

LOS HÁBITATS DE DOLOMIAS DEL PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA BIOGEOGRAFÍA DE LA CONSERVACIÓN

JOSÉ MIGUEL MEDINA-CAZORLA¹, ANTONIO J. MENDOZA FERNÁNDEZ¹, JUAN A. GARRIDO-BECERRA¹, FABIÁN MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ¹, FRANCISCO J. PÉREZ-GARCÍA¹, M. CARMEN ROMERA¹, SILVIA RUIZ HERNÁNDEZ¹, CARLOS GIL², MARÍA E. MERLO¹ Y JUAN F. MOTA POVEDA¹.

RESUMEN

Este trabajo resume parte de los resultados obtenidos en el proyecto "Biogeografía de las plantas vasculares endémicas de las dolomías del Parque Nacional de Sierra Nevada".

Los afloramientos dolomíticos de la provincia biogeográfica Bética están considerados un hábitat prioritario ya que albergan una vegetación con unas características especiales, compuesta por una flora extremadamente peculiar que se distribuye, casi exclusivamente, sobre dolomías (especies dolomitófilas). Por estos motivos, estos ambientes han sido ampliamente documentados por los botánicos. El presente trabajo elabora una lista de los táxones dolomitófilos más representativos, aborda la distribución de la riqueza específica de esta flora, las relaciones biogeográficas de los diferentes afloramientos dolomíticos. Además, se propone la creación de una pequeña red de microrreservas vinculada a estos hábitats.

Para ello, se ha creado una base de datos de presencia/ausencia de especies en 65 cuadrículas UTM de 10 km de lado. Posteriormente, se ha evaluado la riqueza en dolomitófitos. Mediante un análisis de correspondencias (AC) se han determinado los patrones biogeográficos más interesantes y su relación con la clasificación biogeográfica más comúnmente aceptada.

Los resultados subrayan la riqueza del sector Malacitano-Almijareense, especialmente de la orla calcolomítica de Sierra Nevada y de las sierras de Tejeda y Almijara. Por otra parte, los afloramientos del sector Rondeño quedan nítidamente separados del resto debido, quizás, a su separación del resto de la Península Ibérica durante el Mioceno. Los parajes seleccionados para las microrreservas albergan gran cantidad de especies amenazadas, algunas de ellas endémicas de Sierra Nevada, destacando por su riqueza el cerro Trevenque, que se erige como un enclave de crucial importancia para la biodiversidad bética.

Palabras Clave. Análisis de correspondencia, dolomía, edafismo, endemismo, microrreserva, protección, Sierra Nevada.

¹ Departamento Biología vegetal y Ecología, Edif. CITE II-B, Universidad de Almería.

² Departamento Edafología y Química agrícola, Edif. CITE II-B, Universidad de Almería.

Ctra. Sacramento s/n, La Cañada de S. Urbano, Almería. 04120.

Correos electrónicos: jmc808@ual.es, amf788@ual.es, jgb901@ual.es, fmh177@ual.es, fpgarcia@ual.es, mcromera@ual.es, silviarh@ual.es, cgil@ual.es, emerlo@ual.es y jmota@ual.es

SUMMARY

This work summarises part of the results generated by the project “Biogeography of vascular plants species endemics to the dolomitic outcrops of the Sierra Nevada National Park”.

The dolomitic outcrops of the Baetic biogeographic province are considered a priority habitat due to their special vegetation which contains an extremely peculiar flora distributed, only on dolomites (dolomitophilous species). For these reasons, these outcrops have been widely reported by botanists. This work presents a list of the most representative dolomitophilous species, and is focused on the distribution of the specific richness of this dolomitophilous flora and the biogeographic relationships of the different outcrops. In addition, a network of microreserves related to this habitat is proposed.

A presence/absence database for every species with 65 UTM cells (10 x 10 km) was developed. Subsequently, the richness of the cells has been assessed and the most interesting biogeographic patterns and their relationship with the most widely accepted biogeographic classification were determined by applying a Correspondence Analysis.

The results point out the high specific richness of the Malacitano-Almijareense sector, especially the calcareous-dolomitic part of Sierra Nevada and the Sierras of Tejeda and Almijara. On the other hand, the outcrops included in the Rondeño sector are clearly differentiated from the rest, maybe because of their physical separation from the rest of the Iberian Peninsula during the Miocene period. The selected microreserves harbour numerous threatened species, some of them only present in Sierra Nevada, where the Trevenque Mountain became a critical locality to the conservation of the Baetic biodiversity.

Key words. Correspondence Analysis, dolomite, edaphism, endemism, microreserve, protection, Sierra Nevada.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo resume una parte de los resultados derivados del proyecto “Biogeografía de las plantas vasculares endémicas de las dolomías del Parque Nacional de Sierra Nevada”. Aunque el título se centra en el macizo más emblemático de las sierras béticas, desde el inicio del proyecto, hemos trabajado en la totalidad de las sierras de la cordillera, incluyendo así toda su flora dolomítófila. (Algunos resultados han sido publicados ya (MEDINA-CAZORLA *et al.* 2005 y 2007), están en prensa (MOTA *et al.* 2008) y otros han sido enviados para publicación).

La dolomía es una roca sedimentaria compuesta por dolomita; un mineral constituido por carbonato de calcio y magnesio. Sobre las dolomías se encuentran unos matorrales bajos y esclerófilos que han sido seleccionados como prioritarios para la conservación por la Unión Europea a través de una Directiva donde se recogen todos los

hábitats europeos prioritarios (ANÓNIMO 1992). Estos matorrales dolomítófilos están presentes en todas las sierras béticas de naturaleza calco-dolomítica.

Dentro del contexto de gran fitodiversidad existente en las sierras béticas (MÉDAIL & QUÉZEL 1999), los afloramientos de dolomías han llamado la atención de la comunidad botánica internacional dado que sobre ellos crecen numerosas especies vegetales de especiales características morfológicas (aspecto seríceo, porte rastrero, engrosamiento del tallo y la raíz principal) (MOTA *et al.* 1993). Muchas de estos dolomítófitos (i.e. plantas amantes de la dolomía) son edafismos, especies que crecen casi exclusivamente sobre un sustrato concreto, en este caso la dolomía. Este fenómeno, junto con la distribución disyunta de los afloramientos (asemejándose a un posible “archipiélago” de islas dolomíticas), aumenta el valor del elemento endémico. Algunos de los dolomítófitos béticos endémicos se distribuyen solo por una o escasas sierras como es el caso

de *Anthyllis tejedensis* subsp. *plumosa* (Cullen. ex. E. Domínguez) Benedí, *Arenaria racemosa* Willk., *Centaurea bombycina* subsp. *xeranthemoides* (Lange) Blanca, Cueto & M. C. Quesada, *Centaurea haensele-ri* subsp. *epapposa* G. López, *Chamaespartium undu-latum* (Ern) Talavera & L. Sáez., *Erodium astragaloi-des* Boiss. & Reut., *Erodium boissieri* Coss. y *Lomelosia pulsatilloides* Boiss. subsp. *pulsatilloides*; estando algunos de estos táxones seriamente ame-nazados. A pesar de estas características morfológi-cas, de la alta tasa de endemidad, del espectacular aspecto blanquecino (debido a la predominancia de la dolomía sobre una vegetación que suele ser rala y de escaso porte) de estos afloramientos dolo-míticos y de su extrema xericidad, la flora dolomítófila bética apenas ha sido estudiada si exceptua-mos algunos trabajos fitosociológicos (LORITE *et al.* 2001, RIVAS GODAY 1969 y 1973).

Este trabajo tiene por objetivo, por un lado, res-ponder a tres preguntas: ¿cuáles son las especies más representativas de la flora dolomitófila bética?, ¿cuáles son las localidades con más dolomítófitos?, ¿qué localidades albergan más dolomítófitos raros (i.e. escasamente representados en el territorio)? Las respuestas a estas cuestiones permiten hacer una evaluación del papel de la actual red de espacios protegidos en la conser-vación de la flora dolomitófila.

Por otro lado, a pesar de que los afloramientos se distribuyen por diferentes sectores de la provincia biogeográfica bética, son muchos los elementos botánicos comunes. Un análisis de las principales relaciones biogeográficas entre los distintos afloramientos y una ulterior comparación de dichas relaciones con los territorios biogeográficos acep-tados actualmente, pueden ayudar a entender hasta qué punto estos hábitats prioritarios pueden asimilarse a islas ecológicas.

Por último, se aplican los datos obtenidos para realizar una propuesta de una pequeña red de microrreservas de flora dolomitófila en Sierra Nevada cuya finalidad sería la de conservar estas peculiares comunidades vegetales, fomen-tar investigaciones científicas y difundir los eco-sistemas de dolomías como un patrimonio natu-ral de especial importancia del macizo nevadense. Estas reservas albergarían una de las

mejores muestras de flora y vegetación dolomi-tófila de la Península Ibérica, incluyendo espe-cies exclusivas de esta sierra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio es la ocupada por la Cordillera Bética que ocupa una superficie de unos 50.000 km² distribuidos por el sur y sureste de la Península Ibérica. Concretamente, los afloramientos dolomí-ticos están presentes en las provincias de Albacete, Murcia y todas las de Andalucía con la excepción de Sevilla y Huelva (Fig. 1). La cordillera empezó a elevarse hace unos 25 millones de años (en el Mioceno inferior), y discurre desde Algeciras (Cádiz) hasta la costa valenciana, prolongándose hasta Baleares. Todos los afloramientos referidos en este trabajo se encuadran dentro de la provincia biogeográfica Bética que pertenece, a su vez, a la región Mediterránea siguiendo a RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (1997). El área ha sido dividida en cuadrículas UTM de 10 ~ 10 km, todas pertenecien-tes al huso 30S.

Nomenclatura y base de datos

La nomenclatura de los táxones mencionados sigue la de Flora iberica (CASTROVIEJO coord. (1989-) y para los táxones que no aparecen en dicha lista la de RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (2002).

Por otra parte, aunque existen muchos táxones reconocidos como dolomitófilos, no se ha publi-cado hasta el día de hoy ninguna lista consen-suada donde se recoja la totalidad de esta flora. Nosotros elaboramos un primer listado de dolo-mítófitos que, con la colaboración de botánicos expertos en estos hábitats de diferentes localida-des, fue reduciéndose hasta llegar a un listado final que recoge los 94 dolomitófitos más carac-terísticos de las sierras béticas (Apéndice). Para más detalles sobre las especies más representa-tivas de la flora dolomitófila, consúltese MOTA *et al.* 2008. Con ellos se ha constituido una base de datos donde la presencia (1) o ausencia (0) de estas especies aparece recogida para cada cuadrícula UTM de 10 ~ 10 km. Con el objetivo de agilizar los

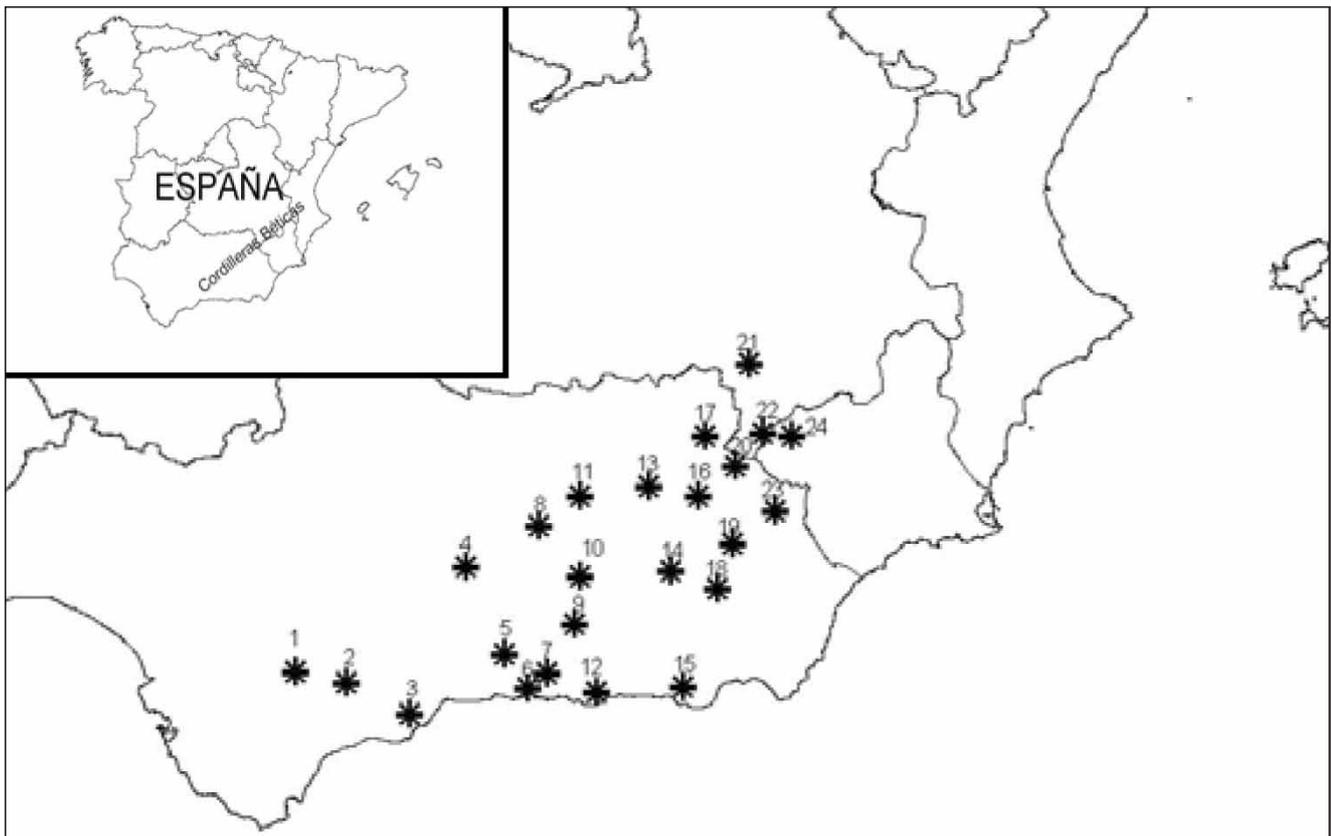


Figura 1. Ubicación geográfica de las principales sierras béticas: 1- Grazalema, 2- Las Nieves, 3- Blanca de Ojén, 4- Horconera, 5- Tejeda, 6- Almirajara, 7- Guájares, 8- La Pandera, 9- Sierra Nevada, 10- Harana, 11- Sierra Mágina, 12- Lújar, 13- Cazorra—Pozo, 14- Baza, 15- Gádor, 16- Empanada—Castril—Cabrilla—Guillimona, 17- Segura—Banderillas, 18- Los Filabres, 19- Estancias, 20- La Sagra, 21- Calar del Mundo, 22- Taibilla—Revolcadores, 23- María y 24- Villafuerte.

Figure 1. Distribution of the main Baetic sierras: 1- Grazalema, 2- Las Nieves, 3- Blanca de Ojén, 4- Horconera, 5- Tejeda, 6- Almirajara, 7- Guájares, 8- La Pandera, 9- Sierra Nevada, 10- Harana, 11- Sierra Mágina, 12- Lújar, 13- Cazorra—Pozo, 14- Baza, 15- Gádor, 16- Empanada—Castril—Cabrilla—Guillimona, 17- Segura—Banderillas, 18- Los Filabres, 19- Estancias, 20- La Sagra, 21- Calar del Mundo, 22- Taibilla—Revolcadores, 23- María and 24- Villafuerte.

análisis, hemos prescindido de aquellas localidades que, aun albergando dolomitófitos, no eran muy significativas o ricas. Finalmente, hemos trabajado con un total de 65 UTM distribuidas por las 24 sierras representadas en la fig. 1.

Para confeccionar la base de datos se han realizado varias campañas de herborización e inventariación, y se han consultado los herbarios de la Universidad de Almería (HUAL), de la Universidad de Granada (GDA-GDAC) y de la Estación Experimental de Zonas Áridas del CSIC (ALME). Además, se han utilizado la base de datos del proyecto “Anthos” perteneciente al Real Jardín Botánico de Madrid (<http://www.programanthos.org>) y la de “GBIF” (<http://www.europe.gbif.net>) y numerosos trabajos botánicos (ver MEDINA-CAZORLA *et al.* 2005).

Riqueza y rareza

Para calcular la riqueza específica y la rareza en discontinuo de las localidades hemos seguido la metodología clásica que ya desarrollamos en MEDINA-CAZORLA *et al.* 2005. En total, se han considerado 30 especies para este análisis.

Análisis biogeográfico

Los análisis multivariantes de la distribución de especies han sido reconocidos como una potente herramienta para la biogeografía (BIRK 1987). El análisis de correspondencias (AC) es una técnica de análisis multivariante que se ha utilizado frecuentemente para examinar las relaciones existentes entre diferentes unidades biogeográficas (MOTA *et al.* 2002). A partir de la base de datos mencionada (tabla de contingencias), se inicia un

algoritmo iterativo cuyo objetivo es agrupar las localidades de acuerdo con la similitud de sus atributos, en este caso, las especies vegetales dolomitófilas. Este algoritmo construye un diagrama cartesiano basado en las similitudes comentadas, de forma que la proximidad entre los puntos representados está relacionada con el nivel de asociación entre dichas modalidades. El tratamiento de la base de datos y la aplicación del algoritmo han sido efectuados con el programa informático PC-ORD 3.0 (MCCUNE & MEFFORD 1997).

Microrreservas

La elaboración de una pequeña red de microrreservas en Sierra Nevada está basada en los datos de presencia de dolomitófitos en las cuadrículas UTM de esta sierra de, como máximo, 1 ~ 1 km. Posteriormente, se han seleccionado los cuatro parajes con más riqueza de especies y se han

georreferenciado con el programa informático Arcview 3.2 de ESRI.

RESULTADOS

Riqueza: localización de las áreas más ricas en plantas dolomitófilas (R)

Las 65 cuadrículas UTM se han clasificado en cuatro grupos en función del número de táxones que albergan, como se puede apreciar en la fig. 2. En la tabla 1 se incluyen las 10 localidades con mayor riqueza específica y su adscripción biogeográfica siguiendo a RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* 1997.

Se aprecia claramente que la riqueza específica se concentra en el sector Malacitano-Almijareense, donde las sierras de Tejeda y Almijara y la orla caliza de Sierra Nevada alber-

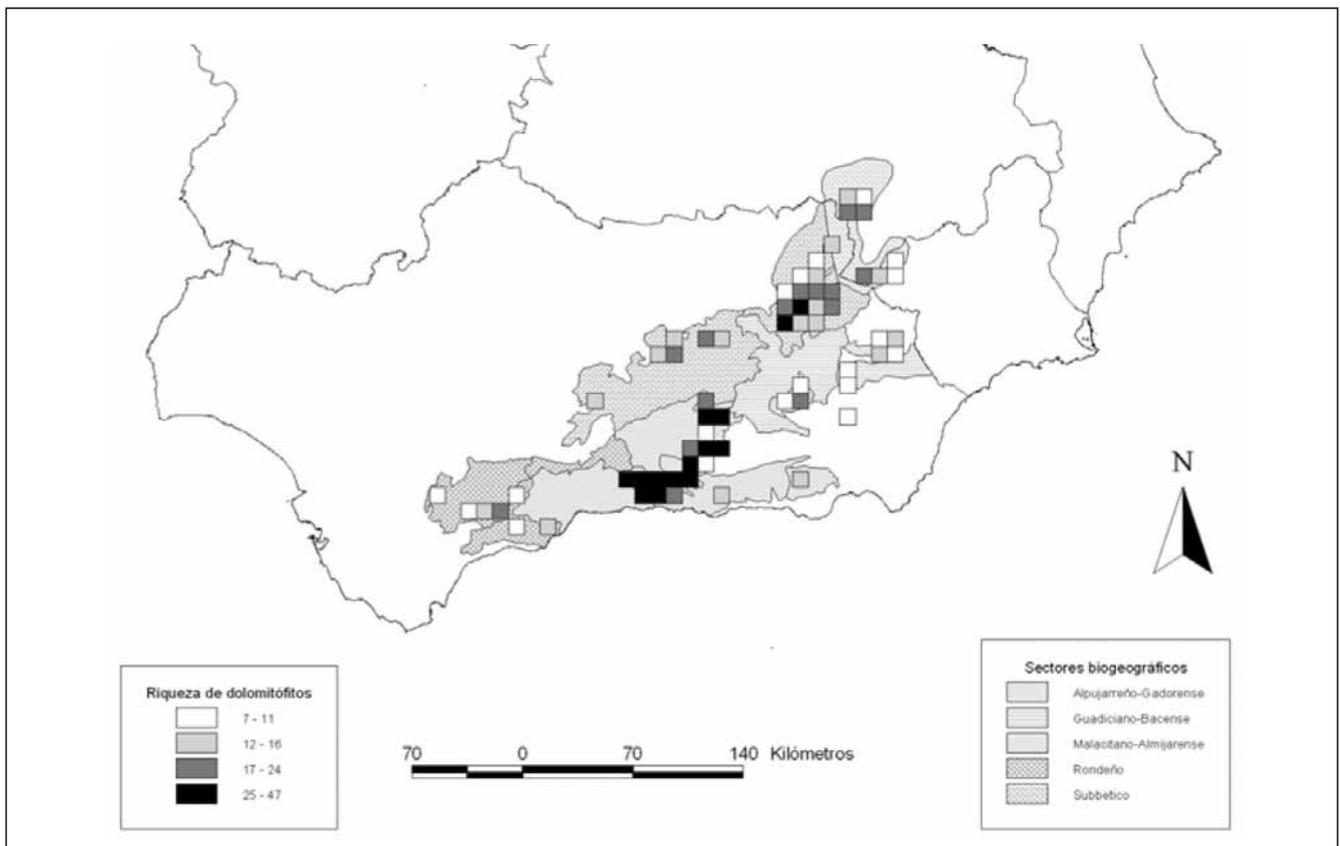


Figura 2. Distribución de las zonas más ricas en dolomitófilos y su relación con los sectores biogeográficos de la provincia bética. Las cuadrículas representadas se han clasificado en cuatro grupos en función de su riqueza, siendo las de trama más oscura más ricas que las de trama clara.

Figure 2. Distribution of the richest areas in dolomitophilous species and its relationship with the Baetic biogeographical sectors. The cells have been classified in four groups according with their richness. Richest cells correspond with darker colours.

UTM	Localidad	Sector biogeográfico	R
30SVF08	S ^o Tejeda. Maroma	Malacitano-Almijareense	47
30SVF27	S ^o Almijara. Chillar	Malacitano-Almijareense	45
30SVG50	S ^o Nevada. Trevenque	Malacitano-Almijareense	41
30SVF28	S ^o Almijara norte - Chaparral	Malacitano-Almijareense	41
30SVG60	S ^o Nevada. Dornajo	Malacitano-Almijareense	34
30SVF18	S ^o Tejeda sur - Almijara norte	Malacitano-Almijareense	33
30SVF38	S ^o Chaparral - Cázulas - Albuñuelas sur	Malacitano-Almijareense	30
30SVG62	S ^o Nevada. La Peza - S ^o Huétor Or.	Malacitano-Almijareense	29
30SVF17	S ^o Almijara sur. Cómpea	Malacitano-Almijareense	27
30SVF48	S ^o Chaparral norte - Guájares	Malacitano-Almijareense	27

Tabla 1. Cuadrículas UTM con mayor número de dolomitófitos (R) y su adscripción biogeográfica.

Table 1. UTM cells with highest number of dolomitophilous species (R) and its biogeographic sectors.

gan un patrimonio especialmente reseñable de dolomitófitos, aunque hay que destacar también las sierras bajas distribuidas al este de las sierras de Tejeda y Almijara y al suroeste de Sierra Nevada como son las de Las Albuñuelas, la sierra del Chaparral y la de Cázulas. Los demás sectores quedan en un segundo plano; de estos sectores, el Subbético es el que alberga más cantidad de localidades importantes como indica la fig. 2. Casi todas las cuadrículas UTM más importantes se encuentran en la comunidad autónoma de Andalucía y están dentro de sierras declaradas espacios naturales protegidos, aunque existen localizaciones relevantes que quedan fuera de la red de reservas como VF38 (sierra del Chaparral - Cázulas - Albuñuelas sur) con 30 especies, VF48 (sierra del Chaparral norte - Guájares) y WH 51 (sierra de La Taibilla) con 19 y VG36 (sierra de La Pandera) con 17 táxones. Un caso especial es el de la UTM VG62 que se extiende por la sierra de La Peza en el norte de Sierra Nevada y la parte sureste de la sierra de Huétor. El Parque Natural Sierra de Huétor ocupa parte de esta cuadrícula, pero no incluye los afloramientos dolomíticos más ricos.

Rareza en discontinuo (Rd)

Siguiendo la metodología referenciada anteriormente, hemos clasificado las localidades (UTM) que poseen una mayor riqueza de táxones raros, entendiendo como raros aquéllos que solo están presentes en 6 ó menos UTM, i.e. el 25% de las especies menos ampliamente distribuidas tal y como recomienda GASTON (1997).

Al igual que sucede con la riqueza específica, son las cuadrículas de las sierras de Tejeda, Almijara y Sierra Nevada las que concentran más táxones raros o poco frecuentes. En cambio, en esta ocasión, los sectores Rondeño y Subbético sí están presentes en las primeras posiciones de esta clasificación (ver Tabla 2).

Biogeografía. Análisis de correspondencias

La fig. 3 muestra la representación del AC, donde, se pueden apreciar tres grandes grupos de localidades o UTM.

UTM	Localidad	Sector biogeográfico	Rd
30SVF08	S ^o Tejeda. Maroma	Malacitano-Almijareense	9
30SVG50	S ^o Nevada. Trevenque	Malacitano-Almijareense	7
30SVF18	S ^o Tejeda sur - Almijara norte	Malacitano-Almijareense	6
30SVF27	S ^o Almijara. Chillar	Malacitano-Almijareense	6
30SVF28	S ^o Almijara Norte - Chaparral	Malacitano-Almijareense	6
30SVF17	S ^o Almijara sur. Cómpea	Malacitano-Almijareense	5
30SVG60	S ^o Nevada. Dornajo	Malacitano-Almijareense	5
30SUF26	S ^o Nieves Or.	Rondeño	4
30SVF49	S ^o Nevada. S ^o del Manar sur	Malacitano-Almijareense	4
30SWG08	S ^o del Pozo (Pico Cabañas)	Subbético	4

Tabla 2. Cuadrículas UTM con mayor rareza en discontinuo (Rd) y su adscripción biogeográfica.

Table 2. UTM cells with highest level of discontinuous rarity (dR) and its biogeographic sectors.

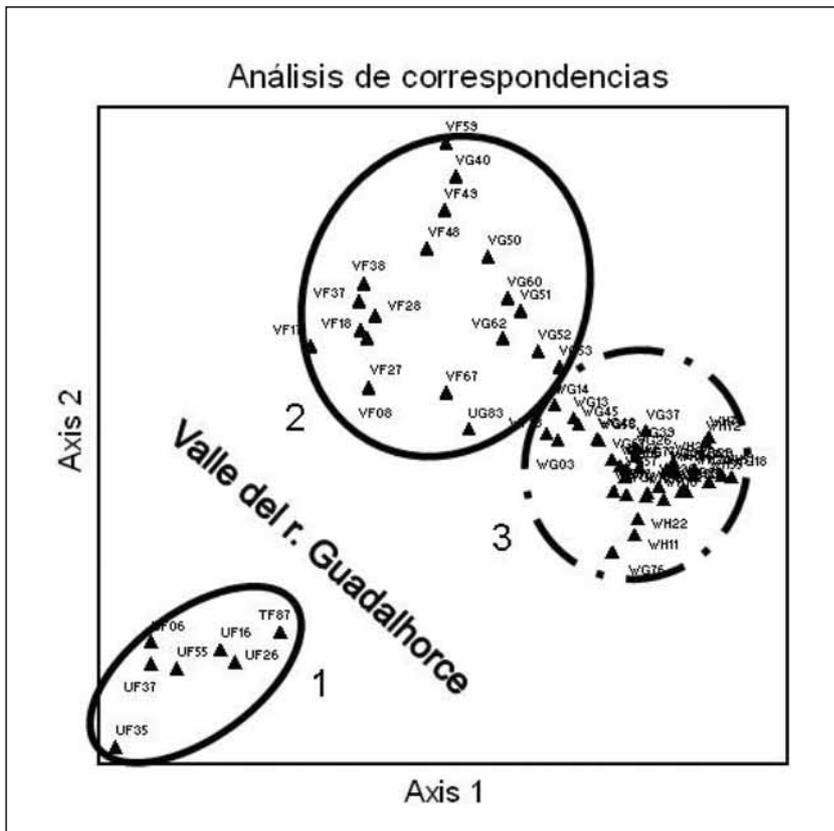


Figura 3. Distribución de las UTM estudiadas a lo largo de los eje 1 y 2 generados mediante un análisis de correspondencias. Cada triángulo representa una UTM del huso 30S. Las líneas continuas representan grupos diferenciados con representatividad biogeográfica mientras que la línea discontinua representa un grupo diferenciado en los ejes pero sin una representatividad geográfica definida.

Figure 3. Distribution of the UTM cells along axes 1 and 2 generated by a Correspondence Analysis. Each triangle represents a cell (zone 30S). Continuous lines represent differentiated groups with biographic representativity while the dashed line represents a differentiated group without biographic representativity.

Las localidades del grupo 1 (que representa a los afloramientos del sector biogeográfico Rondeño) muestran una gran diferencia con el resto, tanto a lo largo del eje 1 como del eje 2.

El grupo 2 está compuesto por las 17 UTM del sector Malacitano-Almijareense, la sierra Subbética (UG83), perteneciente al sector Subbético, pero cuya adscripción biogeográfica sigue en debate, y la sierra de Lújar (VF67) perteneciente al sector Alpujarreño-Gadoreense. En cambio, el grupo 3 (representado con la línea discontinua) incluye las localidades del sector Subbético restantes y las de los sectores Guadiciano-Bacense y Alpujarreño-Gadoreense. Entre estas localidades no parecen apreciarse diferencias importantes.

Microrreservas

Los datos de presencia de dolomitófitos en cuadrículas UTM de 1 ~ 1 km o menores, muestran que los parajes dolomíticos con mayor fitodiversidad están situados a lo largo de toda la orla calco-dolomítica de Sierra Nevada que se distribuye por la

zona exterior de la parte más occidental de la sierra, yendo desde la sierra de La Peza, al norte, hasta la del Manar en el centro-sur (Fig. 4). La tabla 2 muestra la riqueza específica de estas microrreservas, la superficie, las altitudes máxima y mínima de las mismas y el término municipal al que corresponden.

Es reseñable que, aunque el Trevenque fue seleccionado para el Parque Nacional, las dolomías del norte de Sierra Nevada no fueron protegidas bajo ninguna figura legal, encontrándose así uno de los parajes más interesantes (barranco La Venta en VG6823), totalmente desprotegido. Una situación intermedia encontramos en la Boca de la Pescá ya que este paraje se distribuye por el Parque Nacional, el Parque Natural y también por una zona sin protección. En cambio, toda la sierra del Manar, en la parte más occidental de Sierra Nevada, se encuentra dentro del Parque Natural, aunque esta sierra no fue incluida en el Parque Nacional.

Entre los táxones que confieren mayor relevancia a esta pequeña red de reservas, cabría desta-

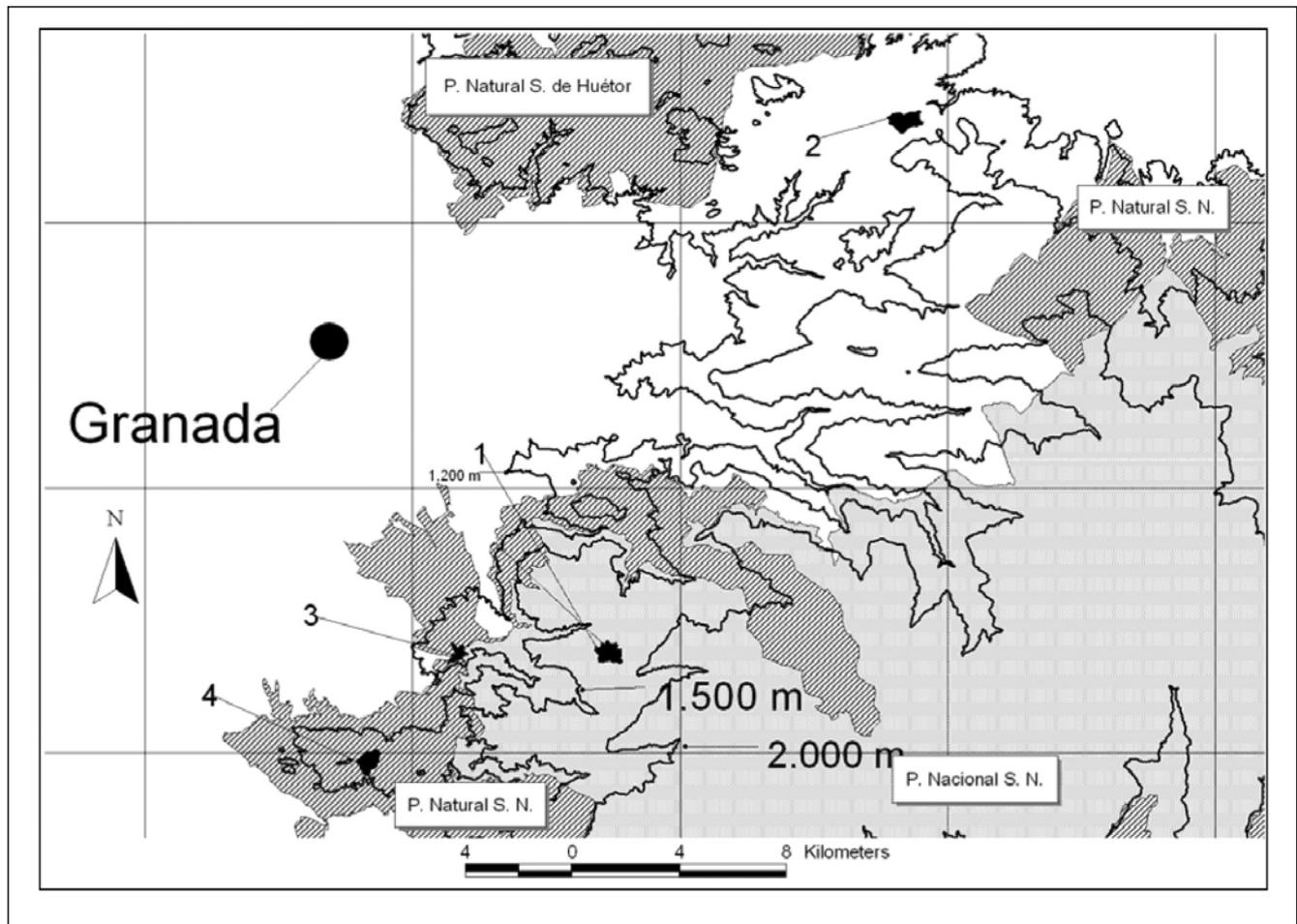


Figura 4. Situación geográfica de las microrreservas propuestas y su relación con el Parque Nacional y el Parque Natural de Sierra Nevada. 1- Cerro Trevenque, 2- Barranco La Venta, 3- Boca de la Pescá y 4- Silleta del Manar.

Figure 4. Geographic situation of the proposed microrreserves and its relationship with the Sierra Nevada National Park and Natural Park. 1- Trevenque mountain, 2- Barranco La Venta, 3- Boca de la Pescá y 4- Silleta del Manar.

car *Rothmaleria granatensis* (Boiss. ex DC.) Font Quer; género monoespecífico exclusivo del sector Malacitano-Almijarenses, del cual existen poblaciones muy importantes en los parajes seleccionados y *Armeria filicaulis* subsp. *trevenqueana* Nieto Fel.; una plumbaginácea endémica del cerro Trevenque. Estas especies están catalogadas como “Vulnerable” (VU) y “En Peligro” (EN) respectivamente en la nueva lista roja de flora vascular andaluza (CABEZUDO *et al.* 2005). También son reseñables las poblaciones de otros táxones considerados vulnerables como *Centaurea boissieri* subsp. *funkii* (Sch. Bip. ex Willk.) Blanca, *Santolina elegans* Boiss., *Centaurea bombicyna* subsp. *xeranthemoides* (Lange) Blanca, Cueto & M. C. Quesada, *Erodium boissieri* Coss., *Helianthemum apenninum* subsp. *estevei* (Peinado & Mart. Parras) G. López, *Helianthemum pannosum* Boiss. y

Lomelosia pulsatilloides Boiss. subsp. *pulsatilloides*. Las cinco últimas especies son endémicas de Sierra Nevada. Otros dolomitófitos presentes son *Pterocephalus spathulatus* (Lag.) Coulter y *Convolvulus boissieri* Steudel subsp. *boissieri*. Estos táxones tienen una especial relevancia ya que suelen desempeñar el papel de planta más común en las comunidades dolomitófilas, aunque rara vez se encuentran en la misma localidad.

DISCUSIÓN

Riqueza

La distribución en la Cordillera Bética de las plantas dolomitófilas estudiadas presenta varios núcleos principales de riqueza (ver fig. 2), de los que podemos comentar:

1. el principal centro de riqueza es el formado el sector Malacitano-Almijareense de la provincia biogeográfica Bética. Las sierras de Tejeda, Almijara y Sierra Nevada presentan una gran concentración de dolomitófitos. Las cuadrículas como VF08 (S^a Tejeda), VF27 y VF28 (S^a Almijara) y VG50 (S^a Nevada) contienen más de 40 taxa y VG60 (S^a Nevada) 34 especies. Ambos núcleos están protegidos bajo la figura de Parque Natural o Parque Nacional. Es posible que esta mayor riqueza esté relacionada con la gran extensión de los afloramientos dolomíticos de este sector. Sin embargo, si esta relación fuese determinante a la hora de cuantificar la cabeza, el sector más rico debería ser el Subbético ya que contiene 28 de las 65 UTM consideradas, frente a las 17 del sector Malacitano-Almijareense. Podríamos estar ante otra explicación: que dicho sector sea un centro de endemidad consecuencia de unos patrones de especiación especialmente activos o que se trate de un territorio de confinamiento relictual que alberga numerosos táxones antiguos que se han extinguido en otros sectores.
2. en un segundo plano encontramos dos sectores biogeográficos: el Subbético, representado principalmente por las sierras del Pozo, Cabrilla, Empanada, Cazorla y Castril y el sector Rondeño, cuya localidad más importante es la parte central y oriental de la sierra de Las Nieves.
3. el resto de sectores con afloramientos dolomíticos (Alpujareño-Gadoreense y Guadiciano-Bacense) tienen una riqueza específica de menor relevancia, si bien son destacables la parte cacuminal de la sierra de Baza, única zona de ambos sectores donde se pueden encontrar las dos especies más características de las comunidades vegetales dolomitófilas: *Pterocephalus spathulatus* (Lag.) Coulter y *Convolvulus boissieri* Steudel subsp. *boissieri*. En cierto modo, y dada la cercanía de Sierra Nevada, no es desestimable que los afloramientos de estos territorios jueguen el papel de satélites de la orla calco-dolomítica nevadense.

Rareza en discontinuo (Rd)

La distribución de los táxones menos frecuentes vuelve a subrayar la importancia del sector Malacitano-Almijareense como principal centro de diversidad y endemidad de las dolomías béticas. La zona central de las dolomías nevadenses, con el cerro Trevenque a la cabeza, se erige como un enclave de crucial importancia para la fitodiversidad bética al igual que las zonas cacuminales de las sierras de Tejeda y Almijara, a caballo entre las provincias de Granada y Málaga.

Para intentar clarificar las causas de que este sector sea el principal centro de endemidad dolomítico bético, deberían realizarse estudios genéticos y ecológicos que indagaran sobre la antigüedad de las especies y su relación con la dolomía.

Biogeografía. Análisis de correspondencias

La gran diferencia que muestra el grupo 1 respecto al resto de grupos en el análisis de correspondencias efectuado ya fue puesta de manifiesto por MEDINA-CAZORLA *et al.* 2007. Las diferencias florísticas pueden estar vinculadas a la situación geográfica del actual sector Rondeño durante el período Tortoniense superior y el inicio del Messiniense, cuando este territorio estuvo unido al Norte de África y separado del resto del territorio bético y, por consiguiente, de la Península Ibérica, por un brazo de mar que correspondería al actual valle del río Guadalhorce (MARTÍN *et al.* 2001). Esta situación de aislamiento pudo favorecer la diferenciación de los táxones presentes en este sector y la posibilidad de que los patrones de especiación en los afloramientos rondeños hayan sido diferentes a los del resto de la provincia Bética. Por otra parte, la diferencia de la flora orófila de este sector respecto a la del resto de la provincia Bética fue resaltada por MOTA *et al.* 2002 e incluso podría tener reflejo en el conjunto de la flora del sector Rondeño (PÉREZ LATORRE *et al.* 1998).

El grupo 2 no presenta una diferenciación tan clara como el 1, pero sí demuestra una continui-

dad geográfica importante. El grupo 2 incluye los afloramientos del sector Malacitano-Almijarense, la sierra Subbética cordobesa y la sierra de Lújar. La Subbética cordobesa tiene una adscripción biogeográfica dudosa ya que su posición geográfica es intermedia entre el sector Rondeño, Malacitano-Almijarense y el resto de sierras del Subbético. Si atendemos al diagrama cartesiano (fig. 3), de entre las localidades Malacitano-Almijarense, la Subbética cordobesa es una de las más próximas al grupo 3 que incluye principalmente al sector Subbético. En cambio, la relación con el sector Rondeño se puede considerar más débil si seguimos la distribución de las localidades a lo largo del eje 1, por lo que apuntamos que la sierra Subbética cordobesa debe ser estudiada más profusamente para clarificar definitivamente su adscripción biogeográfica. La sierra de Lújar puede considerarse una localidad pobre bajo el dominio de las sierras del sur de Granada. Por otra parte, el eje 1 también indica, dentro del grupo 2, la proximidad al territorio subbético del grupo 3, ya que las localidades más alejadas geográficamente del sector Subbético y Guadiciano-Bacense, son las que se sitúan más a la izquierda en el diagrama.

Por último, el grupo 3 incluye todas las demás localidades, i.e. todo el sector Subbético, excepto la sierra Subbética cordobesa, el sector Guadiciano-Bacense y la sierra de Gádor. Este grupo es muy compacto en el diagrama, debido, quizás, a su escasa originalidad florística sobre dolomías. Lo más destacable de esta agrupación es que sus localidades más próximas al grupo 2 son las de la sierra de Baza y Sierra Mágina, con lo que el eje 1 se puede

interpretar como una representación de la longitud geográfica, situándose así más a la derecha en el diagrama cartesiano las localidades de Murcia, Albacete y el noreste de la provincia de Jaén.

Microrreservas

La propuesta de microrreservas de flora dolomitófila supone la protección estricta de poblaciones importantes de especies endémicas o amenazadas, especialmente en aquellos parajes como el barranco La Venta, la Silleta del Manar y parte de la Boca de la Pescá cuya protección legal es considerablemente menor que la del cerro Trevenque (Parque Nacional) o, simplemente, nula. De especial importancia es el caso de la zona dolomítica situada en el norte de Sierra Nevada que está fuera del Parque Nacional y Natural. Muchas de las dolomías circundantes a estos espacios están siendo objeto de actividades mineras. Algunas de las canteras están situadas en zonas de especial valor, y es previsible que los dolomitófitos de la localidad del barranco La Venta sean eliminados en el futuro por alguna cantera. Entre estos dolomitófitos encontramos *Centaurea boissieri* subsp. *funkii* (Sch. Bip. ex Willk.) Blanca y *Rothmaleria granatensis* (Boiss. ex DC.) Font Quer, ambas consideradas vulnerables (VU). Además, consideramos oportuna que se extienda una red de microrreservas ligadas a estos ambientes por el resto de los macizos dolomíticos béticos como una medida conservacionista ligada a la Directiva Hábitats.

La declaración de estas reservas supondría un valor adicional para realzar la importancia

UTM	Paraje	Sup. (ha)	Altitud (m)	T. M.	R
VG5603	Cerro Trevenque	58.4	2075-1830	Dílar - Monachil	17
VG6823	Bco. La Venta	67	1360-1230	La Peza	16
VF4899	Silleta del Manar	54.7	1477-1230	Padul	14
VG5103	Boca de la Pescá	27.2	1517-1300	Dílar - Gójar - La Zubia	9

Tabla 3. Cuadrículas UTM (1 ~ 1 km) donde se sitúan los parajes propuestos para microrreservas, superficie de las mismas en hectáreas, rango altitudinal en metros, municipio al que pertenecen y número de dolomitófitos presentes (R).

Table 3. UTM cells (1 ~ 1 km) where the proposed microrreserves are, area in hectares, maximum and minimum altitude, municipality and number of dolomitophilous species (R).

internacional de Sierra Nevada como uno de los santuarios de la montaña mediterránea (mencionada por BLANCA *et al.* 2002) dado que estos hábitats dolomíticos no están todavía reconocidos como sistemas de especial interés científico, biológico y ecológico por gran parte de los gestores y de la comunidad científica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del Organismo Autónomo de Parques Nacionales a través del proyecto 077/2002 denominado "Biogeografía de las plantas vasculares endémicas de las dolomías del Parque Nacional de Sierra Nevada".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÓNIMO. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo de la Comunidad Europea sobre la Conservación de Hábitats y Fauna y Flora salvaje. Comunidad Europea, Bruselas, Bélgica. DOCE 206/1992 Serie I: 7-50.
- BLANCA, G., LÓPEZ, M. R., LORITE, J., MARTÍNEZ, M. J., MOLERO, J., QUINTANA, J., RUIZ, M., VARO, M. A., & VIDAL, S. (2002). Flora amenazada y endémica de Sierra Nevada. Universidad de Granada, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Granada. 407 p.
- BIRK, H. J. B. 1987. Recent methodological developments in quantitative descriptive biogeography. *Annales zoologici fennici*, 24, 165-178.
- CABEZUDO, B., TALAVERA, S., BLANCA, G., SALAZAR, C., CUETO, M., VALDÉS, B., HERNÁNDEZ BERMEJO, E., HERRERA, C. M., RODRÍGUEZ HIRALDO, C. & NAVAS, D. 2005. Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.
- CASTROVIEJO, S. coord., (1989-). Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid.
- GASTON, K. J. 1997. *Rarity*. Londres, Reino Unido. Chapman & Hall.
- LORITE, J., NAVARRO, F. B., ALGARRA, J. A., GALLARDO, J. A. & VALLE F. 2001. Review of dolomite thyme-scrub communities in the Baetic Sierras (Spain). *Fitosociologia* 38 (1): 13-24.
- MARTÍN, J. M., BRAGA J. C. & BETZLER-C. 2001. The Messinian Guadalhorce corridor: the last northern, Atlantic-Mediterranean gateway. *Terra Nova* 13: 418-424.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 1997. PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data. Version 3.2. MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, USA.
- MÉDAIL, F. & QUÉZEL, P. 1999. Biodiversity hotspots in the mediterranean basin: setting global conservation priorities. *Conservation Biology* 13 (6):1510-1513.
- MEDINA-CAZORLA, J. M., PÉREZ-GARCÍA, F. J., GARRIDO-BECERRA, J. A., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, F., MENDOZA, A., PÉREZ LATORRE, A. V. & MOTA, J. F. 2005. Riqueza y rareza florísticas en los afloramientos dolomíticos de las Cordilleras Béticas (sur de España): ensayo preliminar. *Acta Botanica Malacitana* 30: 111-127.
- MEDINA-CAZORLA, J. M., PÉREZ-GARCÍA, F. J., GARRIDO-BECERRA, J. A., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, F., MENDOZA, A., ROMERA, M. C., ALGARRA, J. A., PÉREZ LATORRE, A. V. & MOTA, J. F. 2007. (en prensa). Análisis biogeográfico de la flora de dolomías de Andalucía: ensayo preliminar. En: M. Paracuellos (coord.) *Ambientes mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos*. Colección Medio Ambiente, 2. pp. 241-252. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería). Almería.
- MOTA, J. F., VALLE, F., & CABELLO, J. 1993. Dolomitic vegetation of South Spain. *Vegetatio* 109: 29-45.
- MOTA, J. F., PÉREZ-GARCÍA, F.j.; JIMÉNEZ, M.L.; AMATE, J.J. Y PEÑA, J. 2002. Phytogeographical relationships among high mountains areas in the Baetic Ranges (South Spain). *Global Ecology and Biogeography* 11: 497-504.

- MOTA, J. F., MEDINA-CAZORLA, J. M., NAVARRO F. B., PÉREZ-GARCÍA F. J., PÉREZ-LATORRE, A., SÁNCHEZ-GÓMEZ, P., TORRES, J. A., BENAVENTE, A., BLANCA, G., GIL, C., LORITE, J. & MERLO, M. E. 2008. Dolomite's flora: a review from the Baetic Ranges glades (South Spain). *Flora* 203 (en prensa).
- PÉREZ LATORRE, A. V., NAVAS, P., NAVAS, D., GIL, Y. & CABEZUDO, B. 1998. Datos sobre la Flora y Vegetación de la Serranía de Ronda (Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana* 23:149-191.
- RIVAS GODAY, S. 1969. Flora serpentínicola española. Nota primera. Edafismos endémicos del Reino de Granada. *An. Real Acad. Farm.* 35 (3): 297-304. Madrid.
- RIVAS GODAY, S. 1973. Plantas serpentínícolas y dolomitícolas del sur de España. *Bol. Soc. Broteriana* 47 (2): 161-178.
- RIVAS-MARTINEZ, S., ASENSI, A., DÍEZ-GARRETAS, B., MOLERO, J. & VALLE, F. 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography* 24: 915-928.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T. E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSÂ M. & PENAS, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera geobotanica* vol. 15.

Apéndice I

Taxon	Familia		
		<i>Erodium recoderi</i>	Geraniaceae
<i>Alyssum gadorense</i>	Brassicaceae	<i>Eryngium grosii</i>	Apiaceae
<i>Andryala agardhii</i>	Asteraceae	<i>Erysimum cazorlense</i>	Brassicaceae
<i>Andryala ragusina ramosissima</i>	Asteraceae	<i>Erysimum fitzii</i>	Brassicaceae
<i>Anthyllis rupestris</i>	Fabaceae	<i>Erysimum myriophyllum</i>	Brassicaceae
<i>Anthyllis tejedensis plumosa</i>	Fabaceae	<i>Fumana paradoxa</i>	Cistaceae
<i>Anthyllis tejedensis tejedensis</i>	Fabaceae	<i>Fumana procumbens baetica</i>	Cistaceae
<i>Anthyllis vulneraria arundana</i>	Fabaceae	<i>Galium baeticum</i>	Rubiaceae
<i>Arenaria alfacarensis</i>	Caryophyllaceae	<i>Galium erythrorrhizon</i>	Rubiaceae
<i>Arenaria armerina caesia</i>	Caryophyllaceae	<i>Galium pulvinatum</i>	Rubiaceae
<i>Arenaria arundana</i>	Caryophyllaceae	<i>Genista haenseleri</i>	Fabaceae
<i>Arenaria delaguardiae</i>	Caryophyllaceae	<i>Genista longipes longipes</i>	Fabaceae
<i>Arenaria modesta tenuis</i>	Caryophyllaceae	<i>Genista longipes viciosoi</i>	Fabaceae
<i>Arenaria racemosa</i>	Caryophyllaceae	<i>Hedysarum boveanum costaetalentii</i>	Fabaceae
<i>Arenaria tetraquetra murcica</i>	Caryophyllaceae	<i>Helianthemum apenninum estevei</i>	Cistaceae
<i>Arenaria tomentosa</i>	Caryophyllaceae	<i>Helianthemum marifolium frigidulum</i>	Cistaceae
<i>Armeria filicaulis filicaulis</i>	Plumbaginaceae	<i>Helianthemum pannosum</i>	Cistaceae
<i>Armeria filicaulis trevenqueana</i>	Plumbaginaceae	<i>Helianthemum viscidulum raynaudii</i>	Cistaceae
<i>Asplenium celtibericum celtibericum</i>	Aspleniaceae	<i>Helianthemum viscidulum viscidulum</i>	Cistaceae
<i>Brachypodium boissieri</i>	Brassicaceae	<i>Helictroticum filifolium velutinum</i>	Cistaceae
<i>Brassica repanda almeriensis</i>	Brassicaceae	<i>Hieracium texedense</i>	Asteraceae
<i>Brassica repanda blancoana</i>	Brassicaceae	<i>Hippocrepis eriocarpa</i>	Fabaceae
<i>Brassica repanda latisiliqua</i>	Brassicaceae	<i>Hormathophylla baetica</i>	Brassicaceae
<i>Centaurea boissieri funkii</i>	Asteraceae	<i>Hormathophylla reverchonii</i>	Brassicaceae
<i>Centaurea bombycina bombycina</i>	Asteraceae	<i>Iberis grossii</i>	Brassicaceae
<i>Centaurea bombycina xeranthemoides</i>	Asteraceae	<i>Jasione crispa segurenensis</i>	Campanulaceae
<i>Centaurea granatensis</i>	Asteraceae	<i>Jasione penicillata</i>	Campanulaceae
<i>Centaurea haenseleri epapposa</i>	Asteraceae	<i>Leucanthemopsis pallida spathulifolia</i>	Asteraceae
<i>Centaurea mariana</i>	Asteraceae	<i>Leucanthemum arundanum</i>	Asteraceae
<i>Chaenorhinum macropodium degenii</i>	Scrophulariaceae	<i>Linaria amoi</i>	Scrophulariaceae
<i>Chaenorhinum rubrifolium raveyi</i>	Scrophulariaceae	<i>Linaria clementei</i>	Scrophulariaceae
<i>Chamaespartium undulatum</i>	Fabaceae	<i>Linaria huteri</i>	Scrophulariaceae
<i>Convolvulus boissieri boissieri</i>	Convolvulaceae	<i>Linaria oblongifolia</i>	Scrophulariaceae
<i>Echium albicans</i>	Boraginaceae	<i>Linaria salzmannii</i>	Scrophulariaceae
<i>Erodium astragaloides</i>	Geraniaceae	<i>Linaria saturejoides</i>	Scrophulariaceae
<i>Erodium boissieri</i>	Geraniaceae	<i>Lithodora nitida</i>	Scrophulariaceae

<i>Lomelosia pulsatilloides pulsatilloides</i>	Dipsacaceae	<i>Sideritis incana occidentalis</i>	Lamiaceae
<i>Moehringia tejedensis</i>	Caryophyllaceae	<i>Sideritis stachydioides</i>	Lamiaceae
<i>Omphalodes commutata</i>	Boraginaceae	<i>Silene germana</i>	Caryophyllaceae
<i>Ononis cephalotes</i>	Fabaceae	<i>Silene psammitis lasiostyla</i>	Caryophyllaceae
<i>Platycapnos tenuiloba parallela</i>	Papaveraceae	<i>Thymelaea angustifolia</i>	Thymelaeaceae
<i>Pseudoscabiosa grosii</i>	Dipsacaceae	<i>Thymus funkii sabulicola</i>	Lamiaceae
<i>Pterocephalus spathulatus</i>	Dipsacaceae	<i>Thymus granatensis granatensis</i>	Lamiaceae
<i>Reseda paui almijarensis</i>	Resedaceae	<i>Thymus granatensis micranthus</i>	Lamiaceae
<i>Rothmaleria granatensis</i>	Asteraceae	<i>Trisetum velutinum</i>	Poaceae
<i>Santolina elegans</i>	Asteraceae	<i>Ulex parviflorus rivasgodayanus</i>	Fabaceae
<i>Saxifraga erioblasta</i>	Saxifragaceae	<i>Viola cazorlensis</i>	Violaceae
<i>Scorzonera albicans</i>	Dipsacaceae		