

Lupinus mariae-josephae H. Pascual (Fabaceae), en el sur de la península ibérica: distribución, hábitat y estado de conservación

Federico CASIMIRO-SORIGUER-SOLANAS¹, José GARCÍA-SANCHEZ² & Noelia HIDALGO-TRIANA¹

¹ Área de Botánica (Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal). Universidad de Málaga.

² Herbario de la Universidad de Málaga. Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación (SCAI). Universidad de Málaga.

Resumen

Correspondencia

F. Casimiro-Soriguer

E-mail: fedequ@hotmai.com

Recibido: 28 enero 2024

Aceptado: 15 octubre 2024

Publicado on-line: 8 noviembre 2024

Se presenta en este trabajo la primera cita de *Lupinus mariae-josephae* para Andalucía. La nueva población se ha localizado en la sierra de Mijas (Málaga), en un área completamente calcinada en el año 2022 por un incendio forestal. Esta población establece una notable expansión del área de distribución de *L. mariae-josephae*, siendo marcadamente disyunta con respecto a su principal núcleo de distribución en el este ibérico. Se detallan la distribución, abundancia y hábitat de la especie en la sierra de Mijas. También, se ha estudiado el estado de conservación de la especie a nivel andaluz proponiendo la categoría de amenaza de En Peligro Crítico. Además, se ha elaborado una clave de identificación del género *Lupinus* para Andalucía.

Palabras clave: Andalucía; Flora vascular endémica; Sierra de Mijas; Málaga; Hotspot Bético-Rifeño.

Abstract

Lupinus mariae-josephae in the southern Iberian Peninsula: distribution, habitat and conservation status.

The first record of *Lupinus mariae-josephae* in Andalusia is presented in this article. The new population has been located in the Sierra de Mijas (Málaga), in an area completely burned in 2022 by a forest fire. This population represents a notable range expansion of the distribution area of *L. mariae-josephae*, being markedly disjunct from its main distribution core in the eastern Iberian Peninsula. The distribution, abundance and habitat of the species in the Sierra de Mijas are detailed. The conservation status of the species in Andalusia has also been studied, proposing the threat category of Critically Endangered (CR). In addition, an identification key of the genus *Lupinus* for Andalusia has been developed.

Key words: Andalusia; Endemic vascular flora; Sierra de Mijas, Málaga; Baetic-Riffaean hotspot.



Introducción

El género *Lupinus* L., con 580 especies aceptadas, se distribuye de forma natural por Sudamérica, Norteamérica, Europa y África (Wolko *et al.* 2011, POWO 2024). Tradicionalmente, se reconocen dos grandes grupos geográficos dentro del género: las especies del Viejo Mundo y las especies del Nuevo Mundo (Planchuelo 1994, Gladstones 1998, Ainouche & Bayer 1999, Wolko *et al.* 2011). Este último grupo es más numeroso y diverso, tanto en formas de crecimiento (desde hierbas anuales a pequeños arbustos), como en distribución biogeográfica (desde los trópicos hasta la tundra). Además, la mayoría de las especies de ambos grupos geográficos comparten la afinidad por hábitats abiertos y bien iluminados con suelos bien drenados de un pH entre ácido y neutro.

El grupo de especies del Viejo Mundo está compuesto por 13-15 especies, siendo todas ellas herbáceas y anuales (Gladstones 1998, Ainouche & Bayer 1999, Euro+med 2011, Wolko *et al.* 2011). Se distribuyen ampliamente por la cuenca mediterránea, llegando por el suroeste hasta Senegal y por el sureste hasta el Cuerno de África y países limítrofes. En la península ibérica, el género *Lupinus* incluye 10 especies (Castroviejo & Pascual 1998, Pascual 2004, Sánchez-Villegas *et al.* 2022), de las cuales siete son nativas y tres de ellas son endemismos ibéricos (Castroviejo & Pascual 1998, Pascual 2004). De las siete especies autóctonas, sólo *Lupinus mariae-josephae* H. Pascual, no ha sido citada en el sur de la península ibérica (Cueto *et al.* 2018).

En territorio ibérico se han registrado dos especies exóticas, *Lupinus albus* L. y *Lupinus polyphyllus* Lindl. (Castroviejo & Pascual 1998). Otra especie, *Lupinus bicolor* Lindl., nativa de Norteamérica, se ha encontrado recientemente en la Sierra de Gredos, aunque el posible estatus nativo o alóctono de esta población sigue sin aclararse (Sánchez-Villegas *et al.* 2022).

Los caracteres morfológicos más significativos que diferencian los taxones del grupo del Viejo Mundo (Amaral Franco & Pinto da Silva 1968, Gladstones 1974, Castroviejo & Pascual 1998) son: la morfología del cáliz, el color de la corola, la disposición de las flores en el eje de la inflorescencia y la morfología e indumento de los folíolos. A estos caracteres hay que añadir la presencia o ausencia de ornamentación de las semillas y la morfología de esta ornamentación. Los estudios

filogenéticos realizados con este género apoyan la diferenciación de dos linajes: uno con taxones de semillas lisas y otro con taxones de semillas rugosas. Este último grupo es el más homogéneo y filogenéticamente robusto (Ainouche & Bayer 1999, Wolko *et al.* 2011), por lo que se ha tratado a nivel infragenerico como la sección *Scabrispermae* Plitmann & Heyn.

Como excepción a los dos grupos mencionados, *L. mariae-josephae*, endemismo ibérico, se encuentra fuera de ambos linajes (Mahé *et al.* 2011). La singularidad de esta especie dentro del género no es sólo filogenética, sino que también se debe a sus características micromorfológicas, bioquímicas (Mahé *et al.* 2011, Świącick *et al.* 2019) y ecológicas (Pascual 2004, Fos *et al.* 2006, Navarro *et al.* 2006). Entre las características singulares que presenta la especie se incluyen: (i) semillas con la zona externa de la testa rugosa, similar a la sección *Scabrispermae* pero con la zona media con una estructura similar a las especies del grupo con semillas lisas, (ii) es la especie del Viejo Mundo con mayor contenido en alcaloides, y (iii) es la única que vive exclusivamente en suelos básicos y carbonatados. Esta estricta afinidad de *L. mariae-josephae* por suelos de pH básico con presencia de carbonato cálcico y textura franco-arcillosa (Pascual 2004, Fos *et al.* 2006, Laguna *et al.* 2008) es una característica que no parece compartir con ninguna otra especie del género *Lupinus*, ya que éstas habitan preferentemente en suelos con pH de ácido a neutro y texturas arenosas (Wolko *et al.* 2011).

Durante los trabajos de campo realizados para estudiar la regeneración natural post-fuego de la vegetación de la sierra de Mijas (provincia de Málaga), pequeña cadena montañosa perteneciente a la Cordillera Bética Occidental, tras el gran incendio forestal ocurrido en el verano de 2022 y que afectó a casi 2.000 ha (Acaire 2023), localizamos una población del género *Lupinus* creciendo en una de las zonas afectadas por este incendio. Hemos identificado esta población como *L. mariae-josephae* y presentamos en este trabajo datos sobre su abundancia, distribución, hábitat y estado de conservación regional.

Material y métodos

Los trabajos de campo se realizaron entre abril y octubre del año 2023. Se visitó tanto la zona donde se localizó por primera vez la nueva población

como zonas aledañas a esta. Se recolectaron ejemplares de la especie para depositar varios pliegos de herbario en todos sus estados fenológicos. Para la identificación del material vegetal recolectado, se utilizaron las síntesis realizadas para el género *Lupinus* en las Floras de referencia para los territorios andaluz (Domínguez 1987, De las Heras & Muñoz Rodríguez 2011) e ibérico (Castroviejo & Pascual 1999), así como de Europa (Amaral Franco & Pinto da Silva 1968) y Norte de África (Ouyahya 2007), utilizando también las descripciones de *L. mariae-josephae* realizadas en Pascual (2004), Pascual *et al.* (2006), Laguna *et al.* (2008) y Mahé (2011). Todo el material recolectado para este trabajo ha sido depositado en el herbario MGC (Universidad de Málaga). Además, también se estudió el material de esta especie que estaba depositado en los herbarios MA y VAL (siglas según Thiers (2023)), incluyendo el holotipo de la especie (Anexo 1). Se tomaron microfografías de las semillas utilizando un microscopio Nikon AZ100.

El material recolectado de *L. mariae-josephae* junto con las descripciones del género *Lupinus* realizadas en las obras Flora Vasculare de Andalucía Occidental (Valdés *et al.* 1987) y Flora Vasculare de Andalucía Oriental (Blanca *et al.* 2011), nos han permitido elaborar una clave de identificación para este género para toda Andalucía, incluyendo la especie estudiada.

El análisis edafológico corresponde a seis muestras de suelo de las dos subpoblaciones de *L. mariae-josephae* y de zonas inmediatamente contiguas donde la especie está ausente. Las muestras se tomaron de los primeros 20 cm de profundidad y fueron analizadas por el Laboratorio de Geomorfología y Suelos de la Universidad de Málaga. Los análisis de suelo incluyen la determinación de cationes calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}) mediante espectroscopía de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), así como la acidez del suelo. La presencia de carbonato cálcico (CaCO_3) se detectó añadiendo ácido clorhídrico (HCl 1 M) a las muestras de suelo. Además, se determinó la textura mediante el método de la pipeta de Robinson.

Para el estado de conservación se midieron el área de ocupación y la extensión de presencia según la definición propuesta por la UICN (2022). Los censos poblacionales se realizaron siguiendo la metodología propuesta por Iriondo (2011), por tanto, se realizó un censo directo para la subpoblación de menor tamaño y un censo mediante esti-

mación para la subpoblación principal, ya que superaba los 2500 individuos.

Resultados y discusión

Identificación y características

La identificación de la población del género *Lupinus* encontrada en la sierra de Mijas no fue posible realizarla con las Floras de referencia para el sur de la península ibérica, ya que *L. mariae-josephae* no está recogida en *Flora Iberica* ni en *Flora Vasculare de Andalucía Occidental*, y tampoco en *Flora Vasculare de Andalucía Oriental*. Sin embargo, pudimos confirmar que se trataba de esta especie descrita en 2004 gracias a las descripciones aportadas en Pascual (2004), Pascual *et al.* (2006), Laguna *et al.* (2008) y Mahé *et al.* (2011). Esta especie se consideraba, hasta ahora, un endemismo estricto del territorio valenciano, circunscrita a la provincia de Valencia y al norte de Alicante (Navarro *et al.* 2006, Laguna *et al.* 2008, Pérez-Muñoz *et al.* 2016).

Los individuos de la nueva población de *L. mariae-josephae* (Fig. 1) presentan las características diagnósticas típicas de la especie (Pascual 2004, Pascual, *et al.* 2006, Laguna *et al.* 2008 y Mahé *et al.* 2011): cáliz muy vellosa, con labio superior bipartido y tres pequeños dientes inferiores; flores más o menos dispersas a lo largo de la inflorescencia, con las superiores (en botón floral) de color amarillento, las centrales (en antesis) blancas, y las inferiores (comenzando a marchitarse) de color magenta; tallos densamente vellosos; hojas con folíolos oblanceolados, muy vellosos en el envés y glabros en el haz; y semillas de color parduzco con manchas marrones más intensas y una ornamentación homogéneamente granulosa, con tubérculos cónico-truncados. Es la combinación de todas estas características lo que hace a la especie inconfundible dentro del género. Sin embargo, Pascual (2004) proporcionó una clave de identificación para las especies ibéricas del género, en la que las características diagnósticas utilizadas para identificar a *L. mariae-josephae* incluían la presencia de un estandarte aplicado y flores de hasta 12 mm, características que ahora sabemos que no son concluyentes, ya que la mayoría de los individuos en poblaciones silvestres muestran flores, en antesis, con un estandarte erecto y flores de aproximadamente 15 mm (cf. Pascual *et al.* 2006, Laguna *et al.* 2008, Mahé *et al.* 2011). Esto se debió

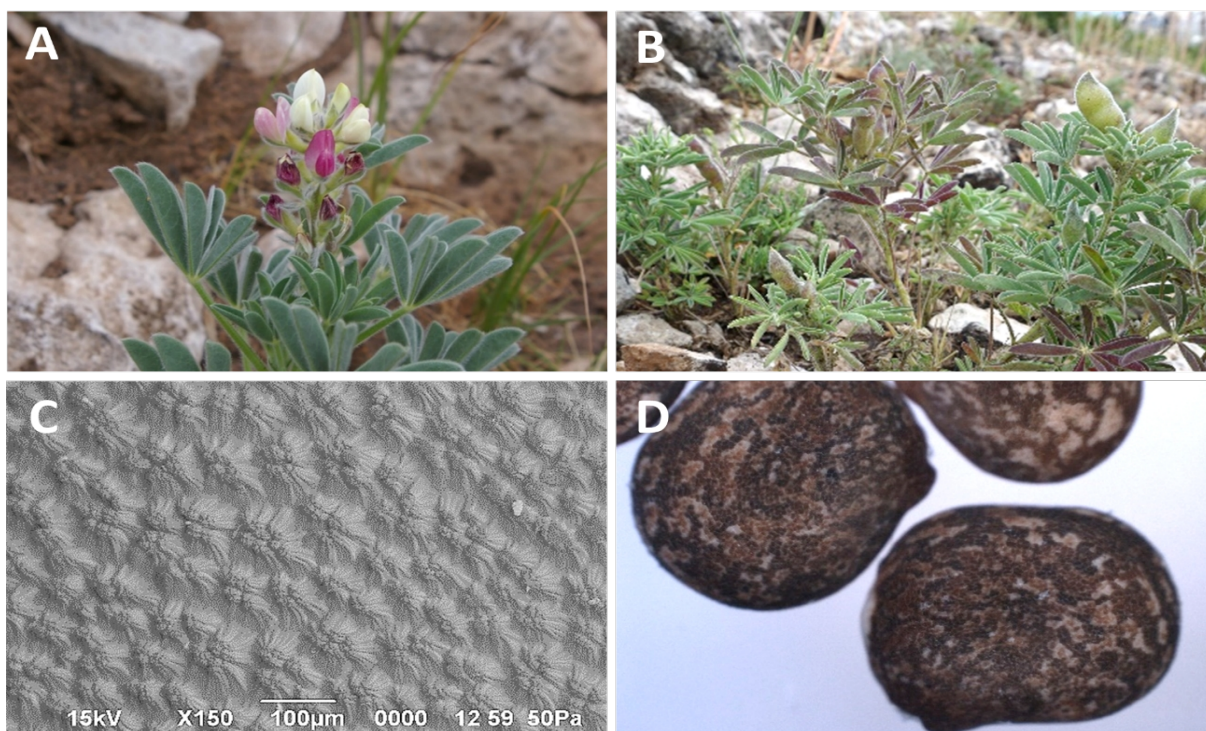


Figura 1. *Lupinus mariae-josephae* en la sierra de Mijas. **A:** Detalle de la inflorescencia; **B:** Aspecto de ejemplares en fructificación; **C:** detalle de la testa de las semillas; **D:** morfología de las semillas.

Figure 1. *Lupinus maria-josephae* from sierra de Mijas. **A:** Detail of inflorescence; **B:** Fruiting plants; **C:** Detail of seed testa; **D:** seed morphology.

a que el material utilizado para describir la especie eran ejemplares cultivados fuera de su medio natural, concretamente procedentes de la colección de semillas del Centro de Experimentación Agraria de Carcagente (Valencia) recolectadas 25 años antes (Pascual 2004). En la población malagueña, las plantas con estas características (estándar aplicado y flores más pequeñas) sólo se han observado en individuos con una floración tardía, mientras que el resto de la población se encontraba en fructificación; estos individuos también eran de menor tamaño. Debido a esto, y para facilitar la identificación de *L. mariae-josephae*, se ha elaborado una clave de identificación del género *Lupinus* para Andalucía (Anexo 2).

En la población de la sierra de Mijas, los ejemplares presentan tamaños de 20-50 cm, frecuentemente con un tallo floral principal y dos o tres tallos secundarios que nacen de la parte basal. La inflorescencia principal contiene hasta 17 flores y las secundarias hasta 4. Las inflorescencias principales pueden contener entre 3-10 legumbres (Fig. 1B) que generalmente producen 4 semillas cada una, aunque el número puede oscilar entre 3-5. Esta dominancia de individuos vigorosos con elevada producción de legumbres y semillas en zonas afectadas por incendios forestales ya ha

sido puesta de manifiesto en algunas poblaciones valencianas (Navarro *et al.* 2006) cuyo número de individuos, así como su tamaño y producción de legumbres y semillas, descendió en años posteriores (Navarro *et al.* 2006, Pérez-Muñoz *et al.* 2016), por lo que es probable que esto ocurra en la población malacitana.

Fenología

Respecto a la fenología reproductiva, con los datos disponibles para la población de Málaga, la floración comienza entre finales de marzo y principios de abril, estando casi toda la población fructificada a finales de mayo, cuando la mayoría de los individuos están secos, portando legumbres y semillas maduras. La dispersión se produce a lo largo del verano. Estos datos fenológicos coinciden con los conocidos para las poblaciones de Valencia (Laguna *et al.* 2008).

Distribución y abundancia

La población estudiada supone la primera localización de la especie fuera del territorio valenciano, siendo una novedad corológica para el sur de la península ibérica, y supone una marcada disyunción con su núcleo principal, ya que está sepa-

rada de las poblaciones valencianas más cercanas por una distancia superior a 400 km (Fig. 2).

En la sierra de Mijas hemos encontrado dos sub-poblaciones, separadas entre sí por 1 km (Fig. 3), ambas localizadas en zonas totalmente calcinadas por el incendio forestal del año 2022. La subpoblación principal se encuentra en el Cerro de la Mina de los Arenales con una estimación de 27.421 individuos ocupando una superficie de 24.863 m². La otra subpoblación se localiza en los cerros Jorado y de la Media Luna y está compuesta únicamente por 14 individuos, en una superficie de 7.150 m².

Las poblaciones valencianas de esta especie se caracterizan por sus fuertes fluctuaciones demográficas (Laguna *et al.* 2008, Ferrer-Gallego *et al.* 2013). Se ha propuesto que este comportamiento demográfico se deba al hecho de que la gruesa cubierta de las semillas de esta especie se degrada progresivamente, lo que significa que la germinación sólo se produce después de un largo período

de tiempo (Laguna *et al.* 2008). En este sentido, también se ha sugerido que estas fluctuaciones demográficas se deban a unas particulares interacciones simbióticas con rizobacterias (Ferrer-Gallego *et al.* 2013). De hecho, se ha aislado de los nódulos de fijación de nitrógeno de esta especie una nueva cepa bacteriana del género *Bradyrhizobium* Jordan (Sánchez-Cañizares *et al.* 2011). En base a esta información previa, cabe la posibilidad de que el gran número de individuos que componen la población malagueña se deba a una ruptura de la latencia de las semillas provocada por una brusca degradación de la gruesa cubierta de las semillas a consecuencia del incendio forestal del año 2023, o que se deba a la particular biología reproductiva de esta especie, que resulta en unas variaciones demográficas extremas. Con los datos disponibles no es posible dilucidar estas cuestiones, por tanto, son necesarios futuros estudios encaminados a averiguar qué factores regulan la dinámica poblacional de esta especie en el sur de la península ibérica.

La sierra de Mijas ha sido visitada por botánicos profesionales y aficionados desde mediados del siglo XIX, siendo una de sus entradas principales actuales la pista forestal cercana al Cerro de la Mina de los Arenales, por lo que es difícil pensar que una planta con una floración tan vistosa haya pasado desapercibida hasta ahora. Sin embargo, el hecho de que esta especie presente extremas fluctuaciones demográficas ha podido ser una de las razones por las que haya pasado desapercibida hasta ahora, igual que ocurrió en el Levante peninsular. De hecho, la descripción de la especie se realizó a partir de semillas de un banco de germoplasma, y no al hallazgo de poblaciones en el campo (Pascual 2004), donde fue localizada dos años después gracias a prospecciones exclusivamente dirigidas a su búsqueda (Navarro *et al.* 2006). Hemos explorado, sin éxito, otras zonas quemadas de la Sierra de Mijas con características similares a la de la nueva población de *L. mariae-josephae*. Sin embargo, no podemos descartar que esta especie este presente en otras localidades de esta sierra.

La sierra de Mijas ha sido una zona intensamente afectada por la acción humana, sobre todo por la minería hasta los años 50 del siglo XX y por las repoblaciones forestales con *Pinus halepensis* L. realizadas desde los años 50 a 60 del pasado siglo, por lo que cabe la posibilidad de que el origen de la población sea antropógeno por una



Figura 2. Distribución de *Lupinus mariae-josephae* en la península ibérica.

Figure 2. Distribution across Iberian Peninsula of *Lupinus mariae-josephae*.

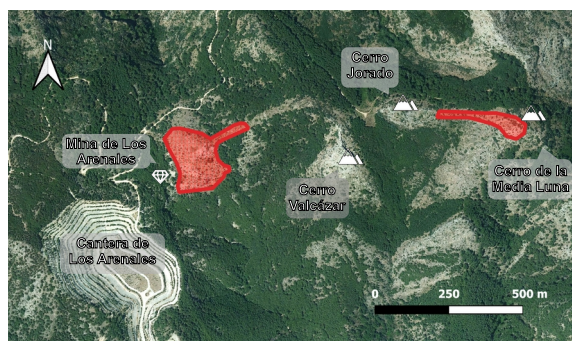


Figura 3. Distribución de *Lupinus mariae-josephae* en la sierra de Mijas

Figure 3. Distribution of *Lupinus mariae-josephae* in sierra de Mijas

dispersión involuntaria de semillas procedentes de territorio valenciano. Sin embargo, se ha comprobado que debido a la afinidad de esta especie con unas rizobacterias determinadas, apenas hay desarrollo de plántulas en plantaciones *ex situ* o en suelos típicos del hábitat de la especie donde no están presentes estas rizobacterias (Navarro *et al.* 2014), lo que hace improbable el hecho de que el origen de la población malagueña sea antropógeno.

Hábitat

La litología predominante de la sierra de Mijas (IGME 1978, Serrano-Lozano & Guerra-Merchán 2004) está compuesta principalmente por dos tipos de rocas: mármoles sacaroideos y mármoles masivos. Los primeros son muy desmenuzables, mientras que los segundos son más compactos. Nuestro estudio pone de manifiesto que *L. mariae-josephae* crece únicamente en suelos procedentes de mármoles masivos, ya que su presencia se interrumpe cuando cambia la litología a mármoles sacaroideos. Los análisis de suelo muestran que los suelos de ambas litologías presentan pH básico (7,7-8,1) y carbonato cálcico; sin embargo, los suelos en los que se encuentran las poblaciones de *L. mariae-josephae* tienen siempre texturas arcillosas, mientras que los otros suelos analizados tienen texturas arenosas (Soil Survey Staff 2015) (Tabla 1). Otra diferencia detectada entre estos suelos fue que la relación Ca/Mg fue siempre algo mayor en los procedentes de mármoles masivos, aunque esto puede no ser un factor limitante, ya que algunas poblaciones valencianas crecen en suelos procedentes de dolomías (Fos *et*

al. 2006). Estos datos verifican la afinidad de *L. mariae-josephae* por los suelos carbonatados con pH básico, además de mostrar su afinidad por los suelos de textura arcillosa y su intolerancia por los suelos ácidos y de textura arenosa.

En su distribución conocida en el este de la península ibérica, *L. mariae-josephae* ocupa claros de matorrales y pastizales xéricos sobre suelos pedregosos, donde forma parte de las comunidades herbáceas de desarrollo estacional dentro del piso bioclimático termomediterráneo, con ombrotipo de seco a subhúmedo entre 150-400 msnm, (Laguna 2008, Fos *et al.* 2006, Pérez-Muñoz *et al.* 2016). En la sierra de Mijas, la especie ocupa hábitats similares, en este caso, laderas muy pedregosas a una altitud de 700-920 msnm, dentro del piso bioclimático termomediterráneo con ombrotipo subhúmedo (Pérez-Sanz *et al.* 1987). En esta sierra, *L. mariae-josephae* habita laderas pedregosas ocupadas por un mosaico de pastizales de *Stipa tenacissima* L. y matorrales abiertos, dominados por fanerófitos como *Quercus coccifera* L., *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*, *Chamaerops humilis* L. y *Ephedra fragilis* Desf., pero con la particularidad de que la cobertura de arbustos es prácticamente nula tras el incendio forestal (Fig. 4). Hemos observado que todas las especies mencionadas están rebrotando tras el incendio, por lo que en los próximos años es esperable el aumento de la cobertura de estas formaciones vegetales siempre que no existan nuevas perturbaciones.

La población estudiada pertenece a comunidades herbáceas de hemcriptófitos, geófitos y terófitos, cuya dominancia cambia según su fenología.

Localidad	Cerro Mina Arenales	Cerro Mina Arenales	Cerro Mina Arenales	Cerro Media Luna	Cerro Mina Arenales	Cerro Mina Arenales
Id	1	2	3	4	5	6
Litología	Mármoles masivos	Mármoles masivos	Mármoles masivos	Mármoles masivos	Mármoles sacaroideos	Mármoles sacaroideos
pH	8,1	7,7	7,7	7,9	7,8	8,1
Ca ⁺² (meq/100 g)	19,1	19,2	21,3	19,1	9,5	2,8
Mg ⁺² (meq/100 g)	1,7	2,5	2	1,4	3,3	1,4
Arcilla (%)	37,4	55,8	41,7	38,4	26,7	11,1
Limo (%)	27,1	14,9	31,7	28,2	4,9	7,9
Arena (%)	35,4	29,3	24,5	32,1	68,4	81
Textura suelo (USDA)	Arcilloso-limoso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso-limoso	Limoso-arenoso	Limoso-arenoso
CaCO ₃	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 1. Muestras de suelo de la sierra de Mijas: muestras 1,2,3 y 4 procedentes de la población de *L. mariae-josephae*; muestras 5 y 6 procedentes de localidades contiguas a las poblaciones de *L. mariae-josephae* pero sin la presencia de esta especie.

Table 1. Soil samples from the Sierra de Mijas: samples 1, 2, 3, and 4 from localities where inhabiting the population of *L. mariae-josephi*; samples 5 and 6 from localities annexed to the population of *Lupinus mariae-josephiae* without presence of this species.

En el momento de su máxima floración, *L. mariae-josephae* es la especie dominante junto con el hemicriptófito *Asphodelus cerasifer* J (Fig. 4). Gay, mientras que son frecuentes los terófitos *Malva hispanica* L. y *Thrinchia hispida* Roth., junto con los geófitos *Allium roseum* L. y *Xiphion filifolium* (Boiss.) Klatt. Más tarde, cuando las legumbres están completamente maduras y las plantas están secas (junto con la mayoría de los terófitos acompañantes), otras especies, especialmente hemicriptófitos, se vuelven predominantes, por ejemplo, *Crambe filiformis* Jacq., *Klasea flavescens* subsp. *neglecta* (Illjin) Greuter & Wagnitz, *Delphinium pentagynum* Lam., *Echium albicans* subsp. *albicans* Lag. & Rodr., *Thapsia asclepium* subsp. *millefolium* (Boiss.) García-Martín & Silvestre y *Thapsia tenuifolia* Lag. A este hábitat principal hay que añadir un hábitat secundario: fisuras de pequeñas rocas verticales en la subpoblación del Cerro de la Mina de Arenales (Fig. 4). No se encontró ningún ejemplar de *L. mariae-josephae* en zonas anexas que estaban ocupadas por densas plantaciones de *Pinus halepensis* L. procedentes de antiguas repoblaciones realizadas a mediados del siglo XX (Perez-Sanz *et al.* 1987).

En la sierra de Mijas sólo se conoce otra especie del género *Lupinus*, *L. micranthus* Guss., que aparece esporádicamente en pastizales subnitrófilos (Pérez-Sanz *et al.* 1987). Hemos observado esta especie, muy escasa, en las proximidades de las poblaciones de *L. mariae-josephae*, pero siempre en zonas ruderalizadas con suelos arenosos.

Estado de conservación

En cuanto a la conservación de la especie, *L. mariae-josephae* está propuesta como En Peligro Crítico (CR) para el territorio español (Laguna *et al.* 2008). Está protegida por ley en la Comunidad Valenciana, perteneciendo al listado valenciano de flora protegida, con el estatus de protegida no catalogada (Orden 2/2022). Para Andalucía, donde la especie no estaba citada hasta la fecha, hemos realizado una evaluación de su estado de conservación, según los criterios de la UICN (2022).

Proponemos para Andalucía la categoría de En Peligro Crítico (CR), por los siguientes motivos: solo existe una población, que tiene un área de ocupación de 0,03 km² y una extensión de presencia de 0,23 km², además las poblaciones ya conocidas de la especie se caracterizan por su extrema

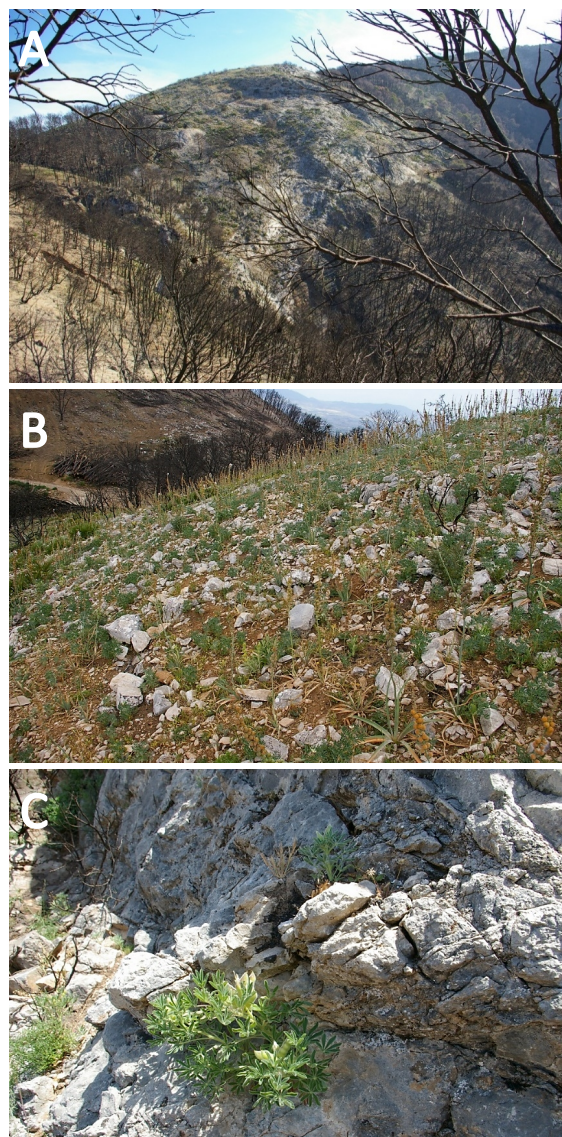


Figura 4. Hábitat de *Lupinus mariae-josephae* en la sierra de Mijas. **A:** Vista panorámica de la cara suroeste del Cerro de la Mina de los Arenales, donde se encuentra la principal subpoblación; **B:** Hábitat principal de *L. mariae-josephae* en el Cerro de la Mina de los Arenales, en laderas pedregosas con vegetación herbácea dominada por *L. mariae-josephae* y *Asphodelus cerasifer*; **C:** Hábitat secundario de *L. mariae-josephae* en el Cerro de la Mina de los Arenales, fisuras en roquedos marmóreos.

Figure 4. Habitat of *Lupinus mariae-josephae* in sierra de Mijas. **A:** Panoramic view of southwest face of Cerro de la Mina de Arenales where the main subpopulation of *Lupinus mariae-josephae* is located; **B:** Primary habitat of *L. mariae-josephae* in Cerro de la Mina de Arenales, with stony slopes and herbaceous vegetation dominated by *L. mariae-josephae* and *Asphodelus cerasifer*; **C:** Secondary habitat of *L. mariae-josephae*: Cerro de la Mina de Arenales, cracks in marble rocks.

fluctuación poblacional, por lo que es muy probable que la población malagueña también lo sea. Por tanto, se cumplen el criterio B1: extensión de presencia estimada menor a 100 km², y los subcriterios: (a), severamente fragmentada o conocida

en una sola localidad y [c (iv)], fluctuaciones extremas en número de individuos maduros; y el criterio B2: área de ocupación estimada menor a 10 km², y los subcriterios (a) severamente fragmentada o conocida en una sola localidad y [c(iv)], fluctuaciones extremas en número de individuos maduros. Quedando la categoría de amenaza como: CR [B1 a c (iv) + B2 a c (iv)].

No se han detectado amenazas directas actuales para la población de Málaga, aunque una amenaza potencial es que la zona donde se encuentra la población podría verse afectada por los trabajos forestales que se están llevando a cabo, con el uso de maquinaria pesada, para la retirada de madera muerta. Estas acciones pueden alterar radicalmente la configuración del banco de semillas. La posible reforestación de la zona con *P. halepensis* también es una amenaza, ya que la especie no se encuentra en zonas bajo pinar.

Conclusiones

La nueva población de *L. mariae-josephae* encontrada en la sierra de Mijas supone una marcada disyunción con respecto al núcleo central de distribución de esta especie, considerada hasta ahora un endemismo valenciano, y supone una importante adición a la flora andaluza habida cuenta de las peculiaridades de este endemismo ibérico dentro del género *Lupinus*. Las características morfológicas y el hábitat son los mismos que en la poblaciones valencianas y se ha comprobado, en la población malacitana, la afinidad de la especie por suelos carbonatados con pH básico siempre que no tengan texturas arenosas. La categoría de amenaza propuesta para Andalucía, En Peligro Crítico (CR), es la misma que la propuesta para todo el territorio nacional. Es necesario un estudio de mayor profundidad y duración en el tiempo para esclarecer la dinámica poblacional de la especie, así como los factores que influyen en su biología en el sur de la península ibérica.

Agradecimientos

A los dos revisores anónimos, cuyas correcciones y sugerencias han mejorado el contenido y estructura de este trabajo. Al equipo del herbario del Jardín Botánico de la Universidad de Valencia por su diligencia en el envío del material solicitado y al personal del herbario del Real Jardín Botánico de Madrid por facilitarnos la imagen del holotipo de *L. mariae-josephae*.

Referencias

- Acaire. 2023. Incendios en la costa del Sol: Sierra de Mijas. Disponible en <https://www.acaire.es/2022/07/18/seguimiento-incendio-sierra-mijas-julio-2022/> (accedido el 15-IX-2023)
- Aïnouche A & Bayer R.J 1999. Phylogenetic relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (ITS) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany* 86:590-607. <https://doi.org/10.2307/2656820>
- Amaral Franco J. & Pinto da Silva A.R. 1968. *Lupinus*. En: *Flora Europaea* (Tutin et al. Eds.). Vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 105-106.
- Blanca G, Cabezudo B, Cueto M, Salazar C. & Morales Torres C. 2011. *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, 2ªed. Granada: Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga.
- Castroviejo S & Pascual H. 1999. *Lupinus L.* En: *Flora Iberica* (Talavera S et al., eds) Vol. 7. Madrid: Real Jardín Botánico Madrid, pp. 251-260.
- Cueto M, Melendo M, Giménez E, Fuentes J, López Carrique E & Blanca G. 2018. First updated checklist of the vascular flora of Andalusia (S of Spain), one of the main biodiversity centres in the Mediterranean Basin. *Phytotaxa* 339: 1-95. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.339.1.1>
- De las Heras M.A & Muñoz Rodríguez A.F. 2011. *Lupinus* En: *Flora Vascular de Andalucía Oriental* (Blanca G et al., eds.). Granada: Universidades de Granada, Almería, Jaén y Málaga, pp. 744-746.
- Dominguez E. 1987. *Lupinus* En: *Flora Vascular de Andalucía Occidental* (Valdés B et al., eds.). Vol. 2. Barcelona: Ketres Editora, pp. 177-179.
- Euro+Med 2011+: Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Disponible en <https://www.europlusmed.org> (accedido en octubre 2023).
- Ferrer-Gallego PP, Ferrando I, Gago C & Laguna E. 2013. Manual para la conservación de germoplasma y el cultivo de la flora valenciana amenazada. Colección Manuales Técnicos Biodiversidad, 3. Valencia: Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient. Generalitat Valenciana.
- Fos S, Navarro A, Ferrando I & Laguna E. 2006. Nuevas poblaciones del altramuz valenciano *Lupinus mariae-josephi*. *Toll Negre* 8: 21-26.
- Gladstones JS. 1974. *Lupins of the Mediterranean region and Africa*. Technical Bulletin 26. Perth, WA: Department of Primary Industries and Regional Development.
- Gladstones JS. 1998. Distribution, origin, taxonomy, history and importance. En: *Lupins as crop plants: biology, production and utilization*. (Gladstones JS et al., eds.) Wallingford: CABI, pp 1-37.
- IGME. 1978. Mapa Geológico de Coín a escala 1:50.0000 (Magna). Hoja 1066. Segunda serie, Primera edición. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Iriondo LM. 2011. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Manual de metodología del trabajo corológico y demográfico. Madrid: Dirección

- General de Medio Ambiente y política forestal, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino-SEBICOP.
- Laguna E, Fos S & Navarro A. 2008. *Lupinus mariae-josephae* H. Pascual. En: Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España, Adenda 2008, (Bañares A et al., eds.) Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, pp. 52-53.
- Mahé F, Pascual H, Coriton O, Huteau V, Navarro-Peris A, Missot MT & Aïnouche A. 2011. New data and phylogenetic placement of the enigmatic Old World lupin: *Lupinus mariae-josephi* H. Pascual. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58: 101-114. <https://doi.org/10.1007/s10722-010-9580-6>
- Navarro A, Fos Martín S, Ferrando-Pardo I & Laguna-Lumbreras E. 2006. Localización del endemismo aparentemente extinto *Lupinus mariae-josephi*. *Flora Montiberica* 33:59-63.
- Navarro A, Fos S, Laguna E, Durán D, Rey L, Rubio-Sanz L, Imperial J. & Ruiz Argüeso T. (2014) Conservation of endangered *Lupinus mariae-josephae* in its natural habitat by inoculation with selected native *Bradyrhizobium* strains. *PLoS One* 9(7): e102205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102205>
- ORDEN 2/2022, de 16 de febrero, de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, por la que se actualizan los listados valencianos de especies protegidas de flora y fauna.
- Ouyahya A. 2007. *Lupinus*. En: Flore Pratique du Maroc (Fennane M. et al., ed.). Vol. 2. Rabat: Institut Scientifique, pp. 69-71.
- Pascual H. 2004. *Lupinus mariae-josephi* (Fabaceae), nueva y sorprendente especie descubierta en España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(1): 69-72. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2004.v61.i1.69>
- Pascual H, Bellostas N & Laberge G. 2006. *Lupinus mariae-josephi* H. Pascual, a new lupin species adapted to calcareous soils. *Grain Legumes* 46: 8-9.
- Pérez-Muñoz DJ, Herrero-Borgoñón JJ & Ferrer-Gallego PP. 2016. *Lupinus mariae-josephae* en la comarca del Camp de Túria (Valencia). *Flora Montiberica* 64: 41-46.
- Pérez-Sanz S, Nieto JM & Cabezudo B. 1987. Contribución al conocimiento de la flora de la sierra de Mijas (Málaga, España). *Acta Botanica Malacitana* 12: 189-208.
- Planchuelo A.M. 1994. Wild lupins distribution and its implication as germplasm resources. En: *Advances in lupin research* (Neves-Martins JM & Beirao da Costa ML, eds.) Proceedings of the 7th international lupin conference, 18–23 April 1994. Evora: Technical University of Lisbon, pp. 65-69.
- POWO (2023). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponible en <http://www.plantsoftheworldonline.org> (accedido 06-IX-2023).
- Sánchez-Cañizares C, Rey L, Duran D, Temprano F, Sanchez-Jimenez P, Navarro A, . . . Ruiz-Argüeso T. 2011. Endosymbiotic bacteria nodulating a new endemic lupine *Lupinus mariae-josephi* from alkaline soils in Eastern Spain represent a new lineage within the *Bradyrhizobium* genus. *Systematic and Applied Microbiology* 34: 207-15. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2010.11.020>
- Sánchez-Villegas R., Escudero M. & Luceño M. 2022. *Lupinus bicolor* Lindl. (Fabaceae), nueva especie para la flora vasculare paleártica. *Flora Montiberica* 82: 99-101.
- Serrano-Lozano F. & Guerra Merchán, A. 2004. Geología de la Provincia de Málaga. Málaga: Servicio de publicaciones. Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga.
- Soil Survey Staff. 2015. Illustrated guide to soil taxonomy, version 2. Lincoln, Ne: U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.
- Świącicki W, Czepiel K, Wilczura P, Barzyk P, Kaczmarek Z & Kroc M. 2019. Chromatographic Fingerprinting of the Old World Lupins Seed Alkaloids: A Supplemental Tool in Species Discrimination. *Plants* 8(12): 548. <https://doi.org/10.3390/plants8120548>
- Thiers B. 2023. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's virtual Herbarium. Disponible en <http://sweetgum.nybg.org/ih> (accedido 15-X-2023)
- IUCN. 2022. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1. Disponible en <https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> (accedido 15-X-2023)
- Valdés B, Talavera S & Fernández-Galiano E. 1987. Flora Vasculare de Andalucía Occidental. Barcelona: Ketres Editora.
- Wolko B, Clements JC, Naganowska B, Nelson MN & Yang H. 2011. *Lupinus*. En: *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Legume Crops and Forages* (Kole C, ed.). Heidelberg: Springer, pp. 153-206.

Anexo 1

Material estudiado de *Lupinus mariae-josephae*

Málaga: Mijas, Sierra de Mijas, Cerro de la Mina de los Arenales, 30SUF5453, 775 msnm, ladera rocosa con restos de matorral quemado el verano anterior, mármoles, 18/iv/2023, *F. Soriguer* (MGC 95674, 95675); ibidem, 710-730 msnm, ladera rocosa de fuerte inclinación quemada el verano anterior, 19/iv/2023, *F. Soriguer* (MGC 95680, 95681); ibidem, 766 msnm, gamonal ocupando una zona de matorrales abiertos quemados el verano anterior, mármoles, 19/iv/2023, *F. Soriguer* (MGC 95682); ibidem, 770-800 msnm, laderas pedregosas con espartal-matorral quemado, mármoles, 29/v/2023, *F. Soriguer* (MGC 95723, 95724, 95725); ibidem, 740 msnm, zona quemada el verano anterior, lapiaces, mármoles, 29/v/2023, *F. Soriguer* (MGC 95722); Sierra de Mijas, Cerro de la Media Luna, 30SUF5553, 910 msnm, ladera rocosa con matorral y espartal quemados el verano anterior, mármoles, 19/iv/2023, *F. Soriguer* (MGC 95678).

Valencia: Xátiva (costera), Serra Grossa, Pla del Tramussar, 30SYJ145143, 360 msnm, matorrales mediterráneos en regeneración postincendio, 19/iv/2007, *S. Fos & A. Navarro* (VAL 228196); ibidem, 18/v/2006, *S. Fos & A. Navarro* (VAL 181141); ibidem 16/iv/2007, *S. Fos & A. Navarro* (VAL 185764); LLombai, Lloma del Tramussar, 30SYJ1055, 240 msnm, formaciones terofíticas en tomillares sobre luvisoles crómicos, 16/v/2006, *E. Laguna, S. Fos & A. Navarro* (VAL 175765); ibidem, 04/iv/2007, *S. Fos & A. Navarro* (VAL 185765); Riba-roja de Túria, El Colom, 30SYJ0777, 225 msnm, ladera rocosa soleada, 09/iv/2017, *A. Peña Rivera* (VAL 241241); Gandía (La Safor), El Borrell, 30 SYJ363191, 270 msnm, claros de garriga, 01/vi/2006, *S. Fos* (VAL 177026); ibidem, 30SYJ357192, 360 msnm, pastizales en grietas de lapiaz calcáreo, 23/iv/2007, *A. Navarro* (VAL 185762); ibidem, 18/iv/2007, *S. Fos & A. Navarro* (VAL 185763); Montserrat de Alcalá, Els Castellars, 30TYJ0558, 250 msnm, rocas calizas cristalinas, exposición sur, Obtenida de semillas recolectadas en pleno verano al final de la década de los años 1970, *R. Jorge Perpiña* (MA 711480 -Holotipo-).

Anexo 2

Clave de identificación para el género *Lupinus* en Andalucía

1. Labio superior del cáliz con pequeños dientes..... *L. albus*
– Labio superior del cáliz dividido hasta la mitad o más..... 2
2. Foliolos con haz glabro o solo con los márgenes pelosos..... 3
– Foliolos homogéneamente pelosos por toda la superficie del haz..... 6
3. Inflorescencias con flores y frutos en verticilos netos..... 4
– Flores ± esparcidas en el eje de la inflorescencia..... 5
4. Foliolos pelosos en los márgens semillas lisas..... *L. gredensis*
– Foliolos totalmente glabros por el haz, semillas rugosas..... *L. hispanicus*
5. Folios estrechos de contorno ± linear, semillas lisas *L. angustifolius*
– Foliolos oblongo-lanceolados, semillas rugosas..... *L. mariae-josephae*
6. Labio inferior del cáliz bidentado, semillas rugosas..... *L. cosentinii*
– Labio inferior del cáliz tridentado, semillas lisas..... 7
7. Flores ± azuladas, no agrupadas en verticilos netos, plantas hirsutas..... *L. micranthus*
– Flores amarillas, agrupadas en verticilos netos, plantas seríceas..... *L. luteus*