Botanica Complutense* 17: 188-198.
- RUBIO, A. & ESCUDERO, A., 2000. Small-Scale Spatial Soil-Plant Relationship in Semi-Arid Gypsum Environment. *Plant and Soil* 220: 139-150.
- SAMPIETRO, F. J. & PELAYO, E., 2003. Terrera marismeña *Calandrella rufescens*. En: Martí, R. & del Moral, J.C. (eds.) *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SEO/BirdLife. pp 370-371.
- SAMPIETRO, F.J., PELAYO, E., HERNÁNDEZ, F., CABRERA, M. & GUIRAL, J., 1998. *Aves de Aragón. Atlas de especies nidificantes*. Zaragoza: Diputación General de Aragón e IberCaja.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, P. & ALCARAZ ARIZA, F., 1993. *Flora, vegetación y paisaje vegetal de las sierras de Segura Orientales*. Murcia: Inst. Est. Albacetenses.
- SANTOS, X. CARRETERO, M.A., LLORENTE, G. & MONTORI, A. (Asociación Herpetológica Española), 1998. Inventario de las Áreas importantes para los anfibios y reptiles de España. Ministerio de Medio Ambiente. Colección Técnica. 237 p.
- SOLÍS, J.C. & DE LOPE, F., 1996. *Un ejemplo de manejo de un área protegida: la selección de hábitats de nidificación del Alcaraván (Burhinus oedicnemus) en Doñana*. En: Fernández Gutiérrez, J. y Sanz-Zuasti, J. (eds.): Conservación de las aves esteparias y su hábitat. Valladolid: Junta de Castilla y León. pp 81-89.

- SUÁREZ, F. & HERRANZ, J., 2004a. Ganga ortega *Pterocles orientallis*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 265-269.
- SUÁREZ, F. & HERRANZ, J., 2004b. Ganga ibérica *Pterocles alchata*. En: Madroño, A., González G. & Atienza, J.C., (eds.): *Libro Rojo de las Aves de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. pp 269-271.
- SUÁREZ, F., HERRANZ, J., MARTÍNEZ, C., MANRIQUE, J., ASTRAIN, C., ETXEBERRIA, A., CURCÓ, A., ESTRADA, J. & YANES, M., 1999. Utilización y selección de hábitat de las gangas ibérica y ortega en la península Ibérica. En: Herranz J. & Suárez, F. (eds.): *La Ganga Ibérica (Pterocles alchata) y la Ganga Ortega (P. orientalis) en España. Distribución, abundancia, biología y conservación*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Colección Técnica. pp 127-156.
- SUÁREZ, F.; HERVÁS, I., HERRANZ, J. & DEL MORAL, J.C., 2006. *La ganga ibérica y la ganga ortega en España: población en 2005 y método de censo*. Madrid: SEO/BirdLife.
- TELLERÍA, J. L., ASENSIO, B. & DÍAZ, M., 1999. *Aves ibéricas II. Paseriformes*. Madrid: J.M. Reyero Editor.
- VERDÚ, J.R. & GALANTE, E. (eds.), 2006. *Libro Rojo de los Invertebrados de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad. Colección Técnica.
- VILLAFUERTES, R. & DELIBES-MATEOS, M., 2007. *Oryctolagus cuniculus*. Ficha Libro Rojo. pp 490-491. En: Palomo, L.J., Gisbert, J., & Blanco, J.C. *Atlas y Libro Rojo de los mamíferos de España*. Madrid: Dirección general para la Biodiversidad, SECEM-SECEMU.
- ZABALLOS J.P. & JEANNE, C., 1993. Nuevo catálogo de los Carábidos (Coleoptera) de la Península Ibérica. Monografías SEA 1. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa. 159 p.



7. FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1

Fragmentación de origen agrícola. Probablemente la amenaza más importante de este tipo de comunidades.



Fotografía 2

Comunidades típicas del tipo de hábitat 1520*.



Fotografía 3

Complejo de comunidades sobre sustratos yesosos en los afloramientos de la cuenca del Tajo. En primer término las comunidades de este tipo de hábitat. En el fondo comunidades *Frankenia thymifolia* y más allá, los albardinares de *Lygeum spartum*.



Fotografía 4

Plántula de *Helianthemum squamatum* sobre la costra liquénica de yesos.



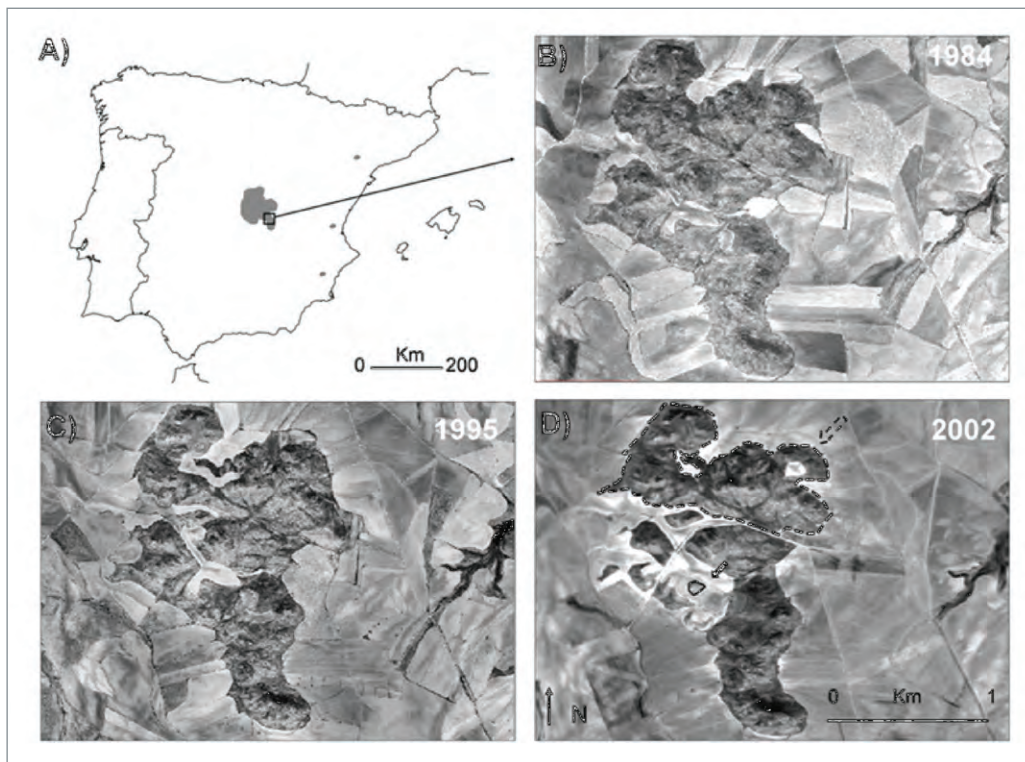
Fotografía 5

Islas de yesos en el límite altitudinal de estas comunidades en el Sistema Ibérico Meridional en Cuenca (1.000 m).



Fotografía 6

Planta de *Lepidium subulatum* tras una helada invernal.



Fotografía 7

Proceso de fragmentación reciente en las inmediaciones de Belinchón (Cuenca) en el valle del Tajo.

ANEXO 1 INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA COMPLEMENTARIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Consideraciones previas.

Este hábitat está presente en las regiones peninsulares con suelos ricos en yesos, localizados fundamentalmente en la mitad oriental de la Península, sobre todo en el Valle del Ebro, incluyendo algunas comarcas del interior de Cataluña, Valle del Tajo con extensiones en La Mancha, en los territorios cálidos de levante, en el sureste peninsular y Andalucía oriental con algunas islas en el valle del Guadalquivir al pie de las sierras Subbéticas.

2. CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

2.1. Introducción

La presencia de suelos con yeso esta íntimamente ligada a la presencia de formaciones geológicas con yeso, fundamentalmente de edad Terciaria o Secundaria (Triásico), que constituyen el material de partida de estos suelos. Estas formaciones evaporíticas contienen, además de yeso, sales más solubles, de modo que pueden existir relaciones espaciales entre suelos con yeso y suelos salinos. Sin embargo, aunque no es raro encontrar ambas características, salinidad y presencia de yeso en un mismo suelo, las diferencias entre ambos tipos ya se conocen desde hace años (Huguet del Villar, 1929). La diferencia fue bien establecida con los medios de la época, tanto por Huguet del Villar (1929) como por Kubiëna (1952), y por los edafólogos posteriores. Los efectos del yeso sobre el suelo son diferentes, y en ciertos aspectos antagónicos a los de las sales más solubles. Pueden citarse los efectos de los cristales de yeso en la estructura edáfica, la no fitotoxicidad del yeso, contrastando con la de iones como Cl^- y Na^+ , el inapreciable estrés osmótico achacable al yeso, y aún más, el efecto de prevención o incluso de remedio de la sodificación, que ha llevado tradicionalmente a enmendar los suelos sódicos aplicándoles yeso.

Los suelos con yeso en España han sido estudiados por diferentes autores, si bien la presencia de este mineral en el suelo no garantiza la presencia del hábitat, ni aún cuando la pluviometría parezca favorable. Los suelos con características menos favorables para su aprovechamiento agrícola quedan relegados a zonas de ladera o estrechos interfluvios donde, salvo raras excepciones, aparece representado este hábitat. Sin embargo, en los suelos que ocupan los fondos de valle, y pese a sus elevados contenidos en yeso, la vegetación actual responde a un uso antrópico. En estas unidades los espesores de suelo llegan a superar el metro, lo que conlleva mayor posibilidad de almacenamiento de agua, si bien es cierto que en estos suelos pueden llegar a acumularse (a veces en profundidad) las sales lavadas desde posiciones más elevadas.

2.2. Descripción de los suelos: propiedades y componentes

La presencia de yeso es el condicionante edáfico más relevante en relación a la presencia de este hábitat; sin embargo, no está claro si existe algún límite, fundamentalmente inferior, en el contenido de éste. Pueden aparecer otros sulfatos, por ejemplo sulfatos magnésicos, aunque su mayor solubilidad provoca salinidad.

El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es el mineral de sulfato y calcio dominante en estos suelos, aunque de manera esporádica se ha citado la presencia de bassanita ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). La anhidrita aparece en condiciones ambientales extremas, fundamentalmente con muy elevada salinidad, por lo que no está presente en los suelos de este hábitat.

La singularidad de estos suelos está relacionada con la distribución y características de las rocas sobre las que se desarrollan. Es precisamente esta singularidad la que hace que algunos de los criterios y principios de la edafología no sean los más apropiados para su estudio. Este es el caso de la nomenclatura de los horizontes de acumulación ge-

neralizada de yeso, cuya asignación como horizontes B no siempre es satisfactoria. Por ello algunos trabajos proponen la utilización de la letra Y para designar a estos horizontes (Kubiëna, 1952; Porta & Herrero, 1988; Poch, 1992; Artieda, 1996). Artieda (1996) denomina así a aquellos horizontes que en campo se describen como de acumulación generalizada de yeso (más del 50% en volumen) y no están cementados, independientemente de su posición en el perfil. La condición de acumulación no hace referencia a un aporte externo del yeso, pero trata de excluir aquellas situaciones en las que éste se podría considerar claramente detrítico formando un material original con más del 50% en volumen de yeso (Artieda, 1996). La utilización de este horizonte, independientemente de su posición en el perfil (A o B), resulta satisfactoria, sobre todo cuando el horizonte superficial es yeso farináceo. En las descripciones de los anexos la notación propuesta aparece entre paréntesis.

Un aspecto importante a señalar son algunos términos utilizados cuando se habla de suelos con yeso. Así no es raro encontrar los términos *costra de yeso*, *yesos pulverulentos*, *yesos masivos*, etc., pero sin descripciones claras que permitan reconocer de manera precisa el objeto descrito. Bien diferentes son las referencias de antiguos trabajos, como es el caso del trabajo de Kubiëna (1952), quien reconoció en la provincia de Zaragoza las *yermas de costra yesosa*, haciendo una descripción del perfil tipo bastante detallada y que podría relacionarse con algunos de los suelos que se describen en este apartado. Braun-Blanquet & Bolós (1957) hacen alusiones al *yeso blanco pulverulento* que suele aparecer recubierto de líquenes y algas en el centro del Valle del Ebro y que consideran equivalente a la *yerma* de Kubiëna (1952).

Otro problema en el estudio de estos suelos es la dificultad que presenta la determinación analítica del yeso (Artieda, *et al.*, 2006), lo que complica en muchos casos su correcta clasificación. La determinación de otras características físico-químicas tampoco está exenta de problemas; así, la determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes de cambio o textura son algunos de los parámetros de difícil cuantificación. En el caso de los análisis texturales, éstos se ven imposibilitados cuando el contenido de yeso ronda el 15% (Artieda, 2004), de modo que esta propiedad debe estimarse al tacto.

Otros métodos de estudio, como la cuantificación mineral por difracción de R-X, también presentan problemas, debido, entre otros, a la orientación preferencial de los cristales de yeso en las preparaciones (Skarie *et al.*, 1987). Del mismo modo, hay que señalar la precaución que debe tomarse de no someter las muestras de suelo a elevadas temperaturas, debido a la deshidratación que se produce y consecuente pérdida de peso.

Los primeros estadios de edafización del yeso-roca corresponden a bolsadas en las anfractuosidades de dichas rocas (Herrero, 1991), siendo el desarrollo de estas formas menor a medida que las condiciones son más áridas (Artieda, 2004).

Las características morfológicas de estos suelos incipientes son muy particulares y diferentes de las conocidas para los suelos generados a partir de otros materiales en áreas más húmedas. La primera consecuencia de este proceso de edafización es la aparición de horizontes constituidos mayoritariamente por yeso, generalmente yeso microcristalino de color blanquecino a rosado y tacto de harina, de ahí su designación como yeso farináceo (Porta & Herrero, 1988). Este yeso presenta características morfológicas, micromorfológicas, físicas y químicas muy particulares (Porta & Herrero, 1988; Arricibita *et al.*, 1988; Herrero, 1991; Poch, 1992; Artieda, 1996, 2004), llegando a constituir horizontes Hipergípsicos (IUSS Working Group WRB, 2006) cuando el contenido en yeso (analítico) supera el 50% en peso y el espesor supera los 15 cm.

Estas primeras fases de edafización ocurren tanto en zonas de vertiente como en áreas de divisoria de aguas relativamente llanas. En el primer caso, la pendiente favorece la pérdida de material suelo y, por tanto, su evolución se ve frenada por los procesos erosivos. En el caso de áreas llanas, el desarrollo progresivo del horizonte Hipergípsico por alteración del yeso-roca infrayacente provoca espesores de suelo mayores, alcanzando espesores hasta métricos. En los primeros estadios, la alteración del yeso-roca para dar lugar al horizonte Y, la roca puede permanecer en la superficie (con espesores milimétricos a centimétricos), de modo que su transformación en yeso farináceo se produce por debajo de ésta.

La figura A2.1 muestra dos situaciones de suelos incipientes en laderas en las que alternan niveles de yeso-

roca y niveles lutíticos. El pedión QT-513 (Lithic Haplogypsid, según SSS, 1999; Epi-leptic Hypergypsic Gypsisol, según IUSS Working Group WRB, 2006) se sitúa en un pequeño escalón desarrollado a

favor de un estrato de yeso, y representa a los suelos desarrollados a partir de la alteración *in situ* de yeso-roca. Aparece así, y bajo una densa costra líquénica, un horizonte de yeso farináceo.

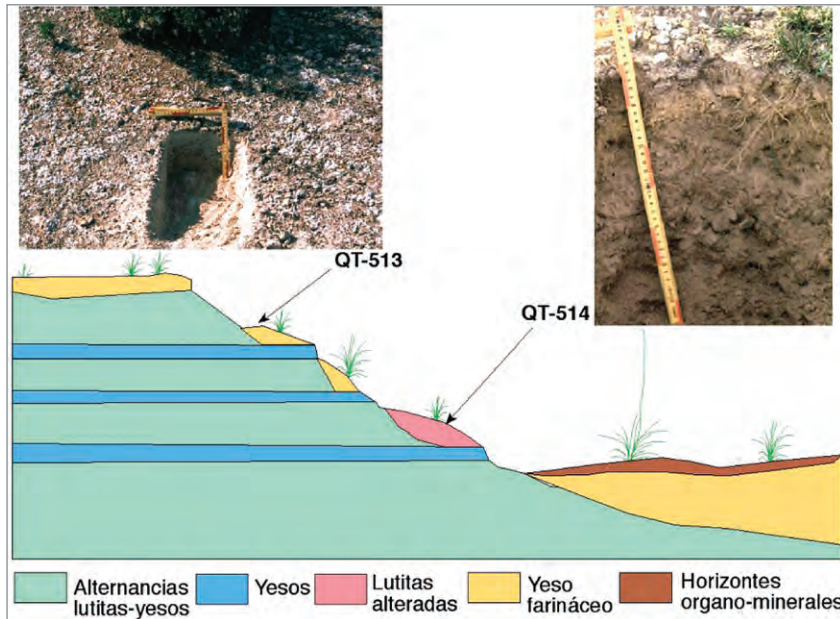


Figura A2.1

Esquema de distribución de suelos desarrollados en laderas en las que alternan lutitas y yesos. La diferente competencia de yesos y lutitas hace que estas vertientes presenten un modelado escalonado, convirtiéndose dichos escalones, a escala detallada, en áreas estables para la génesis de suelos (tomado de Artieda, 2004).

El pedión QT-514, (ver figura A2.1) sin embargo se desarrolla a partir de niveles lutíticos alternantes con los estratos de yeso. Presenta un delgado horizonte

A, por debajo del cual aparecen lutitas alteradas, tanto por crecimiento desplazante de yeso como por procesos de descalcificación (Artieda, 2004).

Horizonte	Prof. (cm.)	Color (húmedo)	Textura	pH 1:2,5	C.E. 1:5 dS/m a 25 °C	Yeso	CaCO3 equiv.	M.O.
						% en peso		
PEDIÓN QT-513: LITHIC HAPLOGYPSID (SSS, 1999)								
EPI-LEPTIC HYPERGYPSIC GYPISOL (IUSS WORKING GROUP WRB, 2006)								
Y	0-15	2,5 Y 6/2	F-Ar	8,0	2,2	68	14,6	0,9
R	15-20	Yeso-roca		-	-	-	-	-
PEDIÓN QT-514: LITHIC TORRIORTHENT (SSS, 1999)								
ENDOLEPTIC REGOSOL (GYPSIRIC) (IUSS WORKING GROUP WRB, 2006)								
A	0-10	2,5 Y 6/2	F-Ar	7,9	2,2	47	24,1	2,6
Cry	10-25	2,5 Y 5/2	F-L	7,9	2,2	49	16,4	0,9
	25-50	2,5 Y 5/2	F-L	8,0	2,4	51	17,8	0,7

En los relieves estructurales horizontales o subhorizontales, en yesos, glacis erosivos en yesos y rellanos de las partes somitales de los interfluvios, los suelos que aparecen son fundamentalmente Lithic Haplogypsis y Leptic Haplogypsis, según Soil Taxonomy (SSS, 1999), o clasificados como Epi-leptic Hiper gypsumic Gypsisols según WRB (IUSS Working Group WRB, 2006). Se trata de suelos con una secuencia de horizontes A-By (Y)-R; Ay (Y1)-By (Y2)-R, donde los horizontes Y están constituidos por yeso farináceo (ver fotografía A2.4) y la roca infrayacente es yeso secundario o lutitas.

En áreas donde domina el yeso-roca no es raro encontrar otros materiales tales como lutitas. La redistribución del yeso en el paisaje hace que, incluso en suelos desarrollados a partir de lutitas, el yeso esté presente. Este es el caso de los pediones BE-13 y BE-14 (anexo). En esta situación, la forma de yeso edáfico mas típica es la de “yeso vermiforme”. Se trata de acumulaciones de yeso en canales de raíces. La precipitación de yeso en el seno del material lutítico, así como procesos de descarbonatación muy particulares, provocan la desaparición de la estructura de roca y la formación de horizontes Bwy y By característicos (Artieda & Herrero, 2003). Así aparecen Endoleptic Regosol (Gypsic) y Epi-leptic Hiper gypsumic Gypsisols según WRB (IUSS Working Group WRB, 2006) y Typic Torriorthents y Leptic Haplogypsis según Soil Taxonomy (SSS, 1999).

Un aspecto importante a destacar es la abundancia de costras bióticas, formadas por comunidades de criptógamas junto a cianobacterias. Estas biocostras recubren parte de la superficie de estos suelos y del yeso-roca aflorante (ver foto A2.6), participando de forma activa en la alteración de la roca y consecuentemente formación del suelo. Además, estas costras ejercen un papel determinante en la protección de estos suelos frente a los procesos erosivos.

Las comunidades liquénicas, gipsófilas terrícolas y las de musgos presentan una elevada diversidad, originalidad, interés ecológico y fragilidad (Llimona y Navarro-Rosinés, 1999; Bruges, 1999).

Las propiedades físicas de estos suelos están íntimamente relacionadas con el contenido, forma y tamaño cristalino del yeso.

En el caso de horizontes de yeso farináceo, su tacto harinoso es debido a un dominio de los cristales de yeso de tamaño limo (ver foto A2.6). Sin embargo, su comportamiento respecto a la retención de agua es particular, de modo que el contenido de agua a -1.500 kPa es similar al de los suelos de texturas gruesas. Así, cuando el contenido de yeso supera el 50%, el agua retenida a -1.500 kPa es inferior al 10% en peso y, si el contenido en yeso supera el 80%, el valor de agua retenida es inferior al 7%. En el caso del agua retenida a -33 kPa, varía entre el 10% y el 40% para contenidos de yeso superiores al 50%. De este modo, el agua útil en horizontes con porcentajes de yeso superiores al 50% oscila entre 4 y 35% en peso.

Algunos autores han atribuido al yeso un papel desfavorable sobre la conductividad hidráulica de los suelos y sobre otras propiedades físicas relacionadas con el desarrollo normal de vegetación (Smith & Robertson, 1962; Doolittle *et al.*, 1993). Otros trabajos, sin embargo, han observado que a medida que aumenta la acumulación de yeso se produce un incremento en la porosidad (Delmas *et al.*, 1985; Herrero *et al.*, 1992; Poch & Verplancke, 1997). Asimismo, hay que destacar el diferente comportamiento mecánico que presentan los horizontes de yeso farináceo en seco y en húmedo, de modo que en seco se hacen más ásperos al tacto y presentan mayor resistencia a la ruptura. De hecho, en algunas situaciones, se ha observado cómo en húmedo se presentan no coherentes.

Entre las propiedades químicas de estos suelos cabe destacar la baja capacidad de intercambio catiónico, la cual varía en función del contenido de yeso. Cuando el porcentaje en yeso supera el 50%, los valores de la capacidad de intercambio catiónico son inferiores a $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, y si el contenido en yeso supera el 80%, la CIC es inferior a $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Este aspecto, condicionante de la fertilidad, está relacionado con la nula capacidad de retención iónica de los cristales de yeso que, a diferencia de los minerales aluminosilicáticos, no presentan cargas libres superficiales. Otro aspecto a señalar es su relativamente baja solubilidad en agua, $2,6 \text{ g/L}$ a 25°C y 1 atmósfera de presión (Christoffersen & Christoffersen, 1976), lo que provoca que la conductividad eléctrica del agua del suelo (y de cualquier extracto acuoso) esté alrededor de los $2,25 \text{ dS m}^{-1}$ y, por tanto, no se produzcan efectos osmóticos desfavorables. Caso diferente ocurre si al yeso le acompañan otras sales más solubles.

2.3. Riesgos de degradación

Las medidas de erosión en laderas con suelos con yeso en el valle del Ebro ponen de manifiesto las bajas tasas de ésta, con valores medios de 3 Tm/ha/año, probablemente debido al comportamiento hídrico de estos suelos relacionado con sus propiedades físicas (Desir, 2001). Sin embargo, un uso inadecuado de estos suelos, o perturbaciones relacionadas fundamentalmente con el manejo antrópico pueden desencadenar procesos no deseados. Así, la roturación de extensas zonas, en algunos casos propiciada por políticas agrarias más apropiadas para zonas húmedas, puede desencadenar procesos de erosión no sólo hídrica sino también eólica, como los ya detectados en los años 90 del pasado siglo (Artieda & Herrero, 1997).

3. ESTADO Y EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

La escasez de información edáfica, a nivel cartográfico, impide conocer, de manera detallada, todas las particularidades que los suelos de este hábitat presentan. En algunas zonas, por ejemplo, Valle del Ebro, se llevan realizando desde los años 80 del siglo pasado investigaciones tanto de génesis como de cartografía de estos suelos, y pese a que parte del conocimiento adquirido puede ser extrapolado a otras zonas, es necesario avanzar en estos estudios en áreas diferentes. Sin duda, un conocimiento más preciso de la distribución y características de estos suelos permitiría avanzar en el conocimiento de algunos de los factores que determinan tanto la edafodiversidad como la rareza y la riqueza botánica de estas zonas.

El estudio de propiedades individuales del suelo, en relación a las comunidades vegetales, provoca afirmaciones poco contrastadas. Algunos autores (por ejemplo, Ferrandis *et al.*, 2005) indican que la heterogeneidad edáfica no es un elemento importante a la hora de explicar las variaciones en la composición florística de estas comunidades; sin embargo, esta afirmación quizás debiera revisarse considerando el estudio del suelo de manera integral. En otros casos la presencia de costra superficial es considerada la determinante en la presencia de este tipo de vegetación (Meyer, 1986). Los estudios encaminados a esclarecer estas hipótesis

deberían tener en cuenta la variabilidad estacional de estas propiedades, tanto por factores extrínsecos como, en buena manera, por las características particulares del yeso.

Es de destacar que la existencia de este hábitat en zonas marginales y con escaso valor productivo hace que el estudio de suelos de estas zonas haya sido tradicionalmente obviado. Sin embargo, el descubrimiento de yeso en Marte, según los datos de la MRO (Mars Reconnaissance Orbiter), ha constituido una esperanza, sobre todo en el estudio de ecología microbiana e interacciones microorganismos-roca en estos ambientes.

3.1. Evaluación de la salud del suelo

El suelo provee un medio de crecimiento para las plantas y un hábitat para numerosos animales y microorganismos (Larson & Pierce, 1994). Se trata de un sistema vivo en el que se producen numerosas funciones necesarias para la vida terrestre, descomposición de la materia orgánica y reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, mantenimiento de la estructura del suelo, regulación de la calidad del agua y del aire, entre otras. Sin embargo, a menudo, estas funciones se ignoran y se contempla el suelo como un ente inanimado compuesto por minerales y sustancias químicas. La relación existente entre el ambiente físico-químico del suelo, la biota que sustenta, su salud, y la de las plantas, animales y seres humanos, raramente es tenida en consideración.

En 1996, la Sociedad Americana de Ciencias del Suelo (SSSA) definía la “salud del suelo” como “la capacidad continua de una clase específica de suelo, de forma que funcione como un sistema vivo dentro de los límites de los ecosistemas, tanto naturales como gestionados por el hombre, en el que se mantenga la productividad animal y vegetal, se preserve o mejore la calidad del medio ambiente acuático y terrestre, y, finalmente, se cuide la salud de las plantas, animales, y las personas” (Doran & Parkin, 1996; Pankhurst *et al.*, 1997).

En este contexto, es clara la importancia de la obtención de unos indicadores de la salud/calidad del suelo para poder cuantificar su estado y así poder tomar las decisiones y medidas necesarias que aseguren su preservación.

En los últimos años se ha llegado a la conclusión de que los procesos biológicos no sólo están íntimamente unidos al mantenimiento de la estructura y fertilidad del suelo, sino que, además, son potencialmente más sensibles a los cambios en el mismo. De esta forma, los indicadores biológicos pueden proporcionar una especie de “señal de alarma” de un posible colapso del sistema. Sin embargo, estas señales no resultarán del todo eficientes si no se es capaz de interpretar cuáles son los parámetros fisicoquímicos que condicionan dicho estado de salud. Serán las interacciones entre componentes minerales del suelo, fase líquida y atmósfera edáfica las que condicionarán el hábitat adecuado a la biota, permitiendo su conocimiento reaccionar, a través de un manejo o uso de tecnología adecuada, con la antelación requerida para evitar cambios y perturbaciones irreversibles.

En este contexto, parece claro que el conocimiento del funcionamiento del suelo bajo diferentes enfoques se posiciona como la herramienta útil para establecer criterios de salud.

3.2. Protocolo para la determinación del grado de conservación del suelo.

Cualquier evaluación de un recurso natural pasa, de manera obligada, por su inventario. En este sentido, el recurso suelo es uno de los compartimentos ambientales cuya distribución espacial es menos conocida. Por tanto, se hace necesario disponer de cartografía suficientemente precisa de dicho recurso, como paso previo. A partir de dicho inventario podrían seleccionarse áreas prioritarias en base a criterios multidisciplinarios (estado de conservación del hábitat, extensión, geoforma, tipo de suelo, composición de la comunidad vegetal, etc.).

En dichas áreas se generaría un conjunto de datos que debería comprender la descripción de suelo y del territorio (geomorfología, clima) y medidas de diversos parámetros químicos, físicos y biológicos del suelo. Estos parámetros podrían medirse con diferente periodicidad atendiendo a la posibilidad teórica de cambios. De este modo, con la existencia de medidas temporales, se podrían evaluar los cambios en la salud del suelo y su relación con el conjunto de factores bióticos.

Entre los datos que deberían medirse estarían, al menos:

• pH	• Densidad aparente
• Salinidad	• Estabilidad estructural
• Carbono orgánico	• Retención de agua
• Contenido en yeso y carbonatos	• Textura
• Mineralogía de arcillas	• Conductividad hidráulica e infiltración
• Fósforo, potasio y nitrógeno	• Grado de compactación
• Capacidad de intercambio catiónico	• Respiración
• Cationes de cambio	• Actividades enzimáticas

4. RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN

La cartografía de suelos sería necesaria, como paso previo a su evaluación y gestión. Igualmente, se hace necesario abordar el estudio de este hábitat de manera multidisciplinaria, de modo que aspectos botánicos se relacionen con información edáfica relevante y sistemática, para poder determinar qué variables son las que condicionan en mayor medida la presencia de estas comunidades vegetales. Esto permitiría unificar criterios descriptivos de los distintos componentes del hábitat, favoreciéndose la fluidez en el intercambio de información y la comparación de resultados.

Por otro lado, sería muy interesante comprender el papel de las costras biológicas, tanto en el funcionamiento hidrológico del suelo como en el intercambio gaseoso y de nutrientes. Además, estos sistemas se presentan como un laboratorio ideal para el estudio de la ecología microbiana, en relación a los últimos descubrimientos en Marte.

5. FOTOGRAFÍAS



Fotografía A2.1

Glacis erosivo en yesos disectado, de modo que aparecen secuencias de interfluvios con crestas afiladas y valles de fondo plano (vales en la región) constituyendo el paisaje típico del árido yesoso del Valle del Ebro.



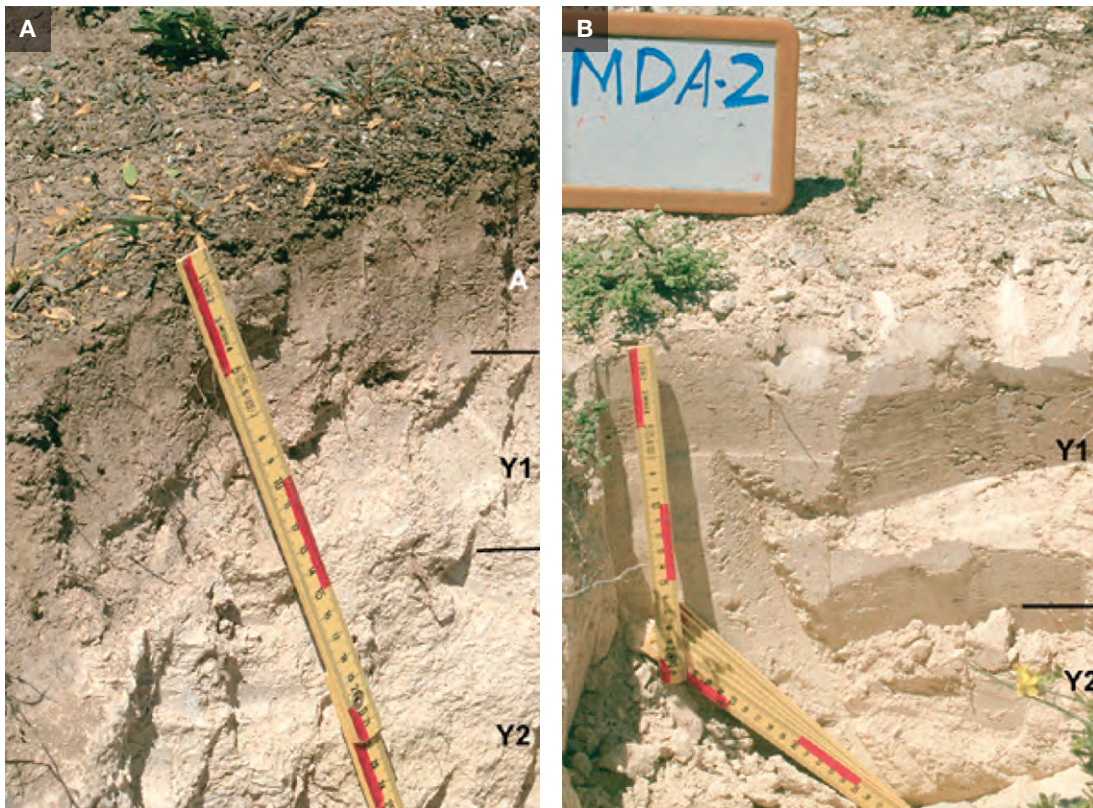
Fotografía A2.2

Vista oblicua aérea de un glacis erosivo en yesos. Los materiales rojizos corresponden a lutitas de la Formación Codo (Quitantes, 1978) en la Depresión del Planerón. La esquina inferior derecha corresponde a la resera de La Lomaza (Belchite-Zaragoza) (Artieda, 2004).



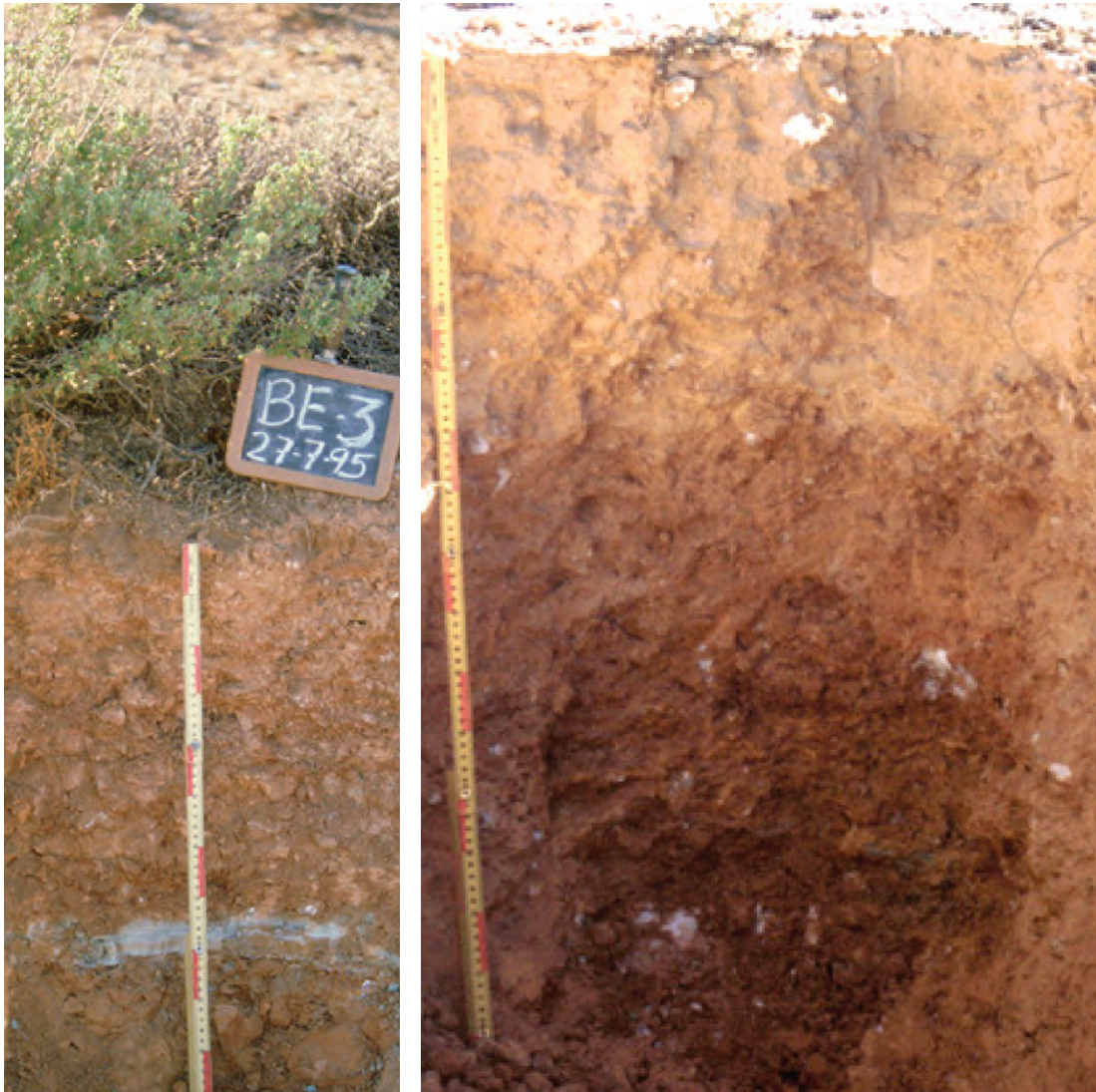
Fotografía A2.3

(a) y (b) Aspecto de las vertientes en yesos donde son frecuentes los suelos en bolsadas, fase inicial del desarrollo de estos suelos. (c) En zonas más llanas aparece en yeso-roca en la superficie (yr en la foto) y yeso farináceo (yf en la foto). La flecha señala un nivel de yeso-roca englobado dentro del horizonte de yeso farináceo. (Artieda, 2004).



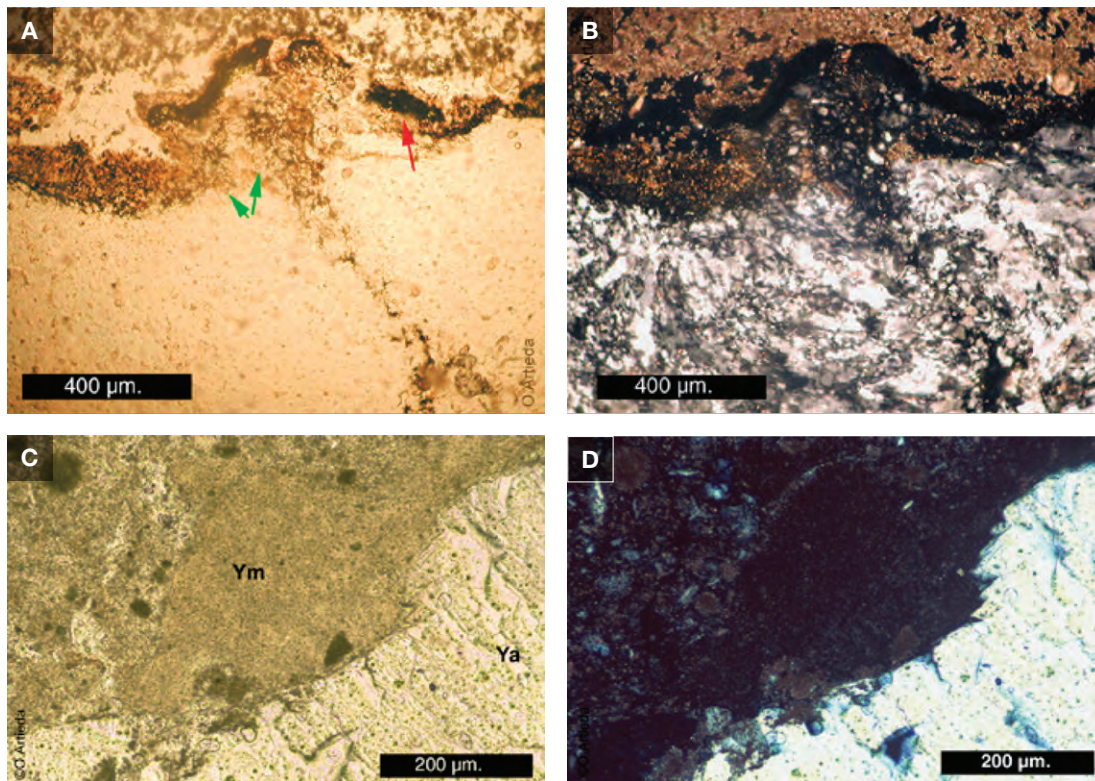
Fotografía A2.4

Perfiles MDA-1 (a) y MDA-2 (b), desarrollados en un glacis erosivo en yesos en un área de escasa pendiente local. El perfil MDA-1 corresponde a zonas con vegetación, mientras que el perfil MDA-2 corresponde a zonas desprovistas, prácticamente, de vegetación y caracterizadas por la presencia de cubierta líquénica (Artieda, 2004).



Fotografía A2.5

Perfiles BE-3 (izquierda) y BE-14 (derecha), desarrollados a partir de lutitas con intercalaciones de yesos. El material lutítico domina, dándole al suelo colores rojizos. (Artieda, 2004).



Fotografía A2.6

A y B: Microfotografía en nícoles paralelos (A) y nícoles cruzados (B) de la superficie de yeso-roca en sus primeras fases de alteración, colonizado por líquenes (flecha roja). Se aprecia la penetración del talo liquénico en el interior del yeso, así como la maraña de hifas (flechas verdes) en el interior de la roca.

C y D: Microfotografías en nícoles paralelos (C) y nícoles cruzados (D) del contacto entre el yeso microcristalino (Ym) y el yeso-roca (Ya). Este contacto aparece neto en unas zonas y aserrado en otras. La masa amarillento en (C) corresponde en campo a “yeso farináceo”, su color casi negro en la foto (d) se debe al pequeño tamaño de los cristales de yeso, generalmente inferior a 20 μm. (Artieda, 2004).

6. DESCRIPCIÓN DE PERFILES

PEDIÓN MDA-1 (ARTIEDA, 2004)

A. Información general acerca del sitio

- **Municipio:** Mediana de Aragón (Zaragoza)
- **Descrito por:** O. Artieda (06/06/96)
- **Posición fisiográfica:** glacis erosivo en yesos con pendiente general <10% y local <1%
- **Vegetación:** *Lygeum spartum*, *Thymus vulgaris*, *Gypsophila hispánica*, *Helianthemum squamatum*
- **Desarrollo radicular:** limitado a 55 cm por contacto lítico
- **Clasificación del suelo: WRB (IUSS Working Group WRB, 2006):** Epi-lectic Hipergypsic Gypsisol
- **Soil Taxonomy (SSS, 1999):** Leptic Halogypsid

B. Descripción (Criterios Sinedares)

Horizonte	prof. (cm)	Descripción
A	0-6/7 cm	Seco. Color 10 YR 3/2 (Pardo grisáceo). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) franco-arenosa. No coherente. Estructura moderada, granular simple, fina. Actividad de la fauna: pocas galerías. Abundantes raíces de muy finas a medianas, vivas y muertas. Muy abundante materia orgánica en forma de restos vegetales identificables. Límite neto, irregular
By1 (Y1)	6/7-15/20 cm	Ligeramente húmedo. Color 10 YR 6/3 (pardo pálido). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) franco-limosa. Poco compacto. Estructura moderada, granular simple, fina. Actividad de la fauna no aparente. Abundantes raíces, finas y muy finas, vivas y muertas. Acumulación generalizada de yeso (yeso farináceo). Límite neto, irregular
By2 (Y2)	15/20-55 cm	Ligeramente húmedo. Color 10 YR 7/2 (pardo pálido). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) franco-limosa. Compacto. Estructura maciza. Actividad de la fauna no aparente. Abundante materia orgánica en forma de restos vegetales identificables (raíces). Sin raíces. Acumulación generalizada de yeso (yeso farináceo). Límite neto, plano. Contacto lítico
R	55-60 cm	Yeso alabastrino blanco

C. Resultados analíticos

Horizonte	Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	C.E. 1:5 dS/m a 25 °C	CaCO ₃ Equivalente	Yeso	Materia orgánica
				% en peso		
A	0-6	7,5	2,5	29,5	22	11,3
By1 (Y1)	6-20	7,8	2,4	7,6	88	3,3
By2 (Y2)	20-55	8,0	2,3	7,8	89	0,8

Extracto de pasta saturada										
Horizonte	HS (%)	C.E. dS/m a 25 °C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	RAS	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
			meq/L				meq/L			
A	-	3,8	56,9	4,8	0,8	0,1	0,0	-	47,6	3,3
By1 (Y1)	-	2,9	40,9	2,2	0,2	0,0	0,0	-	35,7	1,5
By2 (Y2)	-	2,7	39,2	1,8	0,2	0,0	0,0	-	36,2	1,1

PEDIÓN MDA-2 (ARTIEDA, 2004)

A. Información general acerca del sitio

- **Municipio:** Mediana de Aragón (Zaragoza)
- **Descrito por:** O. Artieda (06/06/96)
- **Posición fisiográfica:** glacis erosivo en yesos con pendiente general <10% y pendiente local <1%
- **Vegetación:** *Lygeum spartum*, *Thymus vulgaris*, *Gypsophila hispánica*, *Helianthemum squamatum* (ausente en el punto de descripción)
- **Desarrollo radicular:** limitado a 45 cm por contacto lítico
- **Clasificación del suelo: WRB (IUSS Working Group WRB, 2006):** Epi-lectic Hipergypsic Gypsisol
- **Soil Taxonomy (1999):** Lithic Halogypsid

B. Descripción (Criterios Sinedares)

Horizonte	prof. (cm)	Descripción
Ay (Y1)	0-15 cm	Seco. Color 10 YR 7/2 (pardo pálido). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) franco-arenosa. Poco compacto. Estructura muy débil laminar. Actividad de la fauna: pocas galerías. Pocas raíces finas y muy finas, vivas y muertas. Acumulación generalizada de yeso (yeso farináceo). Límite neto, plano
By (Y2)	15-45 cm	Ligeramente húmedo. Color 10 YR 7/2 (pardo pálido). Pocos elementos gruesos de yeso en estado de alteración intensa. Textura (al tacto) limosa. Compacto. Estructura maciza. Actividad de la fauna no aparente. Sin raíces. Acumulación generalizada de yeso (yeso farináceo). Límite neto, plano. Contacto lítico
R	45-60 cm	Yeso alabastrino blanco

C. Resultados analíticos

Horizonte	Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	C.E. 1:5 dS/m a 25 °C	CaCO ₃ Equivalente	Yeso	Materia orgánica
				% en peso		
Ay (Y1)	0-15	7,8	2,3	5,2	92	2,1
By (Y2)	15-45	8,1	2,5	7,8	84	0,9

Extracto de pasta saturada										
Horizonte	HS (%)	C.E. dS/m a 25 °C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	RAS	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
			meq/L				meq/L			
Ay (Y1)	-	2,8	39,3	2,6	0,3	0,1	0,0	-	35,8	1,1
By (Y2)	-	3,8	33,8	12,2	2,8	0,6	0,0	-	41,9	8,2

PEDIÓN BE-3 (ARTIEDA, 2004)

A. Información general acerca del sitio

- **Municipio:** Belchite (Zaragoza)
- **Descrito por:** O. Artieda (27/07/95)
- **Posición fisiográfica:** loma en lutitas con pendiente general <5% y pendiente local <1%
- **Vegetación:** *Lygeum spartum*, *Ononis tridentata* y *Helianthemum squamatum*
- **Desarrollo radicular:** limitado a 5 cm por contacto para-lítico
- **Clasificación del suelo: WRB (IUSS Working Group WRB, 2006):** Endoleptic Regosol (Gypsiric)
- **Soil Taxonomy (1999):** Typic Torriorthent

B. Descripción (Criterios Sinedares)

Horizonte	Profundidad	Descripción
Oi	(-4)-0 cm	Seco. Sin elementos gruesos. Sin estructura. No coherente. Capa con abundantes restos vegetales identificables. Límite neto irregular
Bwy	0-5 cm	Seco. Color 5 YR 5/8 (rojo amarillento). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) arcillo- limosa. Estructura débil, en bloques subangulares medianos. Poco compacto. Actividad de la fauna: frecuentes nidos de gusanos y galerías. Frecuentes raíces vivas y muertas, finas y medianas, sin orientación y con distribución regular. Frecuentes pátinas de yeso, de tamaño fino, asociadas a una cierta laminación horizontal, y distribuidas de forma irregular por el horizonte. Límite neto irregular. Contacto para-lítico
Cr	5-56 cm	Seco. Lutitas de color 5 YR 5/8 (rojo amarillento). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) arcillo-limosa. Frecuentes raíces vivas y muertas, finas y medianas, sin orientación y disminuyendo en profundidad

C. Resultados analíticos

Horizonte	Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	C.E. 1:5 dS/m a 25 °C	CaCO ₃ Equivalente	Yeso	Materia orgánica
				% en peso		
Oi	(-4)-0	7,3	-	9,9	4	11,5
Bwy	0-5	7,9	2,4	7,3	39	1,0
Cr	5-56	8,0	2,3	8,3	3	0,6

Extracto de pasta saturada								
Horizonte	HS (%)	C.E. dS/m a 25 °C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	RAS	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
			meq/L				meq/L	
Oi	-	-	-	-	-	-	-	-
Bwy	42,3	3,2	33,3	9,6	0,6	0,1	40,1	1,3
Cr	65,3	3,4	31,2	14,1	2,0	0,4	39,5	2,6

PEDIÓN BE-14 (ARTIEDA, 2004)**A. Información general acerca del sitio**

- **Municipio:** Belchite (Zaragoza)
- **Descrito por:** O. Artieda (29/09/95)
- **Posición fisiográfica:** Rellano estructural ligeramente modelado en glacis. Pendiente general y local <3%
- **Vegetación:** *Lygeum spartum*, *Ononis tridentata*, *Heliantemum squamatum* y *Thymus vulgaris*
- **Desarrollo radicular:** limitado a 40/50 cm por contacto para-lítico
- **Clasificación del suelo: WRB (IUSS Working Group WRB, 2006):** Epi-leptic Hypergypsic Gypsisol
- **Soil Taxonomy (1999):** Leptic Haplogypsid

B. Descripción (Criterios Sinedares)

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
Ay (Y1)	0-5/10 cm	Seco. Color 7,5 YR 5/8 (pardo fuerte). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) limosa. Estructura muy fuerte, laminar, muy gruesa. Poco compacto Actividad de la fauna: frecuentes galerías. Poca materia orgánica en forma de restos vegetales identificables. Pocas raíces vivas y muertas, de muy finas a medianas, concentradas en caras laminares. Acumulaciones generalizadas de yeso, yeso farináceo. Límite neto irregular
By1 (Y2)	5/10-25/35 cm	Seco. Color 7,5 YR 5/8 (pardo fuerte). Frecuentes elementos gruesos de gravilla y grava gruesa, subredondeados-esferoidales y subredondeados-tabulares, sin orientación definida, distribución regular y naturaleza yesosa. Textura (al tacto) limosa. Estructura moderada, laminar muy gruesa. Compacto Actividad de la fauna no aparente. Muy poca materia orgánica en forma de residuos vegetales descompuestos. Frecuentes raíces vivas y muertas, de muy finas a medianas, sin orientación y disminuyendo en profundidad. Acumulaciones generalizadas de yeso (yeso farináceo). Límite neto ondulado
By2	25/35-40/50 cm	Seco. Color 5 YR 5/8 rojo amarillento). Elementos gruesos iguales que en el horizonte suprayacente. Textura (al tacto) franco- limosa. Sin estructura. Compacto. Actividad de la fauna no aparente. Pocas raíces, muertas, finas y muy finas, disminuyendo en profundidad. Frecuentes vermiformes de yeso, finos y distribuidos por todo el horizonte. Límite difuso, irregular. Contacto para-lítico
Cry	40/50-80 cm ↓■	Seco. Color 5 YR 5/6 (rojo amarillento). Sin elementos gruesos. Textura (al tacto) arcillosa. Sin estructura (material original). Compacto. Actividad de la fauna no aparente. Abundantes rosas del desierto de yeso irregularmente distribuidas

C. Resultados analíticos

Horizonte	Prof. (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	C.E. 1:5 dS/m a 25 °C	CaCO ₃ Equivalente	Yeso	M.O.
				% en peso		
Ay (Y1)	0-10	7,7	2,2	5,4	80	1,7
By1 (Y2)	10-35	8,0	2,3	5,0	75	1,6
By2	35-50	8,2	3,0	9,3	56	0,8
Cry	50-80	8,5	3,2	15,5	24	0,3

Extracto de pasta saturada								
Horizonte	HS (%)	C.E. dS/m a 25 °C	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	RAS	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
			meq/L				meq/L	
Ay (Y1)	45,7	2,9	34,7	2,2	0,1	0,0	34,7	1,1
By1 (Y2)	39,0	2,7	33,3	3,0	0,1	0,0	36,9	1,3
By2	31,0	9,7	27,8	86,4	42,8	5,7	123,7	27,0
Cry	37,0	13,1	25,9	123,3	67,4	7,8	175,5	57,9

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTIEDA, O., 2004. Materiales parentales y geomorfología en la génesis de Aridisoles en un sector del centro del Valle del Ebro. Tesis Doctoral. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. inédita. 567 p + apéndices y mapas.
- ARTIEDA, O., 1996. Génesis y distribución de suelos en un medio semiárido. Quinto, Zaragoza: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 222 p + mapa.
- ARTIEDA, O. & HERRERO, J., 1997. Depósitos eólicos actuales en el Valle del Ebro. ¿Degradación o casualidad? *Edafología* 2-3: 291-299.
- ARTIEDA, O. & HERRERO, J., 2003. Pedogenesis in lutitic Cr horizons of gypsiferous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 67: 1.496-1.506
- ARTIEDA, O.; HERRERO, J. & DROHAN, P.J., 2006. Refinement of the Differential Water Loss Method for Gypsum Determination in Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1.932-1.935.
- ARRICIBITA, F.J., ÍÑIGUEZ, J. & VAL, R.M.^a, 1988. Estudio de los gypsiorthids de Navarra. *An. Edafol. Agrobiol.* 47 (1-2): 199-220.
- BRUGUÉS, M., 1999. Los briófitos de los suelos salinos y yesosos de Los Monegros. *Bol. S.E.A.* n° 24: 94.
- CHRISTOFFERSEN, J. & CHRISTOFFERSEN, R., 1976. The Kinetics of Dissolution of Calcium Sulphate Dihydrate in Water. *J. Crystal Growth* 35: 79-88.
- DELMAS, A.B.; BINI, C. & BERRIER, J., 1985. The Effect of Gypsum on the Poral System Geometry in Two Clay Soils. *Miner. Petrogr. Acta* 29-A: 499-509.
- DESIR, G., 2001. Erosión hídrica de terrenos yesíferos en el sector central de la Depresión del Ebro. Publicaciones del Consejo de protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación n° 15. 326 p.
- DOOLITTLE, J.J., HOSSNER, L.R. & WILDING, L.P., 1993. Simulated Aerobic Pedogenesis in Pyretic Overburden With a Positive Acid-Base Account. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 57: 1.330-1.336.
- DORAN, J. W. & PARKIN, T. B., 1996. Defining and Assessing Soil Quality. En: Doran, J.A., Coleman, D.C., Bezidicek, D.F., Stewart, B.A., (eds.), 1944. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America Special Publication, n° 35, Madison, WI. pp 3-21.
- FERRANDIS, P., HERRANZ, J.M.^a & COPETE, M.A., 2005. Caracterización florística y edáfica de las estepas yesosas de Castilla-La Mancha. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14 (2): 195-216.
- HERRERO, J. 1991. Morfología y génesis de suelos sobre yesos. Colección Monografías INIA. n° 77. 447 p.
- HERRERO, J., PORTA, J. & FEDOROFF, N., 1992. Hypergypsic Soil Micromorphology and Landscape Relationships in the Northeastern Spain. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.* Vol 56: 1.188-1.194.
- HUGUET DEL VILLAR, E., 1929. Geobotánica. Barcelona: Labor. 339 p.
- IUSS WORKING GROUP WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources. A Framework for International Classification, Correlation and Dommunication. 2nd edition. *World Soil Resources Reports* n° 103. Rome: FAO.
- KUBIËNA, W.L. 1952. Claves sistematicas de suelos. Madrid: CSIC. 382 p.
- LARSON, W.E. & PIERCE, F.J. 1994. The Dynamics of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management. En: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezidicek, D.F. y Stewart, B.A., (eds). Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Madison, Wiscosin, USA. Soil Sci Soc Am, Inc. Special Publication n° 35. pp 37-52.
- LLIMONA, X. & NAVARRO-ROSINÉS, P., 1999. Los líquenes terrícolas y calcícolas de Los Monegros. *Bol. SEA* n° 24: 91-93.
- PANKHURST, C.E., DOUBE, B.M. & GUPTA, V.V. S.R. 1997. Biological Indicators of Soil Health: Synthesis. En: Biological Indicators of Soil Health. Pankhurst, C.E., Doube, B.M. & Gupta, V.V.S.R., (eds). CAB International. pp 419-435.
- POCH, R.M.^a, 1992 Fabric and Physical Properties of Soils With Gypsic and Hypergypsic Horizons of the Ebro Valley. Tesis Doctoral Inédita. 285 p.
- POCH, R.M.^a & VERPLANCKE, H. 1997. Penetration Resistance of Gypsiferous Horizons. *European J. Soil Sci.* 48: 535-543.
- SKARIE, R.L., ARNDT, J.L. & RICHARDSON, J.L. 1987. Sulfate and Gypsum Determination in Saline Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 901-905.
- SMITH, R. & ROBERTSON, V.C. 1962. Soil and irrigation classification of shallow soils overlying gypsum beds, Northern Iraq. *Soil Science J.*, 13 (1): 106-115.
- SSS (SOIL SURVEY STAFF), 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys (2nd edition). U.S. Dep. Agric.; Natural Resources Conservation Service . Handb 436. U.S. Gov. Print Off. 869 p.