

RESTAURACION VEGETAL DE EXTRACCIONES DE ARIDOS DOLOMITICOS EN LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL (SIERRA DE MIJAS, MALAGA)

F.J. PÉREZ SÁNCHEZ¹ & A.V. PÉREZ LATORRE²

RESUMEN

Se ha realizado un estudio sobre los procedimientos, modelos y especies vegetales a seleccionar para la implantación de cubiertas vegetales en zonas naturales degradadas por actividades geo-mineras. Se ha confeccionado un modelo de trabajo que permite conocer las especies idóneas para la revegetación de canteras dolomíticas. Se han diferenciado los biotopos dentro de las canteras y determinado la distribución de las especies en los mismos en función de la morfología de la raíz y tipo biológico. Se establecen 16 especies preferentes a utilizar para restaurar la vegetación en áreas críticas degradadas por la extracción de áridos en el SW de Andalucía (Málaga, Sierra de Mijas, Costa del Sol).

Palabras clave: Matorral Mediterráneo, restauración, canteras, Andalucía, España.

INTRODUCCION

La desertificación de una gran parte de Andalucía es uno de los problemas medioambientales más importantes actualmente de esa región. Según estudios recientes, la desertificación afecta de forma intensa a más del 45% del territorio andaluz (HERNÁNDEZ BERMEJO & CLEMENTE MUÑOZ, 1994). Es un fenómeno consecuencia de nuestra historia, unida a condiciones orogénicas y climáticas. En la Costa del Sol Occidental, a estos factores hay que añadir la falta de una planificación del territorio que conlleva «la pérdida del recurso que hace de la Costa del Sol un lugar privilegiado: el paisaje» (PÉREZ LATORRE, 1996).

La sierra de Mijas (Málaga) se ve afectada por esta patente falta de planificación, siendo uno de los problemas de conservación más graves en la actualidad la proliferación de canteras de áridos, que, dado lo incontrolado de sus ubicaciones y manejos, están modificando fehacientemente la fisionomía de la Sierra. Además, existen canteras

inactivas que han causado un gran deterioro paisajístico nunca restaurado.

Por todo ello, y ante las escasas experiencias existentes sobre los procedimientos, modelos y especies vegetales a seleccionar en los planes de revegetación de áreas naturales alteradas por actividades geo-mineras, se ha llevado a cabo este estudio en una cantera inactiva situada en la Sierra de Mijas, con el fin de iniciar una búsqueda de las especies más apropiadas para la restauración de áreas degradadas por la extracción de recursos geológicos. Este estudio tiene su antecedente más inmediato en el «Plan de Restauración de una cantera de mármol en la Sierra de Mijas (Málaga)» (PÉREZ SÁNCHEZ, 1996).

OBJETIVOS

Es pues, el objetivo prioritario de esta investigación, seleccionar las especies más idóneas para la implantación de cubiertas vegetales protectoras en las canteras, al mismo tiempo que sentar las bases para una correcta planificación de los proyectos de restauración en zonas naturales degradadas, las denominadas «Áreas Críticas», por las que se definen aquellas zonas donde los trabajos de restauración para el recubrimiento de implu-

¹ Ayuntamiento de Mijas (Málaga).

² Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Málaga. Apdo. 59. CP 29080 Málaga. E-mail: avperez@uma.es.

vios con vegetación arbórea no son viables, o presentan graves defectos al utilizar especies o procedimientos convencionales (JUNTA DE ANDALUCÍA, 1996).

MATERIAL Y METODOS

Zona de estudio

La cantera donde se ha desarrollado este estudio (Foto 1), está situada al norte del núcleo urbano de Mijas Pueblo (Figura 1). Conocida como «Cantera del Barrio», lleva inactiva unos 20 años y ya era citada en el «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda» (IGME, 1978). Dicha cantera se sitúa sobre mármol dolomítico, a unos quinientos metros de altitud y posee orientación Sur, accediéndose a ella por la carretera provincial Mijas-Coín, entre los kilómetros 16 y 17. La extensión de la misma se estima sobre unas cinco hectáreas.

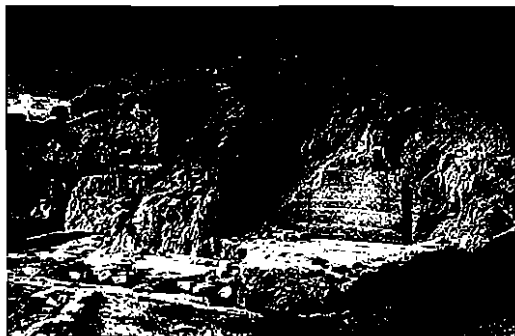


Foto 1. Aspecto general de la cantera estudiada.

A continuación se describen los factores que conforman la cantera objeto de estudio.

En cuanto a la geología y relieve, la cantera está inmersa en la denominada Unidad Blanca. Esta unidad posee una red hidrográfica fuertemente

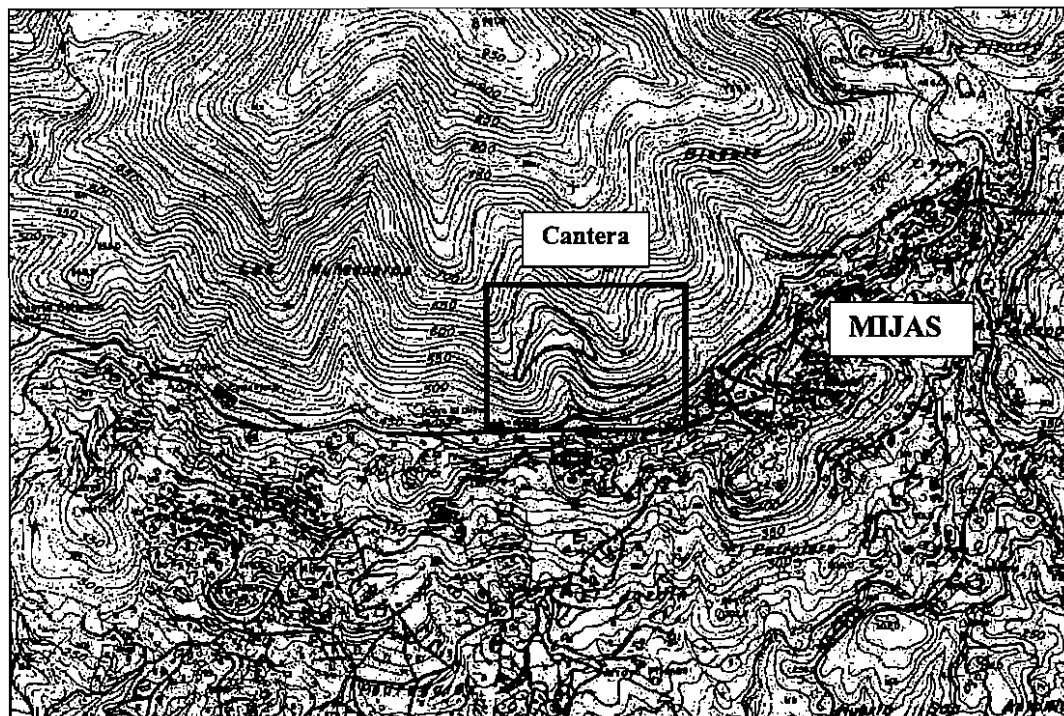


Fig. 1. Situación de la cantera «Del Barrio», Mijas (Málaga).

excavada y un color blanco muy puro, que resalta del resto de los materiales de la zona. El nivel sobre el que se asienta la cantera, corresponde a un potente paquete de mármol blanco masivo calizo y dolomítico de edad triásica y perteneciente al Nevado-Filábride (IGME, 1978). Desde el punto de vista edafológico, resalta el hecho de que la cantera se sitúe sobre una vaguada bastante acentuada, lo que hace que la existencia de suelo en toda la extensión de la misma sea prácticamente nula, limitándose a «planchas» de mármol en superficie, bloques y pedregales de este mismo material apilados y conformando taludes como resultado del abandono de la actividad extractiva, y entre estos bloques y pedregales, arenas dolomíticas de disgregación.

Las características macromorfológicas del terreno circundante se resumen a continuación: altitud 530 m; pendiente >60%; orientación sur; ladera muy escarpada; relieve montañoso; suelo muy pedregoso; material original, mármoles dolomíticos; bien drenado; afloramientos rocosos abundantes; erosión hídrica laminar muy severa. Dominan los litosoles aunque en zonas de menor pendiente se desarrollan incipientes terra rossa (suelos fersialíticos) y rendzinas (xerorendzinas). Así, se distinguen dos horizontes: un horizonte de acumulación de humus, Ah, con una profundidad de 0-25 cm, actividad biológica intensa y límite irregular con el horizonte subyacente y otro, R, que corresponde a mármoles dolomíticos.

La excesiva permeabilidad de los blanquizares dolomíticos inducen prolongados períodos de sequía fisiológica, limitando la velocidad de progresión de la estructura vegetal. La pendiente excesiva favorece este fenómeno, ya que la fracción de agua de las precipitaciones que discurre superficialmente, aumenta en detrimento del agua infiltrada. Estos factores caracterizan a la vegetación, que coloniza estas Areas Críticas de forma extraordinariamente lenta.

Como consecuencia del relieve, geología e irregularidad de las precipitaciones, la Sierra de Mijas presenta una red hidrográfica formada por arroyos y torrenteras fuertemente excavadas en el terreno y secas la mayor parte del año. El sistema de drenaje en la sierra puede corresponder a una red de tipo radial centrífuga y en la vertiente sur, este drenaje se hace directamente al Mediterráneo.

Es reseñable la existencia de un gran acuífero carbonatado y de gran permeabilidad, siendo numerosos los manantiales (aunque han ido desapareciendo en el último periodo de sequía) que afloran en la zona.

La recopilación de datos climatológicos procede de la EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL (1988). En cuanto a la temperatura, varios son los factores que influyen de forma determinante. La Sierra de Mijas está situada en las latitudes más bajas de la Península, muy cerca del litoral (oceanidad) y además la ladera sur se encuentra protegida de vientos fríos del Norte, ya que esta cadena montañosa, paralela a la costa, ofrece un claro efecto de «pantalla». La temperatura media anual se establece en torno a los 17 °C. Se define así, un clima mediterráneo, y el piso bioclimático termomediterráneo (RIVAS MARTÍNEZ, 1987).

En cuanto a la pluviosidad, el principal factor que condiciona las precipitaciones en esta comarca, es la proximidad del Estrecho de Gibraltar, por donde penetran frentes nubosos unidos a masas de aire húmedo procedentes del Atlántico, y las nubes, al adaptarse a las montañas que bordean el litoral, descargan lluvia en su desplazamiento de Oeste a Este. La precipitación media se establece entre los 600-800 mm, que corresponde a un ombroclima subhúmedo (RIVAS MARTÍNEZ, *op. cit.*).

Con los valores correspondientes a las medias mensuales de temperatura y de precipitación, podemos representar el Diagrama ombrotérmico de Gausson y Bagnouls (Figura 2), en el que se

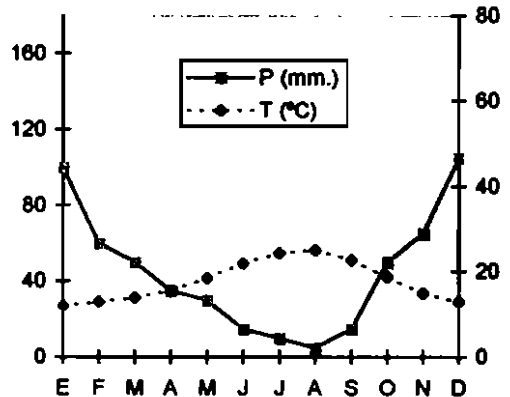


Fig. 2. Representación del diagrama de Gausson y Bagnouls para la estación de Mijas.

observa un periodo de aridez que comprende desde el mes de mayo hasta octubre, llegando a ser máximo a inicios de agosto, y dos máximos de precipitación que se corresponden con el inicio de la primavera y el otoño (PÉREZ SANZ *et al.*, 1987).

Flora y vegetación

Fitogeográficamente, la Sierra de Mijas está comprendida en la Provincia Bética, Sector Rondaño, Subsector Mijense (NIETO CALDERA *et al.*, 1991) que incluye las sierras dolomíticas en las que son frecuentes los procesos de kakiritización. La vegetación climática característica está constituida según NIETO CALDERA *et al.* (1987) por coscojares con pinos carrascos y encinas de la serie *Rhamno velutini-Querceto cocciferae sigmetum*, aunque la mayor extensión está ocupada por matorrales dolomíticos de *Ulici baetici-Cistetum clusii* y pastizales vivaces sobre derrubios dolomíticos del *Linario clementei-Andryaletum ramossisimae*. Son especies características y endémicas del subsector: *Linaria huseri*, *Linaria clementei*, *Genista haenseleri*. Estas especies pueden aparecer en las instalaciones de extracción de áridos, así como en el resto de la Sierra de Mijas (PÉREZ SANZ *et al.*, 1987) y una de ellas está protegida por la legislación autonómica.

En toda la extensión de la cantera, la vegetación es inexistente sobre las planchas de mármol y casi inexistente en los taludes, donde se instalan unos pastizales vivaces con predominio de gramíneas y con cierto carácter nitrófilo. Estas formaciones se incluyen dentro de la asociación *Inulo-Oryzopsietum miliaceae*, son características entre otras las siguientes especies: *Dittrichia viscosa*, *Andryala ragusina*, *Lobularia maritima*, *Brassica nigra*, *Carthamus arborescens*, *Ononis natrix* y *Stipa tenacissima*. A medida que pierden verticalidad los taludes, aumenta la presencia de estas especies. También aparece en algunos puntos muy soleados y en terrenos baldíos *Helichrysum stoechas* y algunos pies de *Calicotome villosa*. Es frecuente ver *Echium albicans* sobre las laderas pedregosas y arenas dolomíticas de los límites de la cantera.

Así, en la actualidad, en los alrededores de la cantera, encontramos:

– Un estrato arbóreo procedente de repoblaciones, representado principalmente por *Pinus hale-*

pensis y *Ceratonia siliqua*. Existen pequeñas masas de *Pinus pinea*.

– Formaciones de matorrales densos constituidos por fanerófitos de diversos tamaños, en su mayoría perennifolios esclerófilos, a los que acompañan otras plantas vivaces, representados por *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Chamaerops humilis*, *Daphne gnidium*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Ephebra fragilis*, *Calicotome villosa*, *Asparagus albus*.

– Formaciones de matorral poco denso o de tomillar, constituidos principalmente por caméfitos o nanofanerófitos, representados por *Cistus albidus*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex baeticus*, *Phlomis purpurea*, *Thymus capitatus*, *Leuzea conifera*, *Convolvulus lanuginosus*.

– Otras especies como *Cistus monspeliensis*, *Phlomis lychnitis*, *Lavandula multifida*, *Psoralea bituminosa*, *Pallenis spinosa*, *Asphodelus albus*, *Ptilostemon hispanicus*, *Osyris quadripartita*.

Metodología

Para la búsqueda de especies apropiadas para la restauración, este estudio se ha basado en los siguientes criterios:

1. Inventarios de especies instaladas en los distintos biotopos existentes en la cantera.
2. Estudio de la potencia y morfología del sistema radical de las especies seleccionadas.
3. Estimación del grado de cobertura vegetal atendiendo a la proyección horizontal de la parte aérea y densidad foliar.
4. Definición de tipos biológicos.
5. Estudio del Valor Protector de cada especie.

1. Para la determinación de las especies presentes en la cantera, se ha procedido a la realización de inventarios en los distintos biotopos (Figura 3). Esta labor de inventariación se ha practicado siguiendo la metodología de la Escuela Fitosociológica de BRAUN BLANQUET (1979). Cada inventario (Tabla I) comprende los siguientes aspectos: Número de registro, Inclinación del sustrato en grados, Orientación, Altitud, Superficie de muestreo, Número total de especies del inventario, litología dominante y Catálogo de

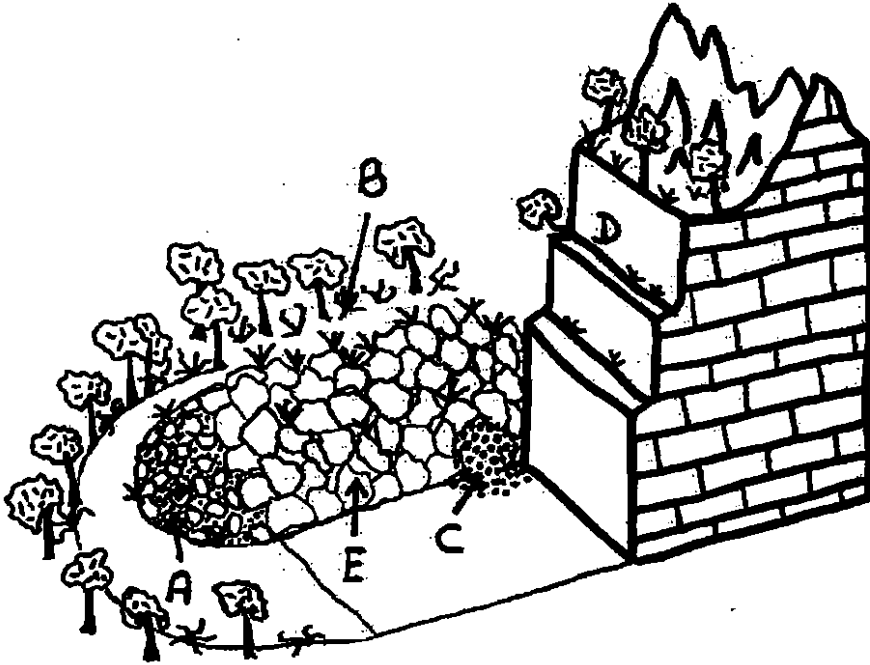


Fig. 3. Esquema gráfico de la cantera y sus biotopos: A- Laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación. B- Pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas. C- Arenas dolomíticas de disgregación. D- Cornisas. E- Taludes muy pedregosos con existencia de grandes bloques de mármol.

especies con indicación de su abundancia (según el índice de BRAUN-BLANQUET, *op. cit.*).

2. Para el posterior estudio de los sistemas radicales y grados de cobertura vegetal, se procedió a la recolección de las especies inventariadas. Todo el material recolectado fue prensado en el campo y fichado, indicando lugar, altitud, fecha de recolección y familia a la que pertenece la especie en cuestión. Este material se entrega para ser incluido, si procede, en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Málaga (MGC).

3. Para el estudio de la potencia del sistema radical y la estimación del grado de cobertura, se ha seguido la metodología de ORSHAN (1986), confeccionando una tabla (Tabla II) de recogida de datos que integra los siguientes aspectos para cada especie: Morfología de la raíz, Profundidad del sistema radicular, Extensión horizontal del sistema radicular, Modificación de la raíz, Morfo-

logía del tallo subterráneo, Densidad de cobertura, Valor Protector y Biotipo.

4. Para el biotipo, se determinan los porcentajes de aparición de las formas biológicas en función de los criterios establecidos por Raunkiaer y acotados posteriormente por ORSHAN (*op. cit.*).

5. El valor protector de cada especie se ha estimado en función de la cobertura, proyección horizontal de la copa, densidad y continuidad de la estructura aérea y de la potencia y tipo del sistema radical.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se reflejan los inventarios realizados en los distintos biotopos existentes en la cantera.

En la Tabla II, aparecen los datos ecomorfológicos de las especies presentes.

En las Figuras 4 y 5 se muestran los porcentajes de aparición de especies, ateniendo a la morfo-

TABLA I
INVENTARIOS FITOSOCIOLOGICOS

Nº inventario:	1	2	3	4	7	8	5	6	11	12	9	10	
Inclinación:	30°	30°	5°	5°	0°	5°	15°	10°	0°	0°	60°	60°	
Orientación:	SE	SE	S	S	S	SE	SO	S	SO	SE	S	S	Presencia
Area (m2):	10	10	10	15	20	6	15	15	-	-	25	25	
Altitud (ms.n.m. x 10):	53	55	56	56	50	55	58	58	51	51	53	53	Total
Biotopo:	A	A	B	B	B	B	C	C	D	D	E	E	
Nº total de especies:	13	11	17	15	6	8	5	5	8	7	9	8	
<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>	3	3	3	2	.	3	.	.	.	.	2	2	7
<i>Andryala ragulina</i> subsp. <i>ramosissima</i>	3	2	2	2	.	+	+	+	.	.	.	.	7
<i>Helicbrysum stoechas</i>	+	1	1	1	.	+	.	.	.	+	+	.	7
<i>Micromeria graeca</i>	2	.	.	.	2	.	.	.	1	+	2	2	6
<i>Phagnalon rupestre</i>	2	2	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	6
<i>Cistus albidus</i>	2	2	1	+	.	4	.	.	.	.	.	.	5
<i>Lobularia maritima</i>	2	.	3	3	.	.	.	.	+	.	.	1	5
<i>Calicotome villosa</i>	2	2	.	.	2	.	.	.	.	.	2	3	5
<i>Echinum albicans</i>	.	.	2	1	.	1	2	2	.	.	.	.	5
<i>Pinus pinea</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	4
<i>Sedum sediforme</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	4
<i>Verbascum giganteum</i> subsp. <i>giganteum</i>	.	.	.	.	+	.	2	2	.	.	+	.	4
<i>Pallenis spinosa</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4
<i>Fumana thymifolia</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	3
<i>Alyssum serpyllifolium</i>	.	.	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	3
<i>Reseda barrelieri</i> var. <i>sessiliflora</i>	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	3
<i>Teucrium lusitanicum</i> subsp. <i>aureiformis</i>	.	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	3
<i>Dittrichia viscosa</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	3	3	3
<i>Stipa tanacissima</i>	.	.	2	2	.	+	.	.	.	.	.	.	3
<i>Cistus clusii</i>	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Helianthemum apenninum</i> ssp. <i>suffruticosum</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Ononis natrix</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	2
<i>Polygala rupestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	2
<i>Lavandula multifida</i>	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Tymbra capitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	2
<i>Jasione blepharodon</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.	2
<i>Melica minuta</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Piptatherum miliaceum</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	2
<i>Epbedra fragilis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Biscutella valentina</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
<i>Crambe filiformis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sedum villosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Phlomis lychnitis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ptilostemon hispanicus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Biotopo A = Laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo B = Pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas. Biotopo C = Arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo D = Cornisas. Biotopo E = Taludes muy pedregosos con existencia de grandes bloques de mármol.

TABLA II

CARACTERES RADICULARES Y DE LA PARTE AEREA DE LAS ESPECIES INVENTARIADAS (ORSHAN, 1986)

	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Alyssum serpyllifolium</i>	V-H	25-50 cm	10-25 cm	L	-	>90	M.A.	Ch.
<i>Andryala ragusina</i> ssp. <i>ramosissima</i>	P	25-50 cm	<10 cm	L	TS	50-75	M	Ch.
<i>Biscutella valentina</i>	P	10-25 cm	<10 cm	LC	-	10-25	B	Cr.
<i>Calicotome villosa</i>	V-H	25-50 cm	10-25 cm	L	-	>90	M.A.	Ph.
<i>Cistus albidus</i>	V-H	10-25 cm	<10 cm	L	-	75-90	M.A.	Ch.
<i>Cistus clusii</i>	H	<10 cm	50-100 cm	L	-	75-90	M.A.	Ch.
<i>Crambe filiformis</i>	H	<10 cm	10-25 cm	LC	-	<10	B	Ch.
<i>Dittrichia viscosa</i>	P	25-50 cm	<10 cm	L	-	50-75	M	Ch.
<i>Echium albicans</i>	H	10-25 cm	10-25 cm	LC	-	50-75	A	Hm.
<i>Ephedra fragilis</i>	H	25-50 cm	10-25 cm	LC	-	50-75	A	Ph.
<i>Funaria thymifolia</i>	P	<10 cm	<10 cm	L	-	25-50	M	Ch.
<i>Helianthemum apenninum</i> ssp. <i>suffruticosum</i>	P	25-50 cm	<10 cm	L	-	75-90	M.A.	Ch.
<i>Helichrysum stoechas</i>	V-H	10-25 cm	10-25 cm	L	-	75-90	M.A.	Ch.
<i>Jasione blepharodon</i>	P	<10 cm	<10 cm	LC	-	10-25	M	T.
<i>Lavandula multifida</i>	P	10-25 cm	<10 cm	LC	-	25-50	M	Ch.
<i>Lobularia maritima</i>	P	<10 cm	<10 cm	LC	-	10-25	M	T.
<i>Melica minuta</i>	HF	10-25 cm	<10 cm	LC	-	25-50	M	Hm.
<i>Micromeria graeca</i>	V-H	10-25 cm	<10 cm	LC	-	10-25	M	Ch.
<i>Ononis natrix</i>	V-H	25-50 cm	10-25 cm	LC	-	>90	M.A.	Ch.
<i>Pallenis spinosa</i>	V-H	<10 cm	<10 cm	LC	-	10-25	M	Hm.
<i>Phagnalon rupestre</i>	V-H	10-25 cm	10-25 cm	L	-	>90	M.A.	Ch.
<i>Phlomis lychnitis</i>	H	<10 cm	10-25 cm	L	S	75-90	A	Ch.
<i>Pinus pinea</i>	P	>5 m	>5 m	L	-	75-90	A	Ph.
<i>Piptatherum miliaceum</i>	HF	<10 cm	<10 cm	LC	-	<10	B	Hm.
<i>Polygala rupestris</i>	P	<10 cm	<10 cm	LC	-	10-25	B	Hm.
<i>Ptilostemon hispanicus</i>	P	10-25 cm	<10 cm	LC	-	10-25	M	Ch.
<i>Reseda barrelieri</i> var. <i>sessiliflora</i>	P	10-25 cm	<10 cm	LC	-	25-50	B	Hm.
<i>Rosmarinus officinalis</i>	V-H	10-25 cm	10-25 cm	L	-	50-75	M	Ch.
<i>Sedum sediforme</i>	H	<10 cm	<10 cm	C	S	75-90	A	Ch.
<i>Sedum villosum</i>	H	<10 cm	<10 cm	C	S	50-75	M	Ch.
<i>Stipa tenacissima</i>	HF	10-25 cm	<10 cm	LC	-	25-50	B	Hm.
<i>Teucrium lusitanicum</i> subsp. <i>aureiformis</i>	P	<10 cm	<10 cm	LC	S	75-90	A	Ch.
<i>Thymbra capitata</i>	P	10-25 cm	<10 cm	L	-	75-90	A	Ch.
<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>	P	25-50 cm	<10 cm	L	S	>90	M.A.	Ch.
<i>Verbascum giganteum</i> subsp. <i>giganteum</i>	H	<10 cm	<10 cm	LC	-	50-75	M	Hm.

A: Morfología de la raíz [P = pivocante; H = horizontal; V-H = vertical-horizontal; HF = hemisférica; R = en red]. B: Profundidad del sistema radicular. C: Extensión horizontal del sistema radicular. D: Modificación de la raíz [C = carnosa; T = tuberosa; L = leñosa; LA = leñosa con agua; LC = leñoso-coriacea; S = sin modificación]. E: Morfología del tallo subterráneo [R = rizoma; r = rizoides; S = subol; TS = tallo suberoso; B = bulbo; C = tronco; E = estolón]. F: Densidad cobertura (%). G: Valor protector [M.A. = muy alto; A = alto; M = medio; B = bajo]. H: Biotipo [T = Terófito; Cr. = Criptófito; Hm. = Hemicriptófito; Ch. = Caméfito; Ph = Fanerófito].

gía de la raíz y espectro biológico respectivamente.

Consideraciones sobre la flora

Las familias más importantes dentro del área que comprende la cantera son las siguientes: *Asteraceae* (17,1%), *Lamiaceae* (17,1%), *Cistaceae*

(11,4%), *Brassicaceae* (11,4%), *Fabaceae* (8,5%) y *Poaceae* (8,0%). Corresponden a familias muy extendidas en Andalucía Occidental (VALDÉS *et al.*, 1987), (CASTROVIEJO *et al.*, 1986-1997).

Destacamos en este punto, las especies que tienen un determinado interés de conservación, que las resalta del resto. Así distinguimos a *Heliant-*

hemum appeninum subsp. *suffruticosum*, que sólo ha sido descrita en algunos matorrales, tomillares sobre calizas, esquistos micácíficos, arenas dolomíticas, y más raramente, serpentinas de Andalucía Oriental. Es digna de mención *Reseda barrelieri* var. *sessiliflora*, que sólo habita en las sierras dolomíticas de Málaga y Granada Occidental. Junto a esta última, reseñamos las siguientes: *Alyssum serpyllifolium*, *Ulex baeticus* subsp. *baeticus*, taxón éste incluido en la categoría R, «rara», según criterios de la UICN (1981), *Echium albicans*, *Verbascum giganteum* subsp. *giganteum* y *Ptilostemon hispanicus*, que son endemismos andaluces de recomendada protección en Andalucía (HERNÁNDEZ BERMEJO *et al.*, 1994).

El resto de las especies inventariadas no se encuentran actualmente incluidas en alguna de las categorías de protección existentes, pero ello no significa que estén exentas de riesgo, ya que muchas de ellas tienen gran valor etnobotánico, perdurando su uso aún y por lo tanto, su recolección indiscriminada. También encontramos en el área de estudio, taxones que forman parte de comunidades vegetales que tienen interés comunitario con vistas a su conservación (Directiva 92/43/CEE, «Hábitats»): Pedregales y derrubios dolomíticos, *Linario clementei-Andryaetum ramosissimae* y aula-gares dolomíticos, *Ulici-Cistetum clusii*.

Consideraciones sobre biotopos y especies

Así pues, y en vez vistos los resultados, se pone de manifiesto que las especies con raíz pivotante predominan en el conjunto del área de estudio. Según el espectro biológico, los caméfitos son los más abundantes.

No obstante, esto no se puede tomar como regla general, si observamos las gráficas resultantes del estudio realizado por biotopos:

– Biotopo «A». En las laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación, predominan las especies cuya morfología de la raíz corresponde al tipo vertical-horizontal y pivotante, debido a que este sustrato no retiene al agua procedente de las precipitaciones, y por ello las plantas instaladas en este biotopo, introducen sus raíces buscando profundidad y abarcan una mayor extensión de superficie. Ateniéndonos al espectro biológico, dominan los caméfitos.

– Biotopo «B». En pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas, siguen predominando las especies con raíz vertical-horizontal y pivotante, pero el medio permite la instalación de especies con raíces horizontales pues el agua de precipitación es retenida con menos dificultades al tratarse de sustratos sin apenas pendiente. Sobresalen los caméfitos.

– Biotopo «C». En las arenas dolomíticas de disgregación, abundan las especies con raíces pivotantes y horizontales debido a la inestabilidad y seguedad del sustrato. Es de resaltar el poco número de especies que se instalan en este medio. La hostilidad, y como resultado, la exigencia de una alta especialización para sobrevivir en este biotopo, es responsable directa de que predominen especies de hemipterófitos y que se encuentren aquí los únicos criptófitos que se hallan en el ámbito de la cantera.

– Biotopo «D». En las cornisas de la cantera, la mayoría de las especies poseen raíces pivotantes, ya que aptovechan las grietas existentes para fijarse al sustrato. Encontramos sobre todo caméfitos.

– Biotopo «E». En los taludes muy pedregosos con existencia de grandes bloques de mármol y escaso aporte hídrico, más de la mitad de especies instaladas en este biotopo son inestable y xérico, poseen raíces verticales-horizontales y son caméfitos.

Teniendo en cuenta la presencia de las especies en los inventarios realizados en el total de la superficie estudiada, destacan, por ser las que poseen mayor grado de presencia en los distintos biotopos, las siguientes: *Ulex baeticus* subsp. *baeticus*, *Andryala ragusina* subsp. *ramosissima*, *Helichrysum stoechas*, *Micromeria graeca*, *Phagnalon rupestre*, *Cistus albidus*, *Lobularia maritima*, *Calicotome villosa* y *Echium albicans*.

CONCLUSIONES

Sistema radical

Los sistemas radicales contribuyen efectivamente a estabilizar las laderas, pero no lo garantizan, ya que son muy escasas las especies con raíces en red o hemisféricas (Poaceae). Especies con raíces pivotantes (Foto 2) colonizan áreas naturales

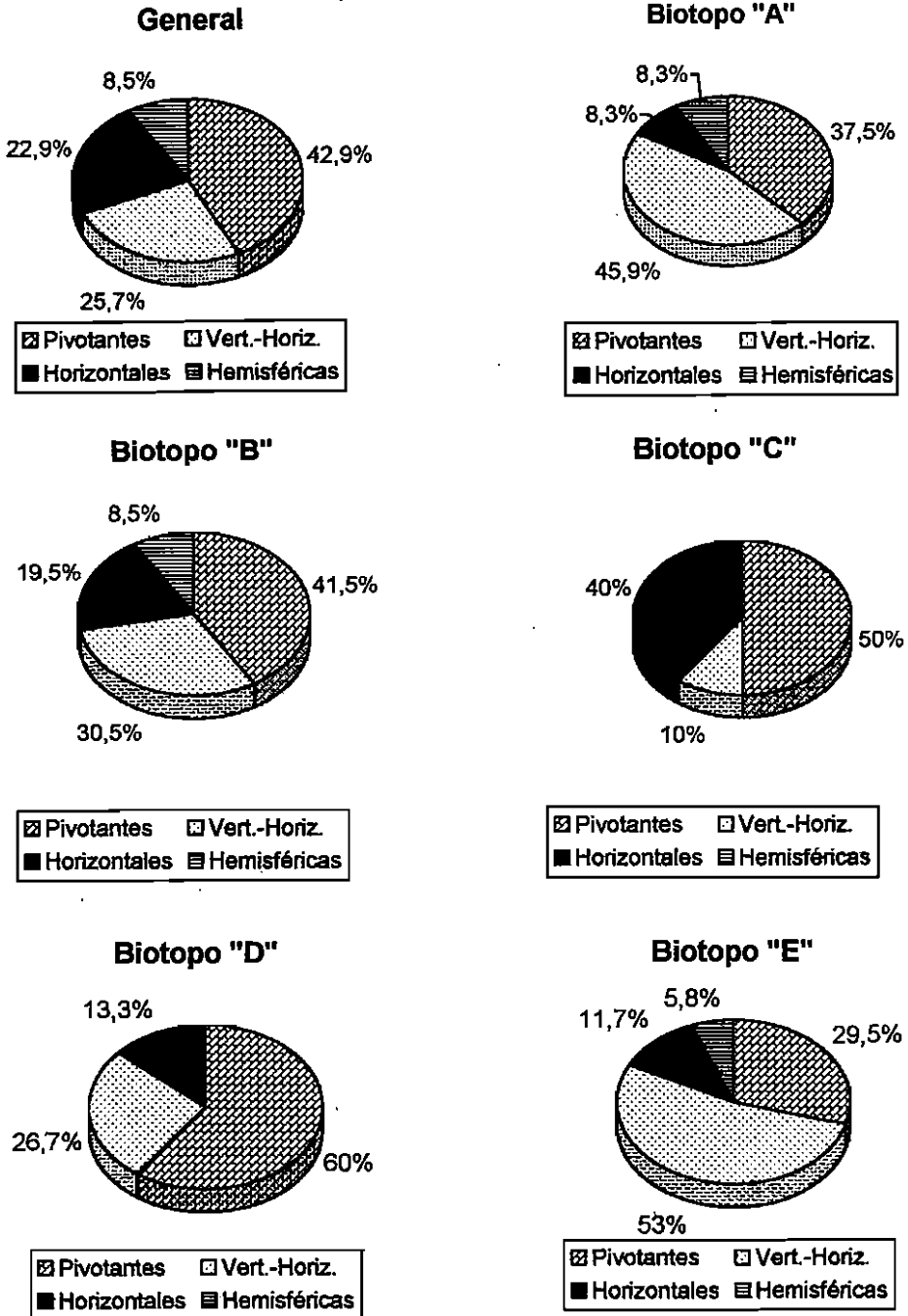


Fig. 4. Porcentajes de aparición de especies atendiendo a la morfología de la raíz. Biotopo A = Laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo B = Pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas. Biotopo C = Arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo D = Cornisas. Biotopo E = Taludes muy pedregosos con existencia de grandes bloques de mármol.

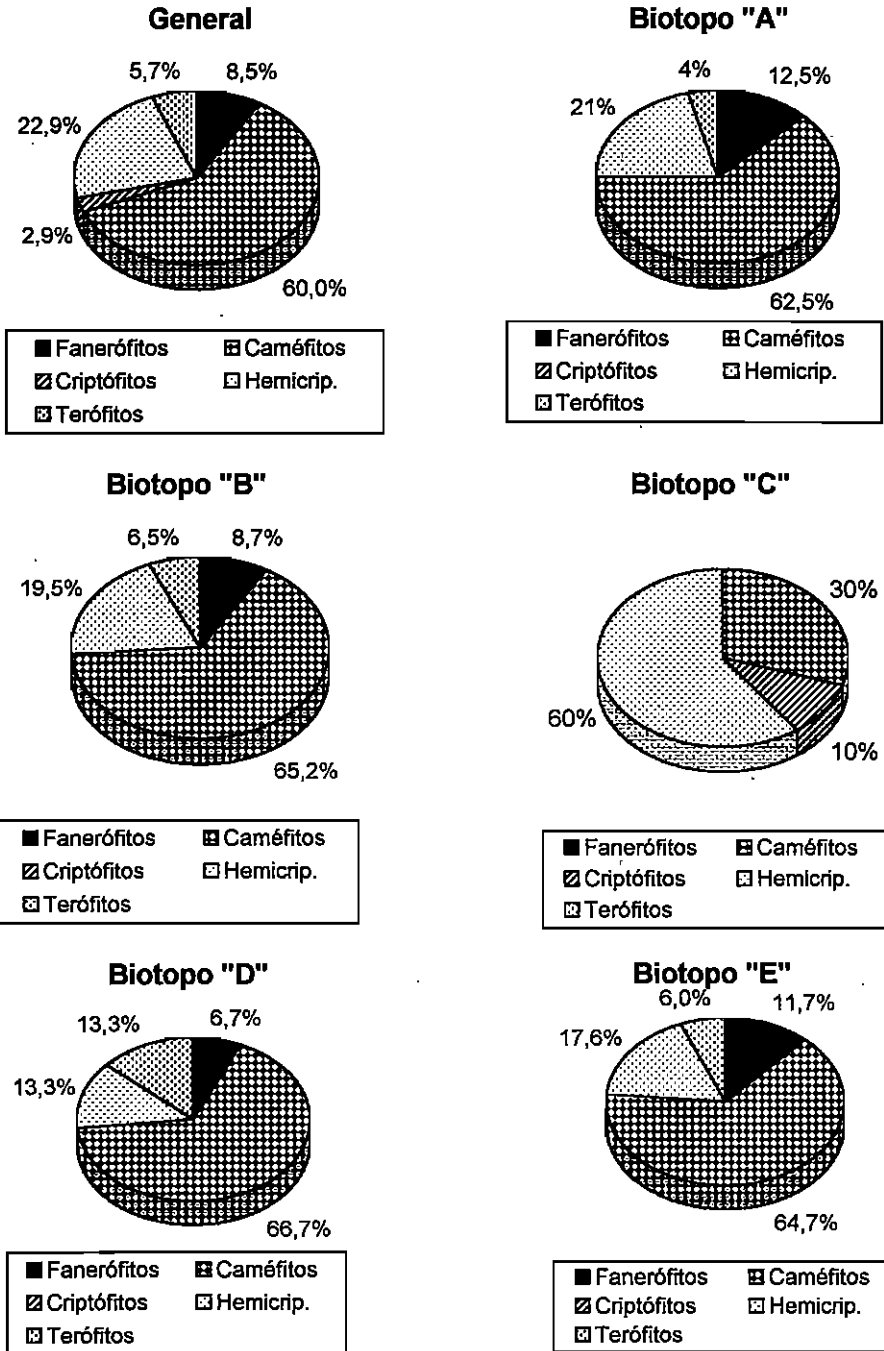


Fig. 5. Porcentajes de aparición de especies atendiendo al espectro biológico. Biotopo A = Laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo B = Pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas. Biotopo C = Arenas dolomíticas de disgregación. Biotopo D = Cornisas. Biotopo E = Taludes muy pedregosos con existencia de grandes bloques de mármol.

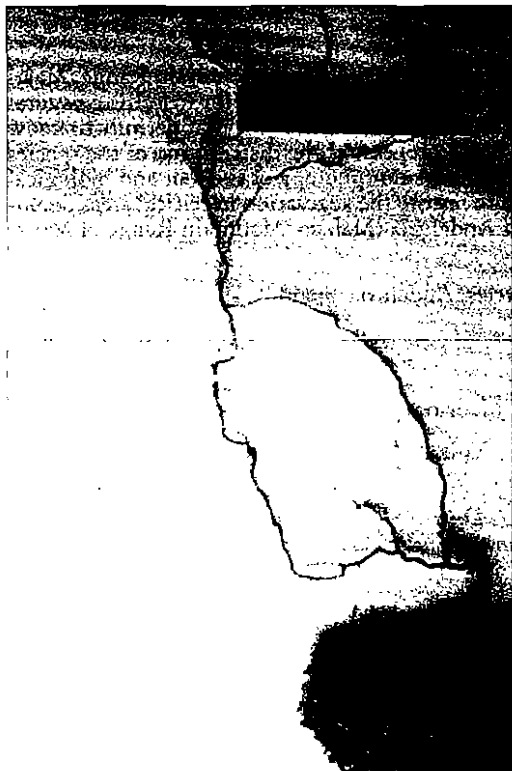


Foto 2. Raíz de *Alyssum serpyllifolium* adaptada a la exploración de grietas.

degradadas de manera significativa. Atendiendo a las características del sistema radical, las especies presentes en la cantera se sitúan en determinados biotopos: en las laderas pedregosas con arenas dolomíticas de disgregación, predominan las especies con raíz vertical-horizontal. Igual ocurre en taludes muy pedregosos. En pedregales estabilizados y rellanos en laderas calizas, predominan especies con raíces pivotantes, al igual que en las arenas dolomíticas de disgregación y en las cornisas de la cantera.

Tipo biológico

Los caméfitos, se ven favorecidos en la colonización de áreas naturales degradadas. Dominan los diferentes biotopos estudiados salvo las arenas dolomíticas de disgregación.

Otros

Se constata la destacada presencia de herbáceas en los biotopos o ambientes más difíciles para la vida vegetal. Son especies poco exigentes en recursos y capaces de crecer rápidamente. Aportan un freno a la erosión. A su vez, se pone de relieve que el pino piñonero, *Pinus pinea*, es una de las especies de tipo arbóreo con mayor éxito de colonización en las áreas naturales degradadas estudiadas. Ciertas especies poseen una destacada presencia en el área de estudio, debido a las adaptaciones que han desarrollado en el sistema radical en cuanto a morfología, profundidad y extensión del mismo, que les permite colonizar distintos biotopos. Las especies vegetales estudiadas están adaptadas a las condiciones extremas existentes en la cantera, y además, poseen un importante interés biológico. Son las más adecuadas para revegetar este Área Crítica (ver Tabla III).

TABLA III
ESPECIES PREFERENTES A UTILIZAR PARA RESTAURAR LA VEGETACION EN AREAS CRITICAS DEGRADADAS POR LA EXTRACCION DE ARIDOS EN EL SW DE ANDALUCIA (MALAGA, SIERRA DE MIJAS, COSTA DEL SOL)

Biotopo	Especies
A	<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>
	<i>Andryala ragusina</i> subsp. <i>ramosissima</i>
	<i>Phagnalon rupestre</i>
	<i>Cistus albidus</i>
	<i>Calicotome villosa</i>
B	<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>
	<i>Andryala ragusina</i> subsp. <i>ramosissima</i>
	<i>Helichrysum stoechas</i>
	<i>Phagnalon rupestre</i>
	<i>Cistus albidus</i>
	<i>Lobularia maritima</i>
C	<i>Echium albicans</i>
	<i>Stipa tenacissima</i>
	<i>Cistus clusii</i>
	<i>Verbasicum giganteum</i> subsp. <i>giganteum</i>
	<i>Micromeria graeca</i>
D	<i>Fumana thymifolia</i>
	<i>Polygala rupestris</i>
	<i>Thymra capitata</i>
	<i>Ulex baeticus</i> subsp. <i>baeticus</i>
E	<i>Micromeria graeca</i>
	<i>Phagnalon rupestre</i>
	<i>Calicotome villosa</i>
	<i>Dittrichia viscosa</i>

SUMMARY

Vegetal restoration of dolomitic quarries in the Western Costa del Sol (Mijas Mountain Range, Málaga). It has been made a study on the procedures, models and species to select for installing vegetal covers in natural zones demoted by mining activities. It has been made a model that permits to know the suitable species for restoring dolomitic quarries. The biotopes and the distribution of the species within the quarries have been differentiated in function of the morphology of the root and biological type. 16 main species have been established to be used to restore the vegetation in critical areas demoted by the extraction of dolomitic stone in the SW of Andalusia (Málaga, Mountain Range of Mijas, Costa del Sol).

Key Words: Mediterranean Shrubbery, restores, quarries, Andalusia, Spain.

BIBLIOGRAFIA

- BRAUN-BLANQUET J. 1979: *Fitosociología*. Ed. Blume. Madrid.
- CASTROVIEJO S. *et al.* (eds.) 1986-1997: *Flora Ibérica*. Vols. I, II, III, IV y V. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS 1992: *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres*.
- EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE MÁLAGA (ed.) 1988: *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*.
- HERNÁNDEZ BERMEJO J.E. & CLEMENTE MUÑOZ M. 1994: *Protección de la Flora en Andalucía*. A.M.A. Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA 1978: *Mapa Geológico de España E. 1:50.000*. Hoja de Coín (16-45).
- JUNTA DE ANDALUCÍA (Ed.) 1996: *Manual de la Flora para la Restauración de Áreas Críticas y Diversificación en Masas Forestales*. Consejería de Medio Ambiente.
- NIETO CALDERA J.M., PÉREZ LATORRE A.V. & CABEZUDO B. 1991: «Biogeografía y series de vegetación de la provincia de Málaga (España)». *Acta Botánica Malacitana*, 16(2): 417-436.
- NIETO CALDERA J.M., PÉREZ SANZ S. & CABEZUDO B. 1987: «Datos sobre la vegetación dolomítica del Sector Rondeño». *Lazaroa*, 10: 35-46.
- ORSHAN G. 1986: «Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment». *Annali di Botanica*, 54: 7-37.
- PÉREZ LATORRE A.V. 1996: «Turismo litoral y conservación de la biodiversidad en la Costa del Sol occidental». *Ojo a Málaga. Boletín del Plan Estratégico de Málaga*. Ed. Fundación Ciedes.
- PÉREZ SÁNCHEZ F.J. 1996: «Plan de restauración de una cantera de mármol en la Sierra de Mijas (Málaga). Comunicaciones Técnicas». In: *III Congreso Nacional del Medio Ambiente*. Vol. II. C.O.F., U.P. y APROMA. Madrid.
- PÉREZ SANZ S., NIETO CALDERA J.M. & CABEZUDO B. 1987: «Contribución al conocimiento de la flora de la Sierra de Mijas (Málaga, España)». *Acta Botánica Malacitana*, 12: 189-202.
- RIVAS MARTÍNEZ S. 1987: *Memorias y mapas de las Series de vegetación de España*. MAPA-ICONA. Madrid.
- U.I.C.N. 1981: *Como usar las categorías del Libro Rojo de datos de la U.I.C.N.* Kew, Richmond.
- VALDÉS B., TALAVERA S. & GALIANO E. (Eds.) 1987: *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vols. I, II y III. Ed. Ketres. Barcelona.