

Studies on Iberian Peninsula ultramafic flora: a selected nickel accumulation screening

Lourdes Rufo Nieto, Vicenta de la Fuente García (*),
Daniel Sánchez-Mata & María del Pilar Rodríguez-Rojo (**)

Resumen: Rufo Nieto, L., de la Fuente García, V., Sánchez-Mata, D. & Rodríguez-Rojo, M. P. *Estudios en la flora ultramáfica ibérica: examen de la acumulación de níquel. Lazaroa 25: 161-167 (2004).*

Se ha realizado un test químico semi-cuantitativo de acumulación de níquel sobre casi 200 táxones procedentes de áreas ultramáficas del sur de España. Las recolecciones y el estudio de los materiales fueron realizados por el botánico español Prof. Salvador Rivas Goday y se conservan en las colecciones del herbario MAF (Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid). De los táxones estudiados solo dos dieron resultados positivos: *Alyssum serpyllifolium* subsp. *malacitanum* Rivas Goday ex G. López (*Brassicaceae*) y *Saxifraga gemmulosa* Boiss. (*Saxifragaceae*).

Abstract: Rufo Nieto, L., de la Fuente García, V., Sánchez-Mata, D. & Rodríguez-Rojo, M. P. *Studies on Iberian Peninsula ultramafic flora: a selected nickel accumulation screening. Lazaroa 25: 161-167 (2004).*

A complete list of taxa from southern Iberian Peninsula ultramafics were screened for Ni accumulation. All the studied specimens were collected by the Spanish botanist Prof. Salvador Rivas Goday and are preserved in the MAF Herbarium (Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid). The study was carried out by a semi-quantitative chemical test. Only two species of the almost two hundred tested had a positive reaction: *Alyssum serpyllifolium* subsp. *malacitanum* Rivas Goday ex G. López (*Brassicaceae*) and *Saxifraga gemmulosa* Boiss. (*Saxifragaceae*).

INTRODUCTION

The ultramafic rocks constitute a broad spectrum of different materials which differ in balance and composition of several minerals; soils weathered from these kind of rocks are commonly called 'ultramafic soils' and usually show high levels of magnesium (Mg), iron (Fe), and other metal elements such as chromium (Cr), mercury (Hg), nickel (Ni), etc., which are usually poisonous for plants. These hard and extreme environmental conditions exclude the growth of most plants but support a high level of endemic, indicator and tolerant plants.

Exhaustive analytical studies of the floras of many parts of the world where ultramafic areas are significant (NW USA, Newfoundland, Brazil, Cuba, Caribbean countries, New Caledonia, Mediterranean Europe, Turkey, central and eastern Africa, islands of

Indonesia and the Philippines, etc.) have led to the recognition of Ni hyperaccumulation in about 200 plant species. These have been reported and discussed elsewhere (REEVES, 1992; REEVES & *al.*, 1996, etc.).

The main ultramafic outcrops in the Iberian Peninsula are located mainly in southern territories and cover more than 300 km² in the southwest of the Betic Ranges (Figure 1). The great diversity of plant species from these territories is related to the edaphic conditions of the ultramafic soils, as well as the lithology and bioclimate of the area. The soils have high concentrations of Mg and Ni which may be toxic for plant growth. Ultramafic vegetation from southern Spain has been studied by several authors such as RIVAS GODAY & RIVAS-MARTÍNEZ & 1968; RIVAS GODAY, 1969; RIVAS GODAY & ESTEVE, 1972; LÓPEZ GONZALEZ, 1975; BROOKS, SHAW & ASENSI, 1982; ASENSI & DÍEZ-GARRETAS, 1992 and BROOKS & *al.*, 1995.

* Departamento de Biología (Botánica). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma. E-28049 Madrid. Spain.

** Departamento de Biología Vegetal II. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. E-28040 Madrid. Spain.

MATERIAL AND METHODS

Referred taxa compiled by Rivas Goday for the Spanish southern ultramafic territories (RIVAS GODAY, 1969; RIVAS GODAY & ESTEVE, 1972) have been checked (Sierra Bermeja and Sierra de Aguas, Málaga). The screening of Ni accumulation was made by a semi-quantitative chemical test using dry fragments of above-ground plant tissues (leaves, flowers and / or fruits) from the available collections made by the authors and preserved in MAF Herbarium (Facultad de Farmacia, Universidad Complutense, Madrid).

Samples were boiled in distilled water during five minutes for full hydration and fragmented. The test was made using standard filter paper impregnated with dimethylglyoxime (1 % solution in ethanol).

Nomenclature: We follow (if not indicated) the nomenclatural proposals published in *Flora Europaea* (TUTIN & al., 1964-1993) and *Flora iberica*

(CASTROVIEJO & al., 1986-2003), and for the standardized names of the authors the proposals of BRUMMIT & POWELL (1996).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows our results. The original taxa names are included; an asterisk means that the name is listed in the appendix with the current and accepted nomenclature. Also, family names, growth forms and characteristic syntaxa are given following the available proposals of RIVAS-MARTÍNEZ (2003) and RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2002a, 2002b).

A negative test result (-) indicates either not a Ni accumulation (concentration below 1000 mg/g dry mass). A cross-symbol (+) is added when the positive reaction was clear: *Alyssum serpyllifolium* subsp. *malacitanum* Rivas Goday ex G. López and *Saxifraga gemmulosa* Boiss.

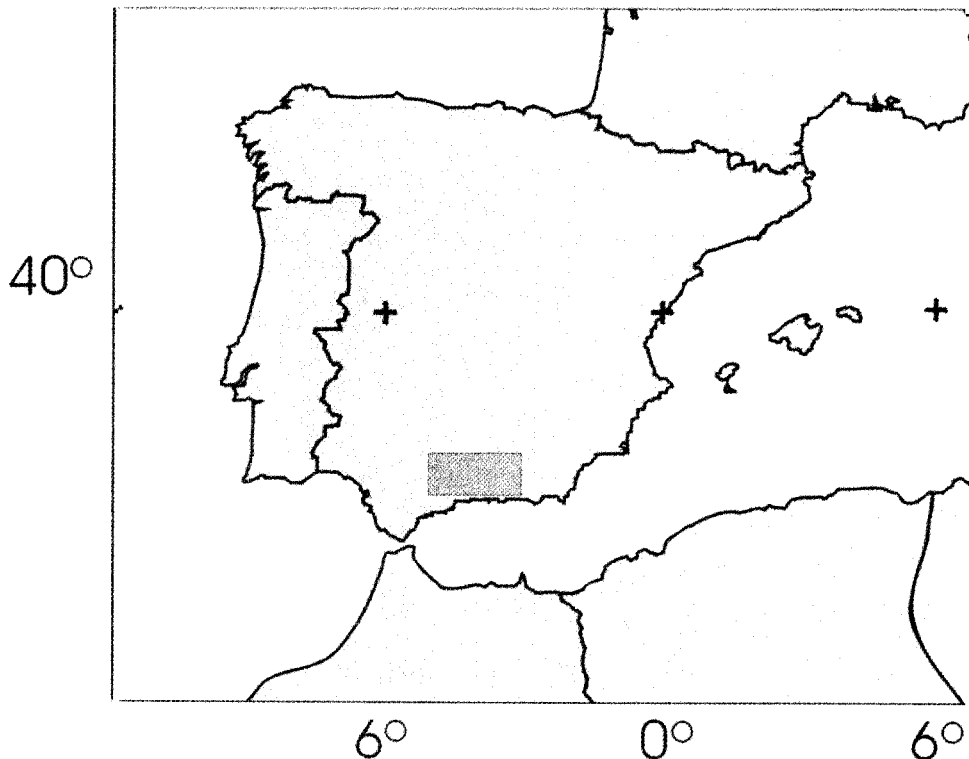


Figure 1.— Geographical location of the main ultramafic outcrops in the Iberian Peninsula.

Table 1

Compiled list of taxa examined for Ni accumulation. An asterisk after the taxon name means that the accepted name is mentioned in the «Floristic appendix» (in bold characters). Growth forms (standard acronyms): T: therophyte (scap: scapose, caesp: caespitose); G: geophyte (bulb: bulbose, rhiz: rhizomatose, rad: radicotuberosa, scan: scandent); H: hemicryptophyte (scap: scapose, ros: rosulate, caesp: caespitose, rep: reptant); Ch: chamaephyte (frut: fruticose, suff: suffruticose, pulv: pulvinate); P: Phanerophyte (N: nano-, Mes: meso-, Macr: macro-).

Taxon	Family	Life form	Test	Characteristic syntaxa
<i>Abies pinsapo</i>	<i>Pinaceae</i>	Macr P	-	<i>Paeonio-Abietion pinsapae</i>
<i>Allium rouyi</i>	<i>Liliaceae</i>	Geof bulb	-	-
<i>Alyssum serpyllifolium</i> subsp. <i>malacitanum</i>	<i>Brassicaceae</i>	Ch suff	+	<i>Staehelino-Ulicion baetici</i>
<i>Andryala ragusina</i>	<i>Asteraceae</i>	H scap	-	<i>Andryaetalia ragusinae</i>
<i>Anthyllis arundana</i>	<i>Fabaceae</i>	Ch suff	-	-
<i>Anthyllis xarratracensis</i>	<i>Fabaceae</i>	H scap	-	-
<i>Anthyllis cytisoides</i>	<i>Fabaceae</i>	NP	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Anthyllis podocephala</i> (*)	<i>Fabaceae</i>	Ch suff	-	<i>Convolvuletalia bossieri</i>
<i>Anthyllis tejedensis</i>	<i>Fabaceae</i>	Ch suff	-	<i>Convolvuletalia boissieri</i>
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	<i>Liliaceae</i>	H scap	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Arabis parvula</i>	<i>Brassicaceae</i>	T scap	-	-
<i>Arenaria armerina</i> var. <i>elongata</i> (*)	<i>Caryophyllaceae</i>	Ch pulv	-	<i>Thymenion serpylloidis</i>
<i>Arenaria capillipes</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Arenaria retusa</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Armeria carratracensis</i> (*)	<i>Plumbaginaceae</i>	H ros	-	<i>Staehelino-Ulicion baetici</i>
<i>Armeria colorata</i>	<i>Plumbaginaceae</i>	H ros	-	<i>Cisto-Lavanduletea</i>
<i>Armeria filicaulis</i>	<i>Plumbaginaceae</i>	H ros	-	-
<i>Asperula aristata</i> f. <i>macrosiphon</i> (*)	<i>Rubiaceae</i>	G rhiz	-	-
<i>Asperula asperrima</i>	<i>Rubiaceae</i>	G rhiz	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> subsp.	<i>Aspleniaceae</i>	G rhiz	-	<i>Phagnalo saxatilis-Cheilanthon maderensis</i>
<i>Atractylis cancellata</i>	<i>Astaraceae</i>	T scap	-	<i>Brachypodietalia distachyi</i>
<i>Avena bromoides</i> subsp. <i>australis</i> (*)	<i>Poaceae</i>	H caesp	-	<i>Stipion tenacissimae</i>
<i>Avena bulbosa</i> var. <i>hispanica</i> (*)	<i>Poaceae</i>	H caesp	-	<i>Lygeo-Stipetea</i>
<i>Biscutella stenophylla</i> (*)	<i>Brassicaceae</i>	H ros	-	<i>Thlaspietea rotundifolii</i>
<i>Brachypodium distachyon</i>	<i>Poaceae</i>	T scap	-	<i>Brachypodietalia distachyi</i>
<i>Brachypodium ramosum</i> (*)	<i>Poaceae</i>	G rhiz	-	<i>Lygeo-Stipetea</i>
<i>Briza maxima</i>	<i>Poaceae</i>	T scap	-	<i>Tuberarietalia guttatae</i>
<i>Bunium macuca</i> (*)	<i>Apiaceae</i>	G bulb	-	<i>Paeonio-Abietion pinsapo</i>
<i>Bupleurum gibraltarium</i>	<i>Apiaceae</i>	Ch frut	-	<i>Asparago-Rhamnion oleoidis</i>
<i>Bupleurum spinosum</i>	<i>Apiaceae</i>	Ch frut	-	<i>Erinaceetalia anthyllidis</i>
<i>Campanula erinus</i>	<i>Campanulaceae</i>	T scap	-	<i>Brachypodion distachyi</i>
<i>Campanula mollis</i>	<i>Campanulaceae</i>	H scap	-	<i>Campanulion mollis</i>
<i>Carduncellus caeruleus</i>	<i>Campanulaceae</i>	H scap	-	-
<i>Carex halleriana</i>	<i>Cyperaceae</i>	H caesp	-	<i>Quercetea ilicis</i>
<i>Carex hispida</i>	<i>Cyperaceae</i>	G rhiz	-	-
<i>Catapodium salzmanni</i> (*)	<i>Poaceae</i>	T scap	-	-
<i>Caucalis coerulescens</i> (*)	<i>Apiaceae</i>	T scap	-	<i>Brachypodion distachyi</i>
<i>Centaurea bombycina</i>	<i>Asteraceae</i>	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Centaurea carratracensis</i>	<i>Asteraceae</i>	H scap	-	<i>Staehelino-Ulicion baetici</i>
<i>Centaurea lainzii</i>	<i>Asteraceae</i>	H scap	-	<i>Melico-Phagnalion intermedii</i>
<i>Centaurea prolongoi</i>	<i>Asteraceae</i>	H scap	-	<i>Phagnalo-Rumicetalia indurati</i>
<i>Centranthus calcitrapae</i>	<i>Valerianaceae</i>	T scap	-	<i>Cardamino-Geranietea purpurei</i>
<i>Cerastium boissieri</i> (*)	<i>Caryophyllaceae</i>	H scap	-	-
<i>Ceterach officinarum</i>	<i>Aspleniaceae</i>	G rhiz	-	-
<i>Chaenorrhinum macropodium</i> subsp. <i>degenii</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	H scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Chaenorrhinum villosum</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	H scap	-	<i>Parietario-Galion muralis</i>
<i>Cheilanthes marantae</i> (*)	<i>Sinopteridaceae</i>	G rhiz	-	<i>Cheilanthesetalia maranto-maderensis</i>
<i>Cistus albidus</i>	<i>Cistaceae</i>	NP	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Cistus clusii</i>	<i>Cistaceae</i>	NP	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>Cistaceae</i>	NP	-	<i>Lavanduletalia stoechadis</i>
<i>Cistus salvifolius</i>	<i>Cistaceae</i>	NP	-	<i>Cisto-Lavanduletea</i>
<i>Convolvulus lanuginosus</i>	<i>Convolvulaceae</i>	Ch suff	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Coris monspeliensis</i>	<i>Primulaceae</i>	Ch suff	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Corrigiola telephiifolia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	H rept	-	-

Table 1 (Cont.)

Taxon	Family	Life form	Test	Characteristic syntaxa
<i>Corynephorus articulatus</i> (*)	Poaceae	T scap	-	Malcolmietalia
<i>Corynephorus canescens</i> var. <i>dolomiticola</i>	Poaceae	H scap	-	<i>Corynephoretalia canescentis</i>
<i>Crambe filiformis</i>	Brassicaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Crepis albida</i>	Asteraceae	H scap	-	<i>Ononidetalia striatae</i>
<i>Crucianella angustifolia</i>	Rubiaceae	T scap	-	<i>Tuberarietea guttatae</i>
<i>Crucianella latifolia</i>	Rubiaceae	T scap	-	-
<i>Cynoglossum arundanum</i> (*)	Boraginaceae	H scap	-	<i>Carthametalia lanati</i>
<i>Dianthus boissieri</i> subsp. 'siculum' (*)	Caryophyllaceae	Ch suff	-	-
<i>Dianthus brachyanthus</i> var. <i>nivalis</i> (*)	Caryophyllaceae	Ch suff	-	<i>Festucetalia indigestae</i>
<i>Dianthus malacitanus</i> Haenseler ex (*)	Caryophyllaceae	Ch suff	-	<i>Phagnalo-Rumicetalia indurati</i>
<i>Digitalis obscura</i> subsp. <i>laciniata</i> (*)	Scrophulariaceae	Ch suff	-	<i>Convolvuletalia boissieri</i>
<i>Dorycnium suffruticosum</i> (*)	Fabaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Echium albicans</i>	Boraginaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Eleaeoselinum tenuifolium</i>	Apiaceae	H scap	-	<i>Anthyllidetalia terniflorae</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>	Equisetaceae	G rhiz	-	-
<i>Erica erigena</i>	Ericaceae	NP	-	<i>Molinio-Holoschoenion vulgaris</i>
<i>Erysimum myriophyllum</i>	Brassicaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Euphorbia boetica</i>	Euphorbiaceae	Ch suff	-	<i>Helichryson picardii</i>
<i>Euphorbia exigua</i> var. <i>tricuspidata</i> (*)	Euphorbiaceae	T scap	-	<i>Brachypodietalia distachyi</i>
<i>Euphorbia nicaeensis</i> var. <i>coarctata</i> (*)	Euphorbiaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Festuca scariosa</i>	Poaceae	H caesp	-	<i>Festucion scariosae</i>
<i>Fumana ericoides</i>	Cistaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Fumana glutinosa</i> (*)	Cistaceae	Ch suff	-	-
<i>Gagea foliosa</i>	Liliaceae	G bulb	-	-
<i>Galium pruinatum</i>	Rubiaceae	H scap	-	-
<i>Galium valantia</i> (*)	Rubiaceae	H scap	-	-
<i>Galium viridiflorum</i>	Rubiaceae	H scap	-	-
<i>Genista boissieri</i> (*)	Fabaceae	Ch frut	-	<i>Lavandulo-Echinopartion boissieri</i>
<i>Genista cinerea</i> subsp. <i>speciosa</i>	Fabaceae	NP	-	<i>Adenocarpion decorticans</i>
<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>lanuginosa</i>	Fabaceae	Ch frut	-	<i>Ulici-Cistion</i>
<i>Genista umbellata</i> subsp. <i>equisetiformis</i>	Fabaceae	Ch frut	-	<i>Ulici-Cistion</i>
<i>Globularia spinosa</i> s.l.	Globulariaceae	H scap	-	<i>Andryalio agardhii</i>
<i>Halimium atriplicifolium</i> subsp. <i>serpentinicola</i> (*)	Cistaceae	NP	-	<i>Staezelino-Ulicion baetici</i>
<i>Helianthemum croceum</i> (*)	Cistaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Helianthemum viscidulum</i>	Cistaceae	Ch suff	-	<i>Lavandulion lanatae</i>
<i>Helichrysum serotinum</i> (*)	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Helichryso-Santolinetalia squarrosae</i>
<i>Helichrysum stoechas</i>	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Helichryso-Santolinetalia squarrosae</i>
<i>Herniaria scabrida</i>	Caryophyllaceae	Ch suff	-	<i>Jasiono-Koelerietalia crassipedis</i>
<i>Hippocrepis eriocarpa</i>	Fabaceae	Ch suff	-	<i>Convolvuletalia boissieri</i>
<i>Hyparrhenia hirta</i> var. <i>longearistata</i>	Poaceae	H scap	-	<i>Hyparrhenion hirtae</i>
<i>Iberis fontqueri</i>	Brassicaceae	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Iberis linifolia</i> var. <i>contracta</i> (*)	Brassicaceae	T scap	-	-
<i>hula viscosa</i> (*)	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Bromo-Piptatherum miliacei</i>
<i>Jasione blepharodon</i> subsp. <i>penicillata</i>	Campanulaceae	T scap	-	<i>Brachypodion distachyi</i>
<i>Juncus bafonius</i> s.l.	Juncaceae	T caesp	-	<i>Isoto-Nanojuncetea</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Cupressaceae	Mes P	-	<i>Pistacio-Rhamnetalia alaterni</i>
<i>Kohlruschia prolifera</i> (*)	Caryophyllaceae	T scap	-	-
<i>Lactuca ramosissima</i> (*)	Asteraceae	H scap	-	-
<i>Lactuca viminea</i>	Asteraceae	H scap	-	<i>Andryaletalia ragusinae</i>
<i>Lagurus ovatus</i>	Poaceae	T scap	-	<i>Linario-Vulpion alopecuroris</i>
<i>Lavandula lanata</i>	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Lavandulion lanatae</i>
<i>Lavandula multifida</i>	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Stipion parviflorae</i>
<i>Lavandula stoechas</i>	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Cistion ladaniferi</i>
<i>Leuzea confera</i>	Asteraceae	H scap	-	<i>Lygeo-Stipetalia</i>
<i>Linaria amoi</i> s.l.	Scrophulariaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Linaria anticaria</i>	Scrophulariaceae	H scap	-	<i>Campanulion mollis</i>
<i>Linaria clementei</i>	Scrophulariaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Linaria raveyi</i> (*)	Scrophulariaceae	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Linaria rosmaessleri</i>	Scrophulariaceae	H scap	-	-
<i>Linaria saturoeoides</i>	Scrophulariaceae	H scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Linum narbonense</i>	Linaceae	H scap	-	<i>Lygeo-Stipetalia</i>
<i>Linum strictum</i>	Linaceae	T scap	-	<i>Brachypodietalia distachyi</i>

Table 1 (Cont.)

Taxon	Family	Life form	Test	Characteristic syntaxa
<i>Linum suffruticosum</i> subs. <i>carratracensis</i>	Linaceae	Ch suff	-	<i>Eryngio-Ullicion erinacei</i>
<i>Linum suffruticosum</i> var. <i>tejedense</i>	Linaceae	Ch suff	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Linum tenue</i>	Linaceae	T scap	-	<i>Molinio-Holoschoenion vulgaris</i>
<i>Lithospermum fruticosum</i> (*)	Boraginaceae	Ch frut	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Melica minuta</i>	Poaceae	H caesp	-	<i>Asplenietalia petrachae</i>
<i>Mercurialis annua</i>	Euphorbiaceae	T scap	-	<i>Stellarietea mediae</i>
<i>Micropus bombycinus</i> (*)	Asteraceae	T scap	-	-
<i>Molinia coerulea</i>	Poaceae	H caesp	-	<i>Molinetalia caeruleae</i>
<i>Mucizonia hispida</i>	Crassulaceae	T scap	-	-
<i>Omphalodes amplexicaulis</i> (*)	Boraginaceae	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Ononis minutissima</i>	Fabaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarinetalia officinalis</i>
<i>Orchis elata</i> subsp. <i>durandii</i> (*)	Orchidaceae	G rad	-	-
<i>Oryzopsis miliacea</i> (*)	Poaceae	H caesp	-	<i>Bromo-Piptharion miliacei</i>
<i>Parietaria diffusa</i>	Urticaceae	H scap	-	<i>Parietarietalia</i>
<i>Paronychia echinata</i> (*)	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Tuberarion guttatae</i>
<i>Paronychia suffruticosa</i> (*)	Caryophyllaceae	Ch suff	-	<i>Anthyllidetalia terniflorae</i>
<i>Phagnalon intermedium</i>	Asteraceae	Ch suff	-	-
<i>Phagnalon saxatile</i>	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Lygeo-Stipetea</i>
<i>Phagnalon sordidum</i>	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Asplenietea trichomanis</i>
<i>Phlomis crinita</i> var. <i>malacitana</i>	Lamiaceae	H ros	-	-
<i>Phlomis xcomposita</i> var. <i>carratracensis</i> (*)	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Lavandulo-Echinopartion boissieri</i>
<i>Phlomis bychnitis</i>	Lamiaceae	H scap	-	<i>Thero-Brachypodion ramosi</i>
<i>Phlomis purpurea</i>	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Asprago-Rhamnion oleoidis</i>
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>acutisquama</i>	Pinaceae	Macr P	-	<i>Pino-Juniperion phoeniceae</i>
<i>Pistorinia hispanica</i>	Crassulaceae	T scap	-	<i>Tuberarietea guttatae</i>
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Polycarpion tetraphylli</i>
<i>Polygala rupestris</i>	Polygalaceae	Ch suff	-	<i>Rosmarino-Ericion multiflori</i>
<i>Psolarea bituminosa</i>	Fabaceae	H scap	-	-
<i>Putoria calabrica</i>	Rubiaceae	Ch suff	-	-
<i>Reseda undata</i>	Resedaceae	T scap	-	<i>Carthametalia lanati</i>
<i>Rhamnus myrtifolius</i>	Rhamnaceae	Ch frut	-	<i>Pino-Juniperion phoeniceae</i>
<i>Rhamnus oleoides</i>	Rhamnaceae	NP	-	<i>Asprago-Rhamnion oleoidis</i>
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	NP	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Rubia peregrina</i> var. <i>angustifolia</i> (*)	Rubiaceae	G scand	-	<i>Quercetea ilicis</i>
<i>Rumex induratus</i>	Polygonaceae	Ch suff	-	<i>Phagnalo-Rumicetalia indurati</i>
<i>Samolus valerandi</i>	Primulaceae	H scap	-	-
<i>Sanguisorba rupicola</i> s.l.	Rosaceae	Ch suff	-	<i>Asplenietea trichomanis</i>
<i>Satureja graeca</i> (*)	Lamiaceae	Ch frut	-	-
<i>Saxifraga biternata</i>	Saxifragaceae	H ros	-	<i>Campanulion mollis</i>
<i>Saxifraga gemmulosa</i>	Saxifragaceae	H ros	+	<i>Selaginello-Anogrammion leptophyllae</i>
<i>Scabiosa semipapposa</i>	Dipsacaceae	H scap	-	-
<i>Schoenus nigricans</i>	Cyperaceae	H caesp	-	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>
<i>Scirpus holoschoenus</i> (*)	Cyperaceae	G rhiz	-	<i>Holoschoenetalia vulgaris</i>
<i>Scorzonera baetica</i>	Asteraceae	H scap	-	<i>Staehelino-Ulicio baetici</i>
<i>Scrophularia canina</i>	Scrophulariaceae	Ch suff	-	<i>Andryaletalia ragusinae</i>
<i>Scrophularia crithmifolia</i>	Scrophulariaceae	Ch suff	-	<i>Phagnalo-Rumicetalia indurati</i>
<i>Sedum acre</i>	Crassulaceae	Ch suc	-	<i>Alysso-Sedion albi</i>
<i>Serratula baetica</i>	Asteraceae	H scap	-	<i>Staehelino-Ulicio baetici</i>
<i>Sesamoides canescens</i> (*)	Resedaceae	H scap	-	<i>Jasiono-Koelerietalia crassipedis</i>
<i>Sideritis incana</i> var. <i>virgata</i> (*)	Lamiaceae	Ch suff	-	-
<i>Silene conica</i>	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Tuberarietea guttatae</i>
<i>Silene fernandezii</i>	Caryophyllaceae	H scap	-	<i>Andryalo-Crambion filiformis</i>
<i>Silene glauca</i> Lag. (*)	Caryophyllaceae	H scap	-	-
<i>Silene inaperta</i> L.	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Andryaletalia ragusinae</i>
<i>Silene psammitis</i> subsp. <i>lasiostyla</i>	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Omphalodion commutatae</i>
<i>Staehelina baetica</i>	Asteraceae	Ch suff	-	<i>Staehelino-Ulicion baetici</i>
<i>Teucrium fragile</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	<i>Cosentinio-Lajunteion rotundifoliae</i>
<i>Teucrium haenseleri</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	-
<i>Teucrium hispidulum</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	-
<i>Teucrium lusitanicum</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	-
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aureum</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	<i>Ononidetalia striatae</i>
<i>Thymelaea hirsuta</i>	Thymelaceae	NP	-	<i>Rosmarinetea officinalis</i>
<i>Thymelaea tartonraira</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Thymelaceae	Ch suff	-	-

Table 1 (Cont.)

Taxon	Family	Life form	Test	Characteristic syntaxa
<i>Thymus erianthus</i> var. <i>capitatus</i> (*)	Lamiaceae	Ch suff	-	-
<i>Thymus longiflorus</i>	Lamiaceae	Ch suff	-	Saturejo-Thymbrion <i>capitatae</i>
<i>Thymus mastichina</i>	Lamiaceae	Ch frut	-	<i>Helichryso-Santolinetalia squarrosae</i>
<i>Torilis nodosa</i>	Umbelliferae	T scap	-	<i>Cardamino-Geranietea purpurei</i>
<i>Trachelium caeruleum</i>	Campanulaceae	Ch suff	-	<i>Cymbalariae-Asplenion</i>
<i>Trifolium scabrum</i>	Fabaceae	T scap	-	<i>Astragalo-Poion bulbosae</i>
<i>Trifolium stellatum</i>	Fabaceae	T scap	-	<i>Tuberarietea guttatae</i>
<i>Ulex baeticus</i>	Fabaceae	NP	-	<i>Stachelino-Ulicion baeticici</i>
<i>Ulex parviflorus</i> subsp. <i>rivagodayanus</i>	Fabaceae	NP	-	<i>Lavandulion lanatae</i>
<i>Umbilicus horizontalis</i> (*)	Crassulaceae	G rad	-	<i>Parietarietalia</i>
<i>Valantia hispida</i>	Rubiaceae	H scap	-	-
<i>Velezia rigida</i>	Caryophyllaceae	T scap	-	<i>Brachypodium distachyi</i>
<i>Verbascum nevadense</i>	Scrophulariaceae	H ros	-	-

Floristic appendix

Anthyllis arundana: *Anthyllis vulneraria* subsp. *arundana* (Boiss. & Reut.) H.Lindb.
Anthyllis podocephala: *Anthyllis polycephala* Desf.
Arenaria armerina var. *elongata*: *Arenaria armerina* Bory
Armeria carratracensis: *Armeria villosa* subsp. *carratracensis* (Bernis) Nieto Feliner
Asperula asperrima: *Galium boissieranum* Ehrend. & Krendl
Avena bromoides subsp. *australis*: *Avenula gervaisii* J.Holub
Avena bulbosa var. *hispanica*: *Arrhenatherum album* var. *erianthum* (Boiss. & Reut.) Romero Zarco
Biscutella stenophylla: *Biscutella valentina* (Loefl. ex L.) Heywood
Brachypodium ramosum: *Brachypodium retusum* (Pers.) P.Beauv.
Bunium macuca: *Bunium alpinum* subsp. *macuca* (Boiss.) P.W.Ball
Catapodium salzmannii: *Narduroides salzmannii* (Boiss.) Rouy
Cerastium boissieri: *Cerastium gibraltarium* var. *lanuginosum* (Gren.) F.N.Williams
Cerastium gibraltarium var. *boissieri*: *Cerastium gibraltarium* var. *lanuginosum* (Gren.) F.N.Williams
Cheilanthes marantae: *Notholaena marantae* (L.) Desv.
Corynephorus articulatus: *Corynephorus divaricatus* (Pourr.) Breistr.
Cynoglossum arundanum: *Cynoglossum cheirifolium* L.
Dianthus boissieri subsp. "siculus": *Dianthus boissieri* Willk.
Dianthus brachyanthus var. *nivalis*: *Dianthus pungens* subsp. *brachyanthus* (Boiss.) Fern.Casas, G.López, M.Laínz & Muñoz Garmendia
Dianthus malacitanus: *Dianthus broteri* Boiss. & Reut.
Dorycnium suffruticosum: *Dorycnium pentaphyllum* Scop.
Euphorbia exigua var. *tricuspidata*: *Euphorbia exigua* L.
Euphorbia nicaeensis var. *coarctata*: *Euphorbia nicaeensis* All.
Fumana glutinosa: *Fumana thymifolia* (L.) Spach ex Webb
Galium valantia: *Galium verrucosum* Huds.
Genista boissieri: *Echinopartum boissieri* (Spach) Rothm.
Halimium atriplicifolium subsp. *serpentinicola*: *Halimium atriplicifolium* (Lam.) Spach
Helianthemum croceum: *Helianthemum apenninum* subsp. *stoechadifolium* (Brot.) Samp.
Helichrysum serotinum: *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum* (Boiss.) P.Fourn.
Iberis linifolia subsp. *linifolia* var. *contracta*: *Iberis linifolia* subsp. *contracta* (Pers.) Moreno
hula viscosa: *Dittrichia viscosa* (L.) W.Greuter
Jasione blepharodon subsp. *penicillata*: *Jasione penicillata* Boiss.
Kohlruschia prolifera: *Petrorhagia prolifera* (L.) P.W.Ball & Heywood
Lactuca ramosissima: *Lactuca viminea* subsp. *ramosissima* (All.) Bonnier
Linaria raveyi: *Chaenorhinum rubrifolium* subsp. *raveyi* (Boiss.) R.Fernandes
Lithospermum fruticosum: *Lithodora fruticosa* (L.) Griseb.
Micropus bombicinus: *Bombycilaena discolor* (Pers.) M.Laínz
Omphalodes amplexicaulis: *Omphalodes brassicifolia* (Lag.) Sweet
Orchis elata subsp. *durandii*: *Dactylorhiza elata* (Poir.) Sóo
Oryzopsis miliacea: *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss.
Paronychia echinata: *Paronychia echinulata* A.O.Chater
Phlomis xcomposita var. *carratracensis*: *Phlomis crinita* subsp. *composita* (Pau) Rivas Mart. & al. s.l.
Poterium rupicola: *Sanguisorba rupicola* (Boiss. & Reut.) A.Braun & C.D.Bouché
Rubia peregrina var. *angustifolia*: *Rubia peregrina* subsp. *longifolia* (Poir.) O.Bolós
Satureja graeca: *Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Reichenb.
Scirpus holoschoenus: *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják
Sesamoides canescens: *Sesamoides purpurascens* (L.) G.López
Sideritis incana var. *virgata*: *Sideritis incana* subsp. *virgata* (Desf.) Malagariga
Silene glauca: *Silene secundiflora* Otth. in DC.
Thymus erianthus var. *capitatus*: *Thymus baeticus* Boiss. ex Lacaita.
Umbilicus horizontalis: *Umbilicus gaditanus* Boiss.

BIBLIOGRAPHY

- Asensi, A. & Díez Garretas, B. —1992— Ecología y sintaxonomía de los matorrales y jarales de la Serranía de Ronda (Andalucía, España) — *Doc. Phytosociol.* 13: 15-28.
- Brooks, R. R., Shaw, S. & Asensi, A. —1981— Some observations on the ecology, metal uptake and nickel tolerance of *Alyssum serpyllifolium* subspecies from the Iberian Peninsula — *Vegetatio* 45: 183-188.
- Brooks, R. R., Dunn, C. E., Edmondson, J., Targuisti, K., Asensi, A. & Reeves, R. D. —1995— Phytosociological and biogeochemical observations on the serpentinite vegetation of the Betic Riffian ultramafic arc of Spain and Morocco — *Ofioliti* 20(2): 67-79.
- Brummitt, R. K. & Powell, C. E. (Eds.) —1996— Authors of plant names. Publ. Royal Botanic Gardens, Kew (reprint from first edition, 1992). 732 p. Whitstable.
- Castroviejo, S. & al. (ed.) —1986-2003— Flora iberica — Real Jardín Botánico. CSIC. Vols. 1-8, 10, 14. Madrid.
- Reeves, R. D. —1992— The hyperaccumulation of nickel by serpentine plants — In.: Baker, A. J. M., Proctor, J. & Reeves, R. D. (Eds.). The vegetation of ultramafic (serpentine) soils. Andover. Hampshire. Pp. 253-277.
- Reeves, R. D., Baker, A. J. M., Borhidi, A. & Berazain, R. —1996— Nickel accumulating plants from the ancient serpentine soils of Cuba — *New Phytol.* 133: 217-224.
- López González, G. —1975— Contribución al estudio florístico y fitosociológico de Sierra de Aguas — *Acta Bot. Malacitana* 1: 81-205.
- Rivas Goday, S. —1969— Flora serpentínica española. Nota primera (edafismos endémicos del Reino de Granada) — *An. R. Acad. Farmacia* 35(3): 297-304.
- Rivas Goday, S. & Esteve, F. —1972— Flora serpentínica española. Nota segunda. Nuevos edafismos endémicos y sus respectivas asociaciones en el Reino de Granada) — *An. R. Acad. Farmacia* 38(3): 409-462.
- Rivas Goday, S. & Rivas-Martínez, S. —1968— Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. 1947 — *An. Inst. Bot. Cavanilles* 25: 1-297.
- Rivas-Martínez, S. —2003— Global Bioclimatics — Centro de Investigaciones Fitosociológicas. 62 p. + ap. Madrid.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. —2002a— Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. Part I — *Itinera Geobot.* 15(1): 5-432.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. —2002b— Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. Part II — *Itinera Geobot.* 15(2): 433-922.
- Tutin, T. G. & al. (ed). —1964-1993— Flora Europaea. Vols. 1-5 — Cambridge University Press. Cambridge.