

CONSERVACIÓN VEGETAL

Boletín de la
Sociedad Española de Biología
de la Conservación de Plantas



26

Es urgente actualizar la Lista Roja de la flora vascular española para proteger nuestra biodiversidad vegetal más amenazada

■ FELIPE MARTÍNEZ GARCÍA¹, RUTH JAÉN MOLINA² y MARIO MAIRAL PISA³

1. Dpto. Sistemas y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Madrid. felipe.martinez@upm.es
2. Dpto. de Biodiversidad Molecular y Banco de ADN. Jardín Botánico "Viera y Clavijo"-UA al CSIC. Cabildo de Gran Canaria. ruthjaen@gmail.com
3. Dpto. de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. mariomairal@gmail.com

La idea de las Listas Rojas de especies amenazadas surgió en el seno de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) hace varias décadas, cuando se elaboró el primer "Red Data Book" en 1966 (Scott *et al.*, 1987). Posteriormente se cambió el nombre al actual de Lista Roja y así como se denominan a los numerosos trabajos que desde entonces se han ido publicando sobre los diferentes grupos biológicos en muchos países donde hay comités nacionales de la UICN.

Sus objetivos eran y son múltiples: concienciar sobre el problema de la pérdida de biodiversidad, evaluar el riesgo de extinción de especies de manera científica y objetiva, y aportar información sobre las tendencias en biodiversidad. Para alcanzar estos objetivos una de las premisas fundamentales que estos catálogos deben cumplir es que se deben revisar y actualizar de manera periódica.

Tras el impulso del Proyecto AFA (Atlas de Flora Vascular

Editorial



26

CONSERVACIÓN VEGETAL

Índice de contenidos

<https://doi.org/10.15366/cv2021.26>

Foto de portada:

Erodium cazorlanum Heywood
(Geraniaceae). Alfileres de Cazorla
en Collado de Fuente Bermejo,
Cazorla (Jaén) Endemismo Subbético.
Vulnerable: VU [B1ab(iii, v)+2ab(iii, v)].
© (FOTO/TEXTO):
Carlos M. Herrera Maliani.

1 EDITORIAL

Es urgente actualizar la Lista Roja de la flora vascular española para proteger nuestra biodiversidad vegetal más amenazada.

FELIPE MARTÍNEZ GARCÍA, RUTH JAÉN MOLINA
y MARIO MAIRAL PISA

3 MARCO EUROPEO

La conservación de los parientes silvestres de los cultivos y la necesidad de publicar datos según los principios FAIR
ELENA TORRES y JOSÉ MARÍA IRIONDO

7 PANORAMA AUTONÓMICO

El papel de la Red Andaluza de Jardines Botánicos (RED) en la investigación sobre biodiversidad en Andalucía.
DE CASTRO *et al.*

14 CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y GESTIÓN DE ESPACIOS

Las colecciones de planta viva en el Jardín Botánico de Castilla-La Mancha: compromiso con la conservación de la flora amenazada regional.
SANTIAGO GONZÁLEZ *et al.*

El futuro es hoy: el reto de una transición energética compatible con la conservación vegetal.
ALFARO-SAIZ *et al.*

LIFE SALINAS: 4 años de trabajos para la restauración de hábitats dunares prioritarios.
SÁNCHEZ-BALIBREA *et al.*

25 MÁXIMO RIESGO

Relaciones genéticas y morfológicas del género *Thesium* en Canarias. *T. palmense*, una nueva especie a conservar.
RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *et al.*

Efecto de los vallados sobre la conservación de especies de flora amenazada.
LORITE *et al.*

35 ARTE Y BOTÁNICA

Fotografía experimental y BotaniKa: un ejercicio de ecocrítica visual.
GERARDO STÜBING

40 OBJETIVO CONSERVACIÓN VEGETAL

Erodium cazorlanum
Romulea columnae subsp. *assumptionis*
Calotropis procera
Canarina canariensis

60 RESUMEN ACTIVIDADES SEBiCoP

44 NOTICIAS

54 LIBROS Y PUBLICACIONES

56 RECURSOS ONLINE



Amenazada de España) y la creación de la SEBiCoP, en España contamos actualmente con dos Listas Rojas de plantas vasculares: LR2000 (VV.AA., 2000) y LR2008 Moreno, coord. (2008) (esta última actualizada en 2010 con los datos de la Adenda AFA publicada en ese año (Bañares *et al.*, 2010). Desgraciadamente este salto significativo en el conocimiento de nuestra flora amenazada no se mantuvo en el tiempo. Los posteriores proyectos AFA encargados por MITECO solo supusieron el estudio de unos pocos taxones (cada uno o dos años) hasta que llegó la crisis económica del 2008 y, con ella, el parón en la inversión en estos trabajos por parte de las administraciones públicas. Desde entonces poco se ha avanzado en el estudio y evaluación del gran número de especies incluidas en la Lista Roja de 2008, y de otras que seguro que también necesitan de un seguimiento y revisión.

La consecuencia es que tenemos en la actualidad una lista publicada hace 14 años que requiere una urgente revisión y la reevaluación de, al menos, las 1571 especies y subespecies que contiene. Si no lo hacemos, además de tener una herramienta de concienciación cada vez más debilitada, no podremos conocer ni las tendencias en el estado de conservación de las especies vegetales de España, ni podremos evaluar si las políticas en materia de conservación son efectivas. En este sentido es importante destacar que la evaluación del estado de conservación de las especies es una herramienta básica para informar a las administraciones de la necesidad de implementar medidas de gestión para las especies amenazadas, y también para que en caso de que no lo hagan de oficio, proponer la inclusión como especie protegida en el LESRPE-CEEA o en los catálogos estatales y autonómicos, también muy desactualizados.

Realizar un trabajo de esta magnitud y complejidad requiere disponer de un gran número de expertos repartidos por todo el territorio nacional, junto con herramientas que faciliten la recopilación y cribado de la información, a partir de la aplicación de criterios científicos para la correcta catalogación

taxonómica y asignación del grado de amenaza de las especies vegetales evaluadas. Todo ello, permitiría detectar *gaps* de conocimiento, necesidades de seguimiento y/o carencias en la gestión llevada a cabo por las distintas comunidades autónomas.

Basta con hacer un repaso en este último año de los eventos climáticos extremos (p.ej. grandes incendios, sequía, inundaciones, etc.) que han ocurrido en nuestro país — y a nivel planetario — para comprobar que nos enfrentamos a acuciantes cambios globales. Este contexto actual está acelerando la pérdida de biodiversidad y provocando una enorme presión antrópica sobre los hábitats (cambios en el uso del suelo, contaminación, sobreexplotación, etc.), con un impacto en la dinámica de los ecosistemas y la distribución de las especies. Por ello, es clave y urgente actualizar las Listas Rojas de especies amenazadas, para poder implementar de forma rigurosa la información científica más reciente, y establecer qué especies y ecosistemas son prioritarios en su conservación.

SEBiCoP, con todos sus asociados y expertos, y con todo el entramado de instituciones, entidades y personas que puede movilizar en el ámbito nacional, es sin duda una gran candidata para promover y liderar la publicación de una nueva actualización de la Lista Roja de flora vascular española. Aunque no hemos conseguido financiación externa, ya desde la Junta Directiva de SEBiCoP se están dando los pasos para la elaboración de una Lista Roja *Online* como vía accesible y dinámica para la recopilación, registro, y actualización de la información recabada —a través de trabajo de campo, seguimientos, desarrollo de proyectos— sobre las distintas especies vegetales amenazadas en el territorio nacional. Una herramienta de este tipo podría proporcionar una información muy valiosa a la hora de frenar el deterioro o desaparición de poblaciones y especies, ya que permitiría establecer y actualizar planes y categorías de conservación con mayor agilidad.

Marco Europeo

La conservación de los parientes silvestres de los cultivos y la necesidad de publicar datos según los principios FAIR

The conservation of crop wild relatives and the need to publish data according to the FAIR principles

■ ELENA TORRES¹ y JOSÉ MARÍA IRIONDO²

1. Universidad Politécnica de Madrid, Depto. Biotecnología y Biología Vegetal. elena.torres@upm.es

2. Universidad Rey Juan Carlos, Depto. Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. jose.iriondo@urjc.es

Resumen / Abstract

Los parientes silvestres de los cultivos (PSC) son una fuente de genes para los mejoradores de plantas y deben ser conservados en aras de la seguridad alimentaria, máxime en el actual contexto de cambio climático. Con esta finalidad, recientemente se ha aprobado una estrategia nacional que contempla la creación de una red de reservas genéticas de PSC entre otras actuaciones. Paralelamente, se ha iniciado un proyecto piloto cuyo objetivo es ampliar el Catálogo de Búsqueda Europeo de Recursos Fitogenéticos (EURISCO) con una nueva sección

que incorpore la información de PSC conservados *in situ*. Esta nueva sección se pretende construir bajo los denominados principios FAIR (del inglés, *Findable, Accessible, Interoperable and Reusable*). La mayor disponibilidad de datos facilitará el seguimiento de las poblaciones clave de PSC y brindará información de fácil acceso a los usuarios que busquen nuevos recursos para los programas de mejora de plantas.

Crop wild relatives (CWR) are a source of genes for plant breeders. Thus, their conservation is essential to warrant food security, especially in the present context of climate change. With this purpose, a national strategy has recently been approved that includes the creation of a network of CWR genetic reserves, among other actions. In parallel, a new pilot project has just started with the aim of expanding the European Search Catalogue for Plant Genetic Resources (EURISCO) with a new section that includes information on crop wild relatives (CWR) conserved in situ. This new section aims to follow the so-called FAIR principles (for Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable). The greater data availability will facilitate the monitoring of key CWR populations and will offer easy-to-access information to potential users in search of new resources for plant pre-breeding and breeding programs.

Palabras clave / Keywords

datos enlazados, EURISCO, parientes silvestres de los cultivos

linked data, EURISCO, crop wild relatives

La reciente aprobación de la «Estrategia nacional de conservación y utilización de parientes silvestres de los cultivos (PSC) y plantas silvestres de uso alimentario (PSUA)» por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación introduce nuevos actores en el escenario de la planificación y gestión de la vida silvestre. Conviene, pues, que científicos, gestores y políticos de este ámbito conozcan por qué es importante conservar poblaciones de PSC, qué se ha hecho hasta el momento y qué iniciativas están en marcha. Además, es preciso que la comunidad científica tome conciencia de la necesidad de publicar datos enlazados para automatizar la integración de datos de distintas fuentes. De esta forma, se podrá avanzar más rápido en un momento clave para la conservación no solo de los PSC, sino también del resto de componentes de la biodiversidad.

¿Por qué es importante conservar parientes silvestres de los cultivos?

La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lleva más de una década alertando de la amenaza que supone el cambio climático para alcanzar la seguridad alimentaria mundial, es decir, de que haya alimentos para todos. Muchas de las variedades que hoy en día consumimos van a dejar de cultivarse en los próximos años por su falta de capacidad de adaptación y baja productividad, de manera que los mejoradores de plantas van a tener que recurrir, cada vez más, a las poblaciones silvestres para generar variedades adaptadas a las nuevas condiciones climáticas y resistentes a las plagas y enfermedades que van a ir surgiendo.

En este contexto, la conservación de parientes silvestres de los cultivos no solo se justifica por el papel que desempeñan en los ecosistemas, sino también por ser una fuente de genes para la obtención de nuevas variedades. Sin embargo, la presencia de muchos PSC se ha reducido de forma alarmante en los últimos 25 años a causa, sobre todo, de la degradación y destrucción de hábitats por las prácticas agrícolas intensivas, como el pastoreo severo, la conversión de la tierra en monocultivos y el uso abusivo de fertilizantes, herbicidas y pesticidas. Según una evaluación de la UICN, el 11,5 % de los PSC europeos están amenazados (66 de 572) (Bilz *et al.*, 2011). Y en España, esta cifra asciende al 13 % (64 de 496) (Molina *et al.*, 2022).

¿En qué punto se encuentra la conservación de los parientes silvestres de los cultivos?

La importancia de conservar poblaciones silvestres para la mejora de plantas y la preocupación por el riesgo de erosión genética no son ideas nuevas. A finales de los 60 del siglo pasado, Otto Frankel ya alertó a la FAO y a la comunidad

científica de la situación. Las recomendaciones de la «Conferencia técnica sobre la exploración, utilización y conservación de recursos genéticos» de 1967 y el libro *Genetic resources in plants – Their exploration and conservation* (Frankel & Bennett, 1970) pusieron en escena a los PSC. Sin embargo, en los siguientes 40 años, apenas hubo iniciativas dirigidas a conservar poblaciones naturales de especies cultivadas y de especies silvestres emparentadas con los cultivos, tal y como recoge el «Segundo informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo» de 2010. En parte porque se priorizó la conservación de variedades tradicionales, pero también porque se optó por la conservación en bancos de germoplasma como principal método de conservación.

El Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB), en 1992, fue un punto de encuentro entre los conservadores de especies amenazadas y los conservadores de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA), que hasta entonces habían recorrido caminos paralelos. La inclusión de la diversidad agrícola en este acuerdo internacional proporcionó un marco para impulsar la conservación *in situ* de los PSC, independientemente de que estuvieran o no amenazados. En la misma línea, la entrada en vigor del Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA), en 2004, supuso el compromiso de los países firmantes de promover la conservación de los PSC en sus hábitats naturales. Desde entonces, diversos proyectos financiados con fondos europeos (PGR Forum, AEGRO, PGR Secure y Farmer's pride) han permitido avanzar en la elaboración de listados nacionales de PSC y han sentado las bases para la creación de una red europea de reservas genéticas. Algunas experiencias piloto surgidas durante el desarrollo de estos proyectos han servido para que los gobiernos de los países implicados dieran un paso más. Es el caso de Alemania, que en 2019 creó las primeras reservas genéticas oficiales de PSC, y de España, que desde julio cuenta con una estrategia nacional para la conservación y utilización de PSC (Molina *et al.*, en prensa). Esta estrategia ha sido elaborada teniendo en cuenta las directrices de la FAO (2017) y la experiencia adquirida durante un proyecto piloto que permitió el establecimiento de seis reservas genéticas en la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rincón. En el ámbito de la conservación *ex situ*, el proyecto *Adapting agriculture to climate change: Collecting, protecting, and preparing crop wild relatives*, coordinado por la organización *Global Crop Diversity Trust*, ha permitido recolectar muestras de más de 320 PSC prioritarios a nivel mundial, que están depositadas en el *Millennium Seed Bank* y en la *Svalbard Global Seed Vault*.

¿Qué papel desempeña el Programa Cooperativo Europeo para los Recursos Fitogenéticos en la conservación de parientes silvestres de los cultivos?

A principios de los 80 del siglo pasado, se creó el Programa Cooperativo Europeo para los Recursos Fitogenéticos (ECPGR, *European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*) con el fin de garantizar la conservación a largo plazo y facilitar la utilización de RFAA en Europa. El programa estuvo auspiciado por la FAO, el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas (UNDP, *United Nations Development Programme*) y la Asociación Europea para la Investigación en Mejora Vegetal (EUCARPIA, *European Association for Research on Plant Breeding*). Desde sus inicios, el ECPGR se financia íntegramente con aportaciones de los países participantes (43 en la actualidad) y actúa mediante grupos de trabajo organizados por grupos de cultivo o por temáticas relativas a los recursos fitogenéticos. Entre los últimos grupos que se han creado, se encuentra el de Conservación de especies silvestres en reservas genéticas (Grupo de trabajo sobre PSC).

En 2009, el ECPGR puso en marcha un Sistema Integrado de Bancos de Germoplasma Europeo (AEGIS, *A European Genebank Integrated System*) con el fin de racionalizar los recursos humanos y económicos, pero sobre todo para facilitar el uso del germoplasma conservado *ex situ*. Para esto último, se creó un Catálogo Europeo de Búsqueda de Recursos Fitogenéticos (EURISCO, *European Search Catalogue for Plant Genetic Resources*) que proporciona información sobre más de dos millones de entradas (muestras), en su mayoría de plantas cultivadas, que están conservadas en más de 400 instituciones.

EURISCO se desarrolló dentro del proyecto EPGRIS (*European Plant Genetic Resources Information Infrastructure*), entre 2000 y 2003. Este proyecto fue financiado por la Unión Europea y contó con la participación del Centro de Recursos Genéticos de los Países Bajos (CGN), la República Checa, Francia, Alemania, Portugal, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, ahora Alianza de *Bioversity International* y CIAT) y el *Nordic Gene Bank* (NGB, ahora NordGen). Al finalizar, *Bioversity International* hizo posible que EURISCO se pudiera consultar a través de Internet y, en 2014, el Instituto Leibniz de Genética Vegetal e Investigación de Plantas de Cultivo (IPK) asumió la responsabilidad de alojar y mantener la infraestructura. Este cambio sirvió para rediseñar completamente el sistema y transferirlo a una nueva plataforma tecnológica (Kotni *et al.*, 2022).

El funcionamiento de EURISCO se basa en una red de Puntos Focales Nacionales (PFN), que desarrollan y mantienen Inventarios Nacionales (IN) del germoplasma conservado en las colecciones *ex situ* dentro de sus respectivos países. La gestión de estas colecciones está respaldada por diferentes sistemas que permiten el suministro de datos a los PFN y, una vez recibidos, son estandarizados e incorporados a los IN. Finalmente, los PFN cargan periódicamente los datos en EURISCO. De esta manera, se dispone de una base de datos centralizada que permite a la comunidad científica y a los mejoradores de plantas conocer los RFAA conservados *ex situ* en Europa. A su vez, EURISCO comparte información con otros sistemas globales como Genesys, el Sistema Mundial de Información sobre RFAA (GLIS, *Global Information System for PGRFA*) y la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, *Global Biodiversity Information Facility*).

En 2015, el Grupo de trabajo sobre PSC elaboró un informe sobre su visión acerca de cómo las políticas nacionales y de

la Unión Europea deberían abordar la conservación *in situ* de estos recursos fitogenéticos (Maxted *et al.*, 2015). Entre sus recomendaciones se incluía la ampliación de EURISCO para dar cabida a los PSC conservados *in situ*. Con el propósito de avanzar en esta línea, el Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura de Alemania ha aportado recientemente financiación para el proyecto *Extension of EURISCO for crop wild relatives (CWR) in situ data and preparation of pilot countries' data sets*, en el que España es uno de los ocho países participantes. Tal y como recoge el título, el proyecto tiene como objetivo ampliar EURISCO para que pueda albergar información sobre los PSC conservados *in situ* en los distintos países europeos. Para ello, durante los próximos meses (hasta octubre de 2023), se abordarán los siguientes aspectos: 1) identificación de poblaciones de PSC prioritarios, 2) identificación de instituciones públicas y privadas clave para la organización de una red nacional de proveedores de datos, 3) elaboración de un borrador de la estructura de la base de datos nacional, 4) recopilación y organización de los datos disponibles según los principios acordados y 5) traspaso de datos a EURISCO. La propuesta del proyecto y las instituciones participantes se pueden consultar en la web del ECPGR (<https://www.ecpgr.cgiar.org/working-groups/crop-wild-relatives/cwr-in-eurisco>).

La necesidad de compartir datos enlazados

El proyecto de ampliación de EURISCO y la Estrategia nacional no parten de cero a la hora de inventariar y priorizar poblaciones de PSC. En España hay una larga historia de investigación botánica que incluye registros florísticos, estudios taxonómicos, estudios de vegetación y estudios ecológicos (Morales, 2013). La información sobre diferentes aspectos de la diversidad vegetal está disponible para todo el territorio nacional y, en buena parte, se encuentra almacenada en bases de datos (temáticas y regionales) (p. ej., Anthos, SIVIM, AFLIBER, FLORAPYR). En el caso de las especies amenazadas, la información es aún más detallada. Existen catálogos oficiales y numerosos datos sobre corología, demografía, biología reproductiva, comportamiento ecológico, factores de amenaza, actuaciones de conservación, etc. para muchas de ellas. Sin embargo, la reutilización de toda esta información —que ha sido generada por diferentes administraciones, universidades, centros de investigación, organizaciones sin ánimo de lucro y, en los últimos años, también ciudadanos— está limitada por dos motivos: 1) la falta de estandarización y 2) la tecnología bajo la cual se han publicado los datos impide la interoperabilidad entre bases de datos. Un ejemplo de falta de estandarización lo encontramos en los nombres de las plantas. Los catálogos oficiales de especies amenazadas, sin ir más lejos, no utilizan los mismos criterios de circunscripción taxonómica (algunos tampoco siguen las reglas internacionales del Código de Nomenclatura Botánica), de manera que el nombre de un taxón puede variar según el catálogo de la comunidad autónoma que se consulte.

La buena noticia es que hoy en día el conocimiento acumulado en bases de datos puede integrarse fácilmente si se utilizan tecnologías de la web semántica. El Ministerio para la Transición Ecológica y del Reto Demográfico ha avanzado en esta dirección anticipándose a la Directiva (UE) 2019/1024 relativa a los datos abiertos y la reutilización de la información del sector público. Así, en 2017, publicó la primera lista patrón de las especies silvestres presentes en España, consensuada por diferentes sociedades científicas y expertos. Esta lista, es uno de los componentes prioritarios del In-

ventario del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y se ha tomado como referencia para la elaboración del «Catálogo nacional para la protección de parientes silvestres de los cultivos (PSC) y plantas silvestres de uso alimentario (PSUA)». Además, ha desarrollado EIDOS —una base de datos que recopila y unifica la información sobre especies silvestres que ha sido generada en los últimos proyectos coordinados por este Ministerio— según el modelo de datos RDF (*Resource Description Framework*) y el estándar *Plinian Core*.

Por el lado de la utilización de los PSC, es fundamental que se comparta la información sobre las poblaciones conservadas *in situ* y que esta información esté estandarizada. Por ello, la FAO ha propuesto recientemente una lista de 24 descriptores (Alercia *et al.*, 2021). Estos descriptores son similares a los «descriptores de pasaporte para cultivos múltiples» que utilizan los bancos de germoplasma para documentar la procedencia de los materiales y al estándar *Darwin Core* (Endresen, 2017). El uso de identificadores de objetos digitales (los denominados DOI) para identificar PSC conservados *in situ* está bajo debate, si bien los centros del CGIAR y otros

bancos de germoplasma nacionales como el IPK *Genebank* ya están utilizando y vinculando los DOI a los acuerdos normalizados de transferencia de material.

En línea con estos avances, el ECPGR se ha fijado como meta para 2030 que EURISCO aplique de manera integral los principios FAIR (ECPGR, 2021). Esto es, que los datos (incluidos los de la nueva sección dedicada a los PSC conservados *in situ*) sean encontrables, accesibles, interoperables y reutilizables (Cuadro 1). Además, los puntos focales nacionales deberán estar capacitados para que los proveedores de datos locales también los adopten. La mayor disponibilidad de datos y la posibilidad de enriquecerlos fácilmente con información de otras fuentes facilitará, por un lado, el seguimiento de las poblaciones de PSC que se hayan considerado prioritarias y, por otro lado, la localización de nuevos recursos para los programas de mejora de plantas. De igual modo, otras comunidades relacionadas con la biodiversidad, la agroecología o ciencias de la vida podrán beneficiarse de la reutilización de los datos proporcionados por EURISCO.

Cuadro 1

Principios FAIR.

Los principios FAIR fueron publicados por Wilkinson *et al.* en 2016. FAIR es un acrónimo inglés que define los siguientes principios:

PRINCIPIOS FAIR	
F FINDABLE (Encontrable)	Los datos y metadatos se pueden localizar, después de ser publicados, mediante herramientas de búsqueda. Para ello, se debe asignar un identificador único y persistente a los datos (p. ej., un DOI) y describir de manera prolija los metadatos.
A ACCESSIBLE (Accesible)	Los datos y metadatos se pueden recuperar en formatos que son entendibles tanto por los humanos como por las máquinas.
I INTEROPERABLE (Interoperable)	Los datos se pueden integrar con otras aplicaciones. Para ello, hay que utilizar esquemas de datos consensuados (también denominados ontologías o vocabularios controlados).
R REUSABLE (Reutilizable)	Los datos y metadatos están bien descritos y se publican con una licencia clara sobre su uso y reutilización por parte de otros investigadores.

Bibliografía

- Alercia A, López F, Marsella M & Cerutti AL (2021) *Descriptores de parientes silvestres de cultivos conservados in situ (CWRI v.1)*. FAO, Roma.
- Bilz M, Kell SP, Maxted N & Lansdown RV (2011) *European red list of vascular plants*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- ECPGR (2021) *Plant genetic resources strategy for Europe*. European Cooperative
- Endresen D (2017) Information, knowledge and agricultural biodiversity. *En: D Hunter, L Guarino, C Spillane, PD McKeown (Eds.). Hunter Routledge handbook of agricultural biodiversity*. Routledge, Abingdon.
- Frankel OH & Bennett E (Eds.) (1970) *Genetic resources in plants – their exploration and conservation*. Blackwell, Oxford y Edinburgh.
- Kotni P, van Hintum T, Maggioni L, Oppermann M & Weise S (2022) EURISCO update 2023: the European Search Catalogue for Plant Genetic Resources, a pillar for documentation of genebank material, *Nucleic Acids Research*: gkac852.
- Maxted N, Avagyan A, Frese L, Iriondo JM, Magos Brehm J, Singer A & Kell SP (2015) *ECPGR Concept for in situ conservation of crop wild relatives in Europe*. Wild Species Conservation in Genetic Reserves Working Group, European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Roma.
- Molina A, Torres E, Rubio ML, Álvarez C, de la Rosa L, Rincón V, Tardío J, Guash L & Iriondo JM (2022) *Estrategia nacional de conservación y utilización de parientes silvestres de los cultivos (PSC) y plantas silvestres de uso alimentario (PSUA)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Morales R (2013). *Las plantas silvestres en España*. CSIC y Catarata, Madrid.
- Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017) *Directrices voluntarias para la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres de cultivos y plantas silvestres comestibles*. FAO, Roma.
- Wilkinson, M, Dumontier, M, Aalbersberg, I. *et al.*, (2016) The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* 3: 160018.

El papel de la Red Andaluza de Jardines Botánicos (RED) en la investigación sobre biodiversidad en Andalucía

DOI: 10.15366/cv2021.26.002

The role of the Andalusian Network of Botanic Gardens (RED) on biodiversity research in Andalusia

ALEJANDRA DE CASTRO¹, ZARA RICHES¹, MARÍA JESÚS ARIZA², JOSÉ CARLOS DEL VALLE¹, JOSÉ LUIS SILVA¹, LAURA PLAZA³, ANTONIO RIVAS³, CARMEN RODRÍGUEZ-HIRALDO³, JUAN LORITE⁴, MARCIAL ESCUDERO¹, JUAN VIRUEL⁵, MONTSERRAT ARISTA¹* y JUAN ARROYO¹*

1. Depto. de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla
2. Servicio General de Investigación de Herbario, Universidad de Sevilla
3. Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico, Junta de Andalucía.
4. Depto. de Botánica, Universidad de Granada
5. Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido

* Autores para la correspondencia: Montserrat Arista marista@us.es; Juan Arroyo arroyo@us.es

Resumen / Abstract

En Andalucía se realizan diversas actuaciones para la catalogación y conservación de la biodiversidad por parte del gobierno autonómico. Con respecto a las plantas, es notable la creación de una red de Jardines Botánicos asociados a espacios naturales protegidos. Estos jardines y áreas protegidas contienen una buena representación de la flora y de las especies amenazadas andaluzas, lo que supone un gran potencial para la investigación en biodiversidad. En este artículo se exploran las posibilidades que ofrecen estos jardines, dirigidas hacia la investigación y se muestran algunos resultados obtenidos. Estas investigaciones se dirigen por un lado hacia el pasado histórico que ha generado la actual diversidad evolutiva (filogenética) de la flora leñosa usando marcadores genéticos y genómicos. Por otro lado, la representación de flora amenazada en los jardines ha permitido conocer también su nivel de singularidad filogenética y compararla con su rareza basada en aspectos biogeográficos y ecológicos. Los Jardines Botánicos han proporcionado gran parte de las muestras de tejido vegetal para la extracción de ADN necesario para resolver las filogenias. Finalmente, se exponen posibilidades futuras de investigación para prevenir los efectos del cambio climático en los sistemas naturales de Andalucía, usando los jardines como estaciones de observación fenológica. La información sobre el pasado evolutivo es muy relevante para determinar su influencia en la respuesta de las plantas a los cambios que ya están aconteciendo.

The regional government of Andalusia has developed several actions to catalog and conserve biodiversity. Focusing on plants, a remarkable action is the setting of a network of botanic gardens linked to protected natural areas. These gardens and protected areas contain a good representation of the flora and of endangered plant species of Andalusia, which represent a great potential for biodiversity research. This paper explores possibilities offered by these gardens for this research and shows some results obtained. First, these investigations focus on the historical past which determined the current evolutionary (phylogenetic) diversity of the woody flora by using genetic and genomic markers. Second, the representation of threatened flora in the gardens has allowed us to know their phylogenetic distinctness and to compare it with their rarity based on biogeographical and ecological aspects. Botanic gardens have supplied most of the samples for DNA extraction to resolve these phylogenies. Finally, future research possibilities to know the effects of climate change on the natural systems of Andalusia are presented, using the gardens as phenological observation stations. The information on evolutionary past will be very relevant to ascertain its influence on the plant response to current and future climate changes.

Palabras clave / Keywords

áreas protegidas, biogeografía, especies amenazadas, rareza, singularidad filogenética.

protected areas, biogeography, threatened species, rarity, phylogenetic distinctness.

Los Jardines Botánicos de la RED en Andalucía: historia y futuro

La Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológicos en Espacios Naturales (en adelante RED) se creó en 2001 con el objetivo de promover en esos espacios naturales protegidos la conservación de la biodiversidad, la educación para la conservación y la difusión fitoturística. En el año 2001 la RED estaba constituida por siete colecciones vivas de flora autóctona repartidas por diversos espacios naturales protegidos de Andalucía (El Albardinal, Umbría la Virgen, El Castillejo, San Fernando, La Cortijuela, El Robledo y Torre del Vinagre). Con estas colecciones como punto de partida, el objetivo fue ampliar su ámbito de representación

para que abarcara también al Sector Biogeográfico en que se encontraban ubicados, así como dotarlos de las infraestructuras necesarias para abordar los programas de trabajo planteados y ampliar el número de colecciones hasta representar toda la flora de interés de Andalucía. En 2007 se incorporó el Jardín Botánico El Aljibe (Cádiz), en 2008 el Jardín Botánico Hoya de Pedraza (Granada), en 2009 Dunas del Odiel (Huelva) y en 2011 La Trufa (Córdoba). El último equipamiento que se ha incorporado a la RED es el Jardín Detunda-Cueva de Nerja (Málaga) en 2015. Por otra parte, en 2021 el Jardín Botánico La Cortijuela ha pasado a considerarse Sendero Botánico, siendo actualmente 11, los Jardines que componen la RED (Fig. 1).

Tabla 1. Relación de Jardines Botánicos de la Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológicos en Espacios Naturales (RED) protegidos que (1) cuentan con remanentes de vegetación natural y (2) han sido objeto de restauraciones o de recreaciones de la vegetación natural indicando el espacio natural protegido (ENP) en el que se encuentran y el sector biogeográfico (SB) que representan.

JARDÍN	MUNICIPIO	ENP	SB
Umbría de la Virgen ¹	María (Almería)	Parque Natural Sierra María-Los Vélez	Guadiciano-Bacense y Manchego
Dunas del Odiel ¹	Palos de la Frontera (Huelva)	Paraje Natural Lagunas de Palos y las Madres	Onubense y Algarviense
El Castillejo ¹	El Bosque (Cádiz)	Parque Natural Sierra de Grazalema	Rondeño
Hoya de Pedraza ¹	Monachil (Granada)	Espacio Natural Sierra Nevada	Nevadense y Alpujarreño-Gadoreense
El Albardinal ²	Rodalquilar - Níjar (Almería)	Parque Natural Cabo de Gata-Níjar	Almeriense
El Aljibe ²	Alcalá de los Gazules (Cádiz)	Parque Natural Los Alcornocales	Aljibico
San Fernando ²	San Fernando (Cádiz)	Parque Natural Bahía de Cádiz	Gaditano
Torre del Vinagre ²	Coto Ríos (Jaén)	Parque Natural de la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas	Subbético
El Robledo ²	Constantina (Sevilla)	Parque Natural Sierra Norte de Sevilla	Mariánico-Monchiquense
Detunda-Cueva de Nerja ²	Nerja (Málaga)	Parque Natural Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama	Malacitano-Almijareense
La Trufa ²	Zagrilla (Córdoba)	Parque Natural Sierras Subbéticas	Todos (Regional)

Los Jardines Botánicos de la RED y la singularidad de la flora andaluza

En la actualidad se está desarrollando un programa de investigación que aborda la determinación de la singularidad filogenética y genética de la flora andaluza desde el nivel florístico al poblacional, así como sus correlatos biológicos y evolutivos. Los objetivos principales de este estudio se centran en la flora vascular autóctona y la flora amenazada de Andalucía y la de ENP, así como en sus comunidades vegetales. Por sus propias características, los estudios de estas especies deben ser especialmente cautelosos en la obtención de muestras vegetales para no agravar su estado de amenaza mediante muestreos agresivos. Por ello, las colecciones vivas (sean plantas establecidas en suelo, con regeneración propia, o propágulos como semillas, plántulas, etc.) de los Jardines Botánicos están siendo fundamentales para el desarrollo de este proyecto, cuyos resultados cumplirán un objetivo inicial de investigación básica, pero con consecuencias aplicadas para la gestión en un futuro inmediato. Esas colecciones están perfectamente identificadas y su origen puede ser trazado, contando con los oportunos registros en las colecciones botánicas de referencia (herbarios oficiales).

La singularidad evolutiva de la flora leñosa de los Parques Nacionales andaluces

En proyectos anteriores se ha podido determinar la singularidad evolutiva (diversidad filogenética) de gran parte de la flora andaluza usando bases de datos públicas de secuencias de ADN para elaborar una filogenia de la flora andaluza y la del Rif, en Marruecos, ya que esta última pertenece al mismo punto caliente de biodiversidad vegetal. La resolución de las relaciones filogenéticas no pudo pasar del nivel de género (Molina-Venegas *et al.*, 2015) debido a la escasa representación de especies de la flora andaluza en las bases de datos entonces disponibles y al limitado número y tipo de marcadores moleculares usados. Por ello, el proyecto en curso está desarrollando muchos marcadores repartidos por todo el ge-

noma; ("Angiosperms353"; Baker *et al.*, 2021) con material vegetal obtenido directamente de las colecciones vivas de los Jardines Botánicos o en el medio natural, que permitirá cuantificar de forma robusta la diversidad genética y la singularidad filogenética de las especies. Ampliar el muestreo de especies y el número de marcadores para llegar al nivel genómico implica un gran esfuerzo económico y de trabajo. Los tres Parques Nacionales contienen en su flora leñosa 672 especies o subespecies (73,3% de la flora leñosa de Andalucía, a partir de datos de Cueto *et al.*, 2018). De estas especies, hasta ahora hemos secuenciado 291 (43,3%; datos inéditos propios). Esta muestra está tomada al azar y debe ser representativa de la flora leñosa de los Parques Nacionales y de Andalucía.

Mientras se consigue el objetivo a más largo plazo de secuenciar toda la flora andaluza, las especies leñosas representan un subconjunto importante de la flora vascular nativa de Andalucía (23,2% de especies y subespecies; Cueto *et al.*, 2018), con gran importancia en el paisaje y las comunidades vegetales donde habitan. Son la elección preferida para análisis filoflorísticos (filogenias de conjuntos florísticos, desde comunidades a floras completas) iniciales. Estas especies muestran características funcionales definidas y en nuestra flora representan un elevado nivel de diversidad a todas las escalas (taxonómica, ecológica, biogeográfica, evolutiva; Herrera, 1992; Verdú & Pausas, 2007).

Son asimismo de interés las especies endémicas, sobre todo porque son clave para determinar que una región sea considerada como "punto caliente" de biodiversidad. La flora vascular nativa de Andalucía contiene un 11,7% de taxones endémicos, idéntico al porcentaje de endemismos en nuestra muestra de plantas leñosas de Parques Nacionales y similar al de la flora leñosa completa de los tres Parques Nacionales (13,9%, con los criterios de Cueto *et al.*, 2018). Por ello una filogenia genómica basada en esta muestra de taxones leñosos de Parques Nacionales de Andalucía (Fig. 2) puede pro-

porcionar una idea realista de ciertos patrones evolutivos. Podemos destacar que en ella están representados buena parte de los grupos principales (órdenes) de angiospermas, por lo que dicha flora representa bien la historia evolutiva profunda de los principales linajes de las plantas con flores y frutos de la Tierra. En dicha filogenia también puede observarse que las especies endémicas (en naranja) están repartidas azarosamente en los diferentes clados, es decir, no presentan en esta muestra florística señal filogenética pues no están muy relacionadas filogenéticamente sino que tienden a estar en linajes diferentes (ver Cuadro 1 en página 13).

En el árbol filogenético obtenido (Fig. 2) se puede observar que las especies endémicas aparecen tanto al final de ramas cortas como largas. No parece haber un filtro geográfico, ambiental o temporal para las especies endémicas en esas zonas. La sobredispersión filogenética del endemismo (distribución preferente en clados alejados en la filogenia; Cuadro 1) puede ser particular de zonas de cierto nivel de riqueza florística y de conservación como son los Parques Nacionales, lo que sólo quedará de manifiesto cuando esté disponible un análisis filoflorístico completo al nivel regional. En la actualidad se está comprobando qué nivel de diversidad, en

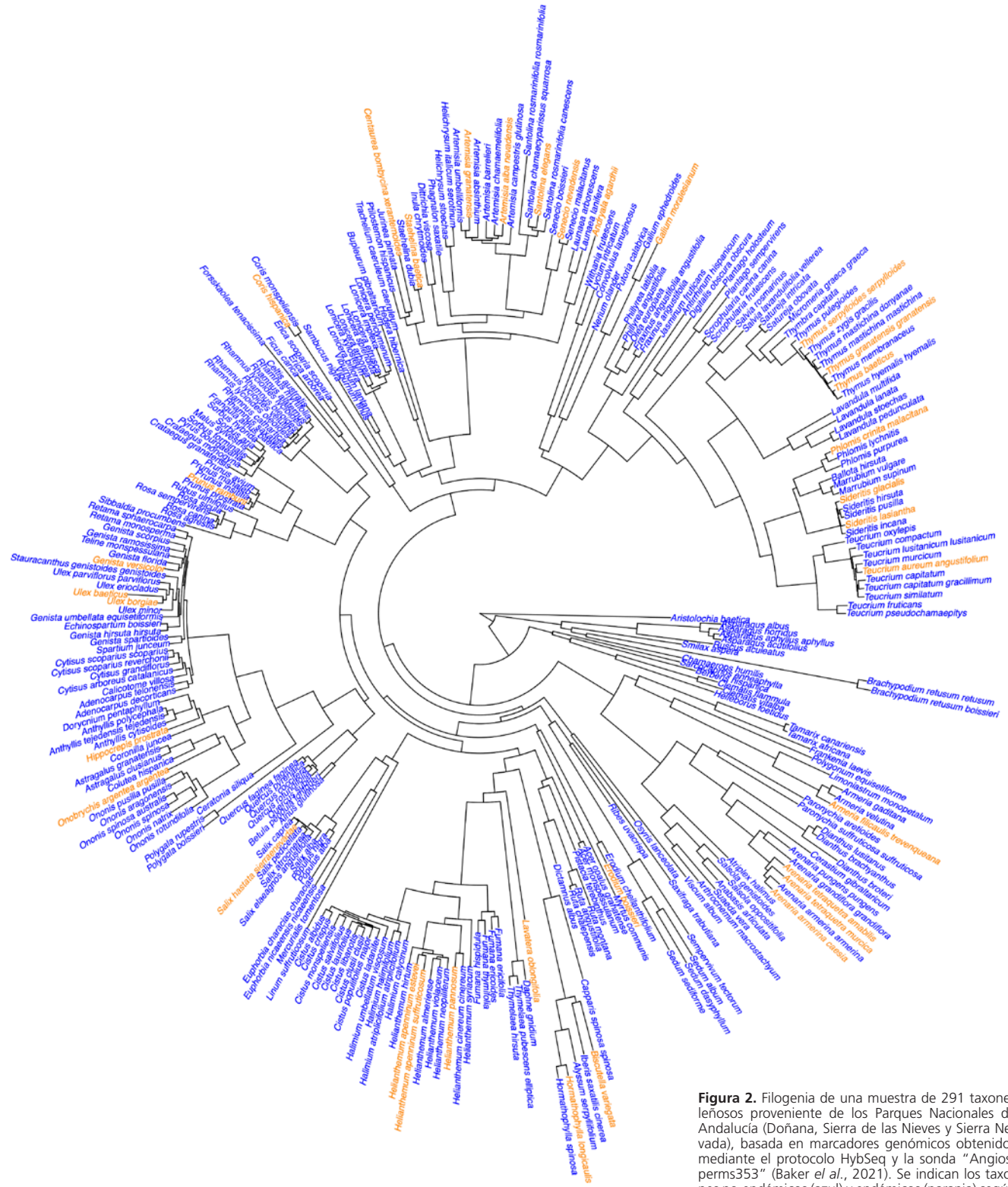


Figura 2. Filogenia de una muestra de 291 taxones leñosos proveniente de los Parques Nacionales de Andalucía (Doñana, Sierra de las Nieves y Sierra Nevada), basada en marcadores genómicos obtenidos mediante el protocolo HybSeq y la sonda “Angiosperms353” (Baker *et al.*, 2021). Se indican los taxones no-endémicos (azul) y endémicos (naranja) según Cueto *et al.*, (2018).

distintos componentes históricos y biogeográficos, está representado dentro de cada Parque Nacional en relación con la flora vascular andaluza completa.

La singularidad filogenética y la rareza de la flora amenazada de Andalucía

La rareza biológica es un concepto que ha atraído a los naturalistas y al público interesado en los valores naturales desde antiguo. Desde el Renacimiento, fue uno de los motivos por el que las clases sociales económica y culturalmente poderosas organizaron viajes exploratorios para incrementar las colecciones de historia natural. Más recientemente, el concepto de rareza ha generado debate, tanto desde el punto de vista de su origen y mantenimiento, como el de representar un valor añadido a la biodiversidad, en especial para la conservación (Rabinowitz, 1981). Si una especie rara se extingue, lo cual es más probable que en una especie común, se pierde una historia ecológica y evolutiva irre recuperable. Rabinowitz (1981) definió siete combinaciones posibles de rareza según características biogeográficas y ecológicas binarias de las especies: (1) amplitud de la distribución geográfica, (2) tamaño y densidad poblacional y (3) especificidad del hábitat, en función de las cuales una especie puede ser rara en uno o más aspectos. Esta propuesta se puede aplicar a cualquier conjunto de especies, desde floras completas a comunidades locales o a listas de especial interés. Desde esa propuesta se han ido considerando cada vez más los aspectos históricos y evolutivos en la rareza de las especies (Miranda Cebrián *et al.*, 2022). Esto obedece a una doble razón. Primero, porque cualquier rasgo ecológico o funcional de una especie suele tener un componente histórico (filogenético) en diversa medida y, segundo, porque una especie singular filogenéticamente, es decir, con pocos parientes próximos vivos, representa una larga línea evolutiva cuya pérdida es aún más irrecuperable, como brillantemente expuso May (1990), uno de los principales ecólogos del s. XX.

Las especies amenazadas son raras por uno o más de los componentes definidos por Rabinowitz (1981). El catálogo de especies amenazadas de Andalucía (Decreto 23/2012 de la Junta de Andalucía) incluye 272 especies vasculares y 28 subespecies, que vienen siendo objeto de diversos estudios y seguimientos y en algunos casos han sido sujetos de planes de recuperación. Ello ha proporcionado una buena cantidad de datos que permiten hacernos una idea de cuán singulares son estas especies desde un punto de vista ecológico o de su distribución. Esto ya se ha hecho para especies amenazadas en otras regiones (Médail & Verlaque, 1997). Hoy ya es posible determinar el grado de singularidad evolutiva o filogenética de estas especies, para ser incluido como un componente más de rareza (Miranda Cebrián *et al.*, 2022). Además esto permite conocer la señal filogenética de la rareza ecológica.

A partir de la información disponible en los planes de seguimiento y de recuperación de las especies amenazadas

realizados por los Jardines Botánicos de la RED y de información contenida en publicaciones, pudo determinarse el nivel de rareza de cada una de las especies amenazadas y asignarle alguna de las categorías de Rabinowitz (1981) y sus frecuencias (Riches, 2021; Tabla 2). En general puede decirse que entre las especies amenazadas la mayoría muestran alguna situación de rareza, ya que sólo el 5,5% presentan la combinación de no-rareza para los tres componentes de Rabinowitz. La rareza es debida sobre todo al tamaño poblacional pequeño (73,0% de las especies) y a la distribución geográfica restringida (60,7%). Ambos factores son muy importantes al declarar una especie como amenazada, como es esperable. De menor importancia relativa es la especificidad del hábitat (49,3%), aunque también es cierto que la determinación de este factor es más compleja.

Para determinar el nivel de singularidad, diferenciación o rareza evolutiva de las especies se ha resuelto la filogenia de las especies vasculares de Andalucía a partir de secuencias de ADN disponibles en repositorios (Cuadro 1). A partir del árbol filogenético obtenido se han marcado las especies amenazadas, para poder estimar su diferenciación evolutiva (*D*, *evolutionary distinctiveness*; Fritz & Purvis, 2010) cuyo valor promediado y asociado a las clases de Rabinowitz aparece en la Tabla 2. Es interesante resaltar que los taxones considerados como amenazados no tienen señal filogenética, es decir, están repartidos por todos los grandes clados del árbol filogenético de la flora andaluza (Cuadro 1). Por ejemplo, es interesante resaltar que las especies de distribución amplia tienden a tener valores elevados de *D* (promedio de 34,4), en comparación con las restringidas (promedio de 9,1; Tabla 2). Es decir, aquellas especies más antiguas y singulares evolutivamente, en parte lo son porque han tenido mucho más tiempo para expandir su distribución o al menos quedan remanentes relictos en amplios rangos geográficos.

Tabla 2. Componentes de rareza de Rabinowitz (1981) en la flora vascular amenazada de Andalucía. Se incluye el número de taxones de cada categoría y el porcentaje que representa del total de taxones amenazados. Para cada categoría se incluye también en negrita el promedio de la diferenciación evolutiva (*D* de Fritz & Purvis, 2010), que consiste en la cantidad de tiempo en millones de años que una especie ha evolucionado de manera independiente de su especie hermana o clado hermano.

<i>Distribución geográfica</i>	Amplia		Estrecha	
	Amplia	Estrecha	Amplia	Estrecha
<i>Especificidad del Hábitat</i>				
<i>Tamaño Poblacional Grande</i>	16 (5,5%) 29,68	10 (3,7%) 33,00	19 (7,0%) 13,21	28 (10,4%) 6,40
<i>Tamaño Poblacional Pequeño</i>	42 (15,6%) 24,68	38 (14,1%) 50,10	60 (22,2%) 6,95	57 (21,1%) 9,76

Usos futuros de los Jardines Botánicos de la RED en un escenario de cambio global

Los resultados anteriores muestran hasta qué punto las colecciones de plantas de los Jardines Botánicos pueden servir para resolver cuestiones retrospectivas. Sin embargo, también son muy útiles prospectivamente, especialmente para estudiar cómo pueden responder las plantas a los cambios presentes y futuros. Así, los Jardines Botánicos de la RED se deben considerar como una infraestructura científica. Un uso especialmente prometedor es el de las plantas como monitores de cambio climático a través de su fenología, es decir, de los procesos biológicos estacionales. Los cambios fenológicos se han registrado durante siglos en las plantas cultiva-

das (Chuine *et al.*, 2004), ya que esta información permite tomar decisiones agronómicas y forestales. Estas series de datos tienen actualmente un gran valor ya que en algunas ocasiones son de época preindustrial, previa a la emisión desbocada de gases de efecto invernadero, por lo que permiten detectar patrones temporales relacionados con el cambio climático actual (Gordo & Sanz, 2009). Sin embargo, los datos procedentes de especies cultivadas no son extrapolables a las especies silvestres. Aunque ya existen algunas redes de seguimiento ecológico en áreas naturales que incluyen información fenológica (Schwartz & Reiter, 2000), este campo de investigación aún necesita mucho desarrollo. Las colecciones de plantas vivas de la RED, especialmente las perennes de larga vida, pueden servir para monitoreo a largo plazo.

Por otro lado, en aquellos Jardines Botánicos donde hay remanentes de vegetación natural es posible escalar los resultados al nivel de comunidad. Sabemos que distintas especies responden de forma diferente al cambio climático (Gordo & Sanz, 2009). Si las especies que interactúan en una comunidad cambian su fenología a ritmos diferentes, se puede producir un desacople entre ellas que afecte a su supervivencia (Renner & Zohner, 2018). En interacciones mutualistas como la polinización o la dispersión, ello puede tener consecuencias graves para la supervivencia de ambas partes de la interacción. El conocimiento de estas disrupciones es fundamental para prevenir la pérdida de biodiversidad, ya que las interacciones entre las especies forman parte indisoluble de la misma (Valiente-Banuet *et al.*, 2015).

Es relativamente fácil diseñar protocolos de seguimiento de estados fenológicos (fenofases) de las plantas, y de presencia y abundancia relativa de los animales con los que interactúan en los Jardines Botánicos, por ejemplo, insectos polinizadores, herbívoros y aves dispersoras. Al mismo tiempo, sería deseable contar con estaciones meteorológicas automatizadas en todos los jardines y también con una red de cámaras de secuen-

cias de imágenes ("time-lapse"), convenientemente situadas y equipadas ("fenocámaras"), para un seguimiento más automatizado, al menos para algunas fenofases, ya que su implementación cuenta con una sólida base técnica, incluso al nivel global (Brown *et al.*, 2016). Una red regional, en una zona de transición climática como Andalucía, más sensible a los efectos del cambio climático, sería especialmente bienvenida a escala global. Con la información filogenética y filogenómica disponible o en proceso de obtención, será posible determinar el papel de la historia en el comportamiento fenológico de las especies y prever qué grupos de plantas pueden ser más sensibles. Finalmente, dado que el elemento humano en un programa de este tipo es clave, es preciso mencionar que con la elevada implicación del personal técnico de los Jardines Botánicos se puede garantizar la necesaria continuidad de un proyecto de este tipo. Tanto los proyectos de singularidad filogenética y filogenómica de la flora, como este de respuesta fenológica al cambio climático, sirven para ilustrar la necesidad de contar con la historia evolutiva de la biota para explicar en parte su respuesta a las condiciones ambientales.

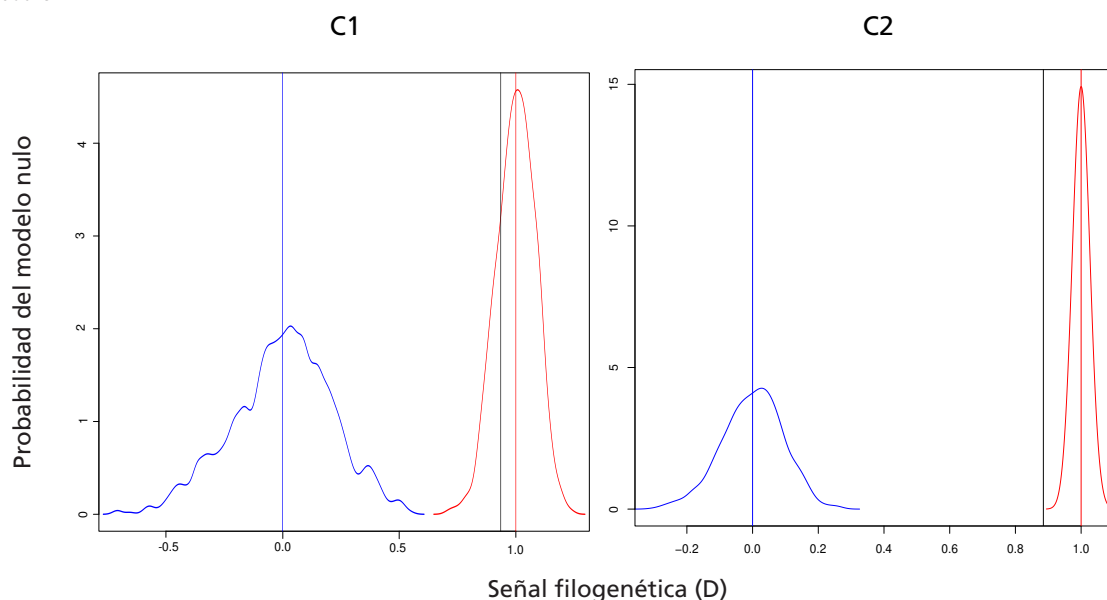
Agradecimientos

Agradecemos la financiación otorgada por los proyectos EVOFLORAND (FEDER US-1265280) de la Universidad de Sevilla y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), BIOVEGAN (P18-RT-3651 2020) del PAIDI-H2020, LifeWatch-ERIC (LifeWatch-2019-10-UGR-01_WP-1) y SUMHAL, (LifWatch-2019-09-CSIC-13,) del MICINN a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional POPE 2014-2020, así como las facilidades prestadas por los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Sevilla, especialmente el Servicio de Herbario (SGIH) y de la Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológicos en Espacios Naturales (RED) de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

Bibliografía

- Alonso C, Garrido JL, & CM Herrera (2004) *Investigaciones sobre plantas y animales en las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas. 25 años de estudios por el CSIC*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Baker WJ, Dodsworth S, Forest F, Graham SW, Johnson MG, McDonnell A, Pokorny L, Tate JA, *et al.*, (2021) Exploring Angiosperms353: an open, community toolkit for collaborative phylogenomic research on flowering plants. *American Journal of Botany* 108: 1059-1065.
- Brown TB, Hultine KR, Steltzer H, Denny EG, Denslow MW, Granados J, ... & AD Richardson (2016) Using phenocams to monitor our changing Earth: toward a global phenocam network. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14: 84-93.
- Chuine I, Yiou P, Viovy N, Seguin B, Daux V & ELR Ladurie (2004) Historical phenology: grape ripening as a past climate indicator. *Nature* 432: 289-290.
- Cueto M, Melendo M, Giménez E, Fuentes J, López-Carrique E & G Blanca (2018). First updated checklist of the vascular flora of Andalucía (S of Spain), one of the main biodiversity centres in the Mediterranean Basin. *Phytotaxa* 339: 1-95.
- Fritz SA & A Purvis (2010) Selectivity in mammalian extinction risk and threat types: A new measure of phylogenetic signal strength in binary traits. *Conservation Biology* 24: 1042-51.
- Fuentes J, Sánchez R, Segura JM, Cueto M, Ramírez J & L Gutiérrez (2020) Novedades corológicas destacables para la flora vascular de Andalucía, (sur de España) IV. *Anales de Biología* 42: 63-73.
- Gordo O & JJ Sanz (2009) Long term temporal changes of plant phenology in the Western Mediterranean. *Global Change Biology* 15: 1930-1948.
- Herrera CM (1992) Historical effects and sorting processes as explanations for contemporary ecological patterns: character syndromes in Mediterranean woody plants. *The American Naturalist* 140: 421-446.
- Herrera CM (2016) Cincuenta años de investigación ecológica por y en la Estación Biológica de Doñana: una exploración bibliométrica. in M. Ferrer (Ed.), *Doñana. 50 años de investigaciones científicas*, pp. 61-77. Colección Anejos Arbor, CSIC, Madrid.
- Herrera CM, Araque E & JD Sánchez (1992) *Bibliografía sobre historia natural y geoeconómica del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas*. Agencia de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Jaén. 83 pp.
- Jin Y & H Qian (2019) V. PhyloMaker: an R package that can generate very large phylogenies for vascular plants. *Ecography* 42: 1353-1359.
- May RM (1990) Taxonomy as destiny. *Nature* 347: 129-130.
- Médail F & R Verlaque (1997) Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 80: 269-281.
- Miranda Cebrián H, Font X, Roquet C, Pizarro Gavilán M & MB García (2022) Assessing the vulnerability of habitats through plant rarity patterns in the Pyrenean range. *Conservation Science and Practice* 4: e12649.
- Molina-Venegas R, Aparicio A, Lavergne S & J Arroyo (2015). The building of a biodiversity hotspot across a land-bridge in the Mediterranean. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282: 20151116.
- Moreno-Llorca R & R Zamora (2022) Scientific Knowledge Generated in Sierra Nevada: Bibliographic Review (1970–2021). En: R. Zamora & M. Oliva (Eds.) *The Landscape of the Sierra Nevada*. Springer Nature Switzerland AG.
- Plaza Arregui L & C Rodríguez Hiraldo (2009). La recuperación de *Linaria lamarkii*. *Conservación Vegetal* 13: 16-17.
- Rabinowitz D (1981) Seven forms of rarity. En: H. Synge (Ed.) *Biological aspects of rare plant conservation*. Wiley & Sons, Chichester.
- Renner SS & CM Zohner (2018). Climate change and phenological mismatch in trophic interactions among plants, insects, and vertebrates. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 49: 165-182.
- Riches, Z (2021). *Rarity and Phylogenetic Diversity of Protected Andalusian Vascular Flora*. TFM, Universidad de Sevilla.
- Schwartz MD & BE Reiter (2000) Changes in North American spring. *International Journal of Climatology* 20: 929-932.
- Valiente-Banuet A, Aizen MA, Alcántara JM, Arroyo J, Cocucci A, Galetti M, ... & R Zamora (2015) Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology* 29: 299-307.
- Verdú M & JG Pausas (2007) Fire drives phylogenetic clustering in Mediterranean Basin woody plant communities. *Journal of Ecology* 95: 1316-1323.

Cuadro 1



¿Cómo determinar la diferenciación evolutiva de un taxón y la señal filogenética?

La diferenciación evolutiva de un taxón o de un conjunto de ellos necesita de una filogenia de referencia en la que estos taxones estén incluidos. Con esta filogenia podemos calcular el índice de diferenciación o singularidad evolutiva de cada taxón (parámetro D de Fritz & Purvis, 2010). Un grupo de taxones en estudio puede promediarse y la distribución de sus valores de D compararse estadísticamente con un modelo nulo dado. Los modelos nulos de interés son los que suponen una señal filogenética completa, es decir, que todos los taxones que pertenezcan a un mismo clado compartan las mismas características o, en el extremo opuesto, un modelo sin señal filogenética alguna, en el que los taxones de estudio que comparten las mismas características estén repartidos en clados muy divergentes de la filogenia. Los valores estimados de D para el conjunto de taxones de estudio estarán más cerca o más lejos de cada uno de estos dos extremos y así se podrá determinar la señal filogenética de los taxones elegidos.

En nuestro estudio las filogenias de referencia son la obtenida mediante secuenciación genómica para la flora leñosa de los Parques Nacionales andaluces (Fig. 2), y la obtenida para toda la flora andaluza basada en secuencias de ADN disponibles en repositorios, mediante el paquete de R V.PhyloMaker (Jin & Qian, 2019) a partir de una macrofilogenia implementada en dicho paquete (ca. 80.000 especies y con clados de géneros y familias anotados) que incluye todos los géneros y prácticamente todas las especies vasculares presentes en Andalucía, aunque muchas de ellas obtenidas a partir de muestras recolectadas en otras áreas. Esta segunda filogenia es la que se ha usado para calcular la diferenciación evolutiva de la flora amenazada (Riches, 2021). En el caso de la flora leñosa se comprueba (c1) que los taxones endémicos no presentan señal filogenética significativa con respecto a toda la flora leñosa secuenciada (muestra de 291 especies y subespecies de la flora leñosa de los tres Parques Nacionales andaluces), ya que el valor observado (línea negra) es muy cercano a 1 ($D = 0,93$, señal filogenética al azar; no se puede rechazar que este valor estimado sea estadísticamente diferente de 1) y queda dentro de la curva de distribución de probabilidad del modelo de señal filogenética nula (curva roja). Sin embargo, sí se puede afirmar que es estadísticamente diferente de 0 (señal filogenética máxima).

En el caso de la flora amenazada, se puede comprobar que esta no presenta tampoco una señal filogenética clara con respecto a la flora vascular completa andaluza (c2), ya que el valor de D observado (línea negra) queda fuera de las curvas de distribución de los modelos de señal filogenética total (curva azul) y nula (curva roja). Es decir, esta es una muestra más o menos azarosa dentro de la filogenia de la flora completa andaluza.

COORDINACIÓN DEL BIOMARATÓN 2023

¿Crees que la diversidad vegetal queda en un segundo plano a pesar de ser indispensable para nuestra supervivencia? ¿Quieres fomentar la divulgación y crear afición por la botánica?



A raíz de nuestra preocupación por la desconexión entre la ciudadanía y el mundo vegetal, surgió la idea de organizar un Biomaratón de Flora: una "gran fiesta de la botánica" en la que ciudadanos de todo el país pudieran salir al campo durante un fin de semana y fotografiar plantas, o simplemente disfrutar de la naturaleza mientras aprendían sobre nuestra biodiversidad vegetal. El éxito de participación y el entusiasmo generado por la experiencia hizo que el Biomaratón se convirtiera en uno de los mayores eventos de participación ciudadana organizados en España. Y todo este éxito se debió en buena parte a la red de coordinadores y colaboradores que participaron de forma totalmente altruista movidos por su curiosidad por las plantas y su interés por la naturaleza. ¡En un solo fin de

semana se registraron aproximadamente el 25% de las especies documentadas en España! Dichas observaciones han sido revisadas posteriormente por cientos de personas para filtrar la calidad de los datos. En el año 2023 la actividad se llevará a cabo del 18 al 21 de mayo. ¿Te apetece contribuir a esta iniciativa y ser coordinador del Biomaratón 2023? Los coordinadores se encargan de difusión en redes, coordinación de reuniones, nuevas ideas, o propuestas de charlas, excursiones, talleres y actividades, siempre con la intención de fomentar la interacción entre botánicos y ciudadanos. Si de verdad te interesa ir un poco más allá en la lucha por visibilizar la importancia de las plantas, escribe a gtse.sebot@gmail.com o a [@Biomaraton](https://twitter.com/Biomaraton) en Twitter para sumarte a la red.

**¡No te lo pienses más! ¡Tus aportaciones son bienvenidas!
Todos sumamos**

Las colecciones de plantas vivas en el Jardín Botánico de Castilla-La Mancha: compromiso con la conservación de la flora amenazada regional

The living plant collections in the Botanic Garden of Castilla-La Mancha: a commitment to preserve regional endangered flora

■ ALEJANDRO SANTIAGO¹, JOSÉ MARÍA HERRANZ², GUILLERMO GARCÍA-SAÚCO³ y PABLO FERRANDIS⁴

1. Conservador, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Avenida de La Mancha, s/n. 02004 Albacete. conservador@jardinbotanico-clm.com
2. Director Científico, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Catedrático de Producción Vegetal. Escuela T. S. de Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Castilla-La Mancha. jose.herranz@uclm.es
3. Divulgador, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. divulgacion@jardinbotanico-clm.com
4. Director, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha Catedrático de Producción Vegetal, ETS Ingenieros Agrónomos y de Montes Universidad de Castilla-La Mancha. pablo.ferrandis@uclm.es

Resumen / Abstract

El Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, de concepción moderna, es un valioso entorno dedicado a la investigación, conservación y divulgación de la flora mediterránea continental ibérica. En este espacio verde de 7 hectáreas, se encuentran más de 28000 plantas de más de 2100 taxones vegetales, muchos de ellos amenazados, en más de 40 recreaciones de hábitats castellano-manchegos protegidos por normativa europea y regional, así como una veintena de secciones de plantas con interés agrícola, ornamental, medicina. La gestión fitosanitaria se rige exclusivamente por un manejo integrado ecológico desde el año 2020, lo que le ha valido la certificación de excelencia en manejo ecológico. El compromiso de conservación de plantas silvestres se extiende a más de 800 taxones de flora, de los cuales se estudian su ecología germinativa y cultivo *ex situ*.

The Botanic Garden of Castilla-La Mancha is a valuable modern space dedicated to the research, conservation and scientific communication of the continental Mediterranean Iberian flora. In this 7 ha environment, more than 28000 plants of 2100 taxa can be found, many of them endangered, in about 40 recreations of habitats of Castilla-La Mancha, protected by regional and European laws. In addition, around 20 more collections of ornamental, agricultural and medicinal plants also grow here. The phytosanitary management is environmentally friendly, which has allowed the Garden to achieve excellence in eco-friendly measures since 2020. The Botanic Garden's commitment to preserve wild plants encompasses more than 800 taxa, of which their germination ecology and ex situ cultivation is studied.

Palabras clave / Keywords

Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, Colecciones de flora autóctona, Plantas amenazadas

Botanic Garden of Castilla-La Mancha, Native plant collections, Threatened plants

Introducción

El Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (JBCLM) fue fundado en la ciudad de Albacete en 2010. Se ubica al suroeste del entorno urbano, en la "Hoya de San Ginés", y actualmente está patrocinado por el Ayuntamiento de Albacete, la Diputación Provincial de Albacete y la Universidad de Castilla-La Mancha.

Los jardines botánicos han estado tradicionalmente ligados a la expansión colonial de los países y a la exhibición de la flora descubierta en las grandes exploraciones (Herranz, 2017). No obstante, tras siglos de desarrollo, estas colecciones vivas de plantas se han transformado en instituciones líderes en el estudio y conservación de la biodiversidad vegetal (Borsch & Löhne, 2014). Las principales funciones del JBCLM son las de investigar, conservar y gestionar *ex situ* la biodiversidad vegetal castellano-manchega, así como la de dar a conocer la importancia de su flora territorial y su labor de conservación a los visitantes.

Aunque el catálogo de taxones vegetales *sensu lato* de Castilla-La Mancha dista mucho de ser completo, los listados de plantas vasculares elaborados hasta el momento sí poseen cierta precisión. De estos y de las extrapolaciones posibles con la riqueza en taxones de otras regiones mediterráneas, en los que el número de especies crece logarítmicamente con la superficie, se podría estimar que la flora de Castilla-La Mancha bien pudiera alcanzar la cifra de 3500 a 4000 taxones (Hernández-Bermejo *et al.*, 2011).

Por otra parte, además de ser rica en número de taxones, en Castilla-La Mancha las plantas endémicas y amenazadas son especialmente abundantes: en su territorio se pueden encontrar hasta 350 taxones vegetales endémicos de la Península Ibérica y casi un centenar incluidos en la Lista Roja de la Flora Vasculosa Española (LRFVE), de los que más de una treintena se encuentran en las máximas categorías de amenaza: "Peligro Crítico" y "En Peligro" (Bañares *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2019). Además, como sucede en otras regio-

nes españolas, en Castilla-La Mancha existe un Catálogo Regional de Especies Amenazadas, con 434 taxones de flora silvestre, de los que, siguiendo a grandes rasgos los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 14 se catalogaron “En Peligro de Extinción”, 139 como “Vulnerables” y 283 “De Interés Especial”. Por esta riqueza y vocación conservacionista propia de los jardines botánicos ya comentada, en las recreaciones florísticas del JBCLM se prioriza la vegetación del clima mediterráneo continentalizado, y especialmente la flora autóctona de Castilla-La Mancha.

En este trabajo se exponen los criterios y las fases que el JBCLM definió para la inclusión de taxones amenazados en sus colecciones vivas.

Selección de taxones: fase de diseño

En una primera fase se estableció un orden jerárquico de selección de los taxones “objetivos” que debían estar representados en las colecciones del jardín. Con el fin de establecer un plan de conservación de flora a nivel castellano-manchego, se establecieron las prioridades recomendadas por Hernández-Bermejo (2011). Primero, se incluyeron los taxones de Castilla-La Mancha incluidos en la LRFVE actualizada (Moreno *et al.*, 2019); después los del CREA de Castilla-La Mancha (DOCM, 2001) y, finalmente, los incluidos en la Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales de 2006.

En una segunda fase del diseño, los elementos de flora amenazada se situaron junto con los taxones que los acompañarían en las recreaciones de los hábitats regionales. Esto se hizo de acuerdo con el espíritu de conservación de hábitats, no solo de especies aisladas, con el que se aprueba la Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza en Castilla-La Mancha, que crea el Catálogo de Hábitats y Elementos Geomorfológicos de Protección Especial, y que, a su vez, traspone y amplía la Directiva Europea 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres.

Por este motivo, del grupo inicial de taxones objetivo, se seleccionaron finalmente aquellos que podían ser representados junto con su hábitat. No obstante, resultaron de interés tanto aquellos hábitats que contenían taxones descritos como objetivo, como aquellos que se encuentran recogidos en el Anejo I de la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza y en el Decreto 199/2001 de Castilla-La Mancha, por el que se amplía el Catálogo de Hábitats de Protección Especial de Castilla-La Mancha.

Finalmente, de la totalidad de los taxones y los hábitats protegidos o de interés en Castilla-La Mancha incluidos en la fase de diseño, la selección tuvo que reajustarse a aquellos cuyas condiciones de cultivo fueran técnica o económicamente viables, teniendo en cuenta las restrictivas condiciones edafoclimáticas de Albacete.

Métodos y condicionantes técnicos: fase de implantación

La tarea de representación de las especies silvestres endémicas y/o amenazadas, tanto en la fase de diseño ya citada como en la de implantación de las colecciones del jardín, se abordó desde un punto de vista holístico. Es decir, se intentó recrear de la manera más cuidadosa posible algunas de las comunidades vegetales y paisajes naturales de la región castellano-manchega, en los que se encuentran las especies

de flora protegida junto con otras no amenazadas con las que forman el conjunto del hábitat. Para ello se seleccionaron tanto las especies más representativas de cada uno de los hábitats, como los elementos florísticos de mayor interés por su rareza o grado de amenaza recogidos en la LRFVE, el CREA y la ERGE, teniendo en cuenta, además, las condiciones climáticas de Albacete.

Aunque para el elenco de especies de uso más habitual en regeneración forestal se acudió en algunos casos a viveros especializados, en el caso de las especies endémicas o amenazadas que nos ocupan, esto no fue posible por razones obvias. Por lo tanto, se procedió al estudio de la ecología germinativa de las especies objeto de representación, para lo que en algunos casos fue necesario invertir varios años, sobre todo en aquellas con latencias complejas, como las morfofisiológicas (p.e., Herranz *et al.*, 2010, Santiago *et al.*, 2013, 2019). En esta tarea juega un papel fundamental el Banco de Germoplasma del JBCLM, del que se obtienen las semillas para la producción de la planta usada en las recreaciones y que actualmente dispone de 1162 accesiones conservadas, pertenecientes a 604 taxones de 70 familias diferentes de distribución castellana-manchega (Herranz *et al.*, 2021).

Una vez superado el paso de la germinación, se procedió a analizar las diferentes condiciones de sustrato necesarias para obtener un crecimiento adecuado de la planta. Se estudiaron también las variables generales edafoclimáticas que determinan la capacidad de cada taxón de interés para prosperar en su área de distribución. Dichas variables, junto con los datos obtenidos del ensayo de sustratos, fueron fundamentales para poder establecer las condiciones de cultivo en el JBCLM de forma individualizada y específica para cada taxón.

Posteriormente y una vez implantados los ejemplares en el JBCLM, se procedió a recrear sus condiciones ecológicas de la forma más respetuosa posible con los condicionantes detectados en su hábitat para la supervivencia y buen estado de vigor de la planta a representar. Cuestión que no resulta menor, puesto que se trata de taxones cuyo cultivo



Figura 1. Algunas recreaciones de hábitats protegidos de Castilla-La Mancha incluidas en el JBCLM: estepas yesosas con *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus* (Tolledo), tarayales, lagunas de Ruidera (Albacete y Ciudad Real), rocalla caliza, bosques caducifolios mixtos del Alto Tajo y sabinares de parameras (Guadalajara y Cuenca).

ex situ se desconocía en la mayoría de los casos, y que se complica, además, con los estándares particularmente restrictivos que impone el manejo ecológico de las colecciones, auditado por terceros, al que nos sometemos voluntariamente y que ha valido recientemente la certificación oficial de Excelencia Ecológica al JBCLM. Siguiendo estos criterios y condicionantes, se han representado en el jardín 44 hábitats castellano-manchegos, utilizando para ello 869 taxones silvestres.

Taxones representados

De los 44 hábitats regionales representados en las colecciones vivas del JBCLM, el 47% figura en el Catálogo de Hábitats de Protección Especial de Castilla-La Mancha, descritos pormenorizadamente en (Martín *et al.*, 2003; Fig. 1): arbustadas termomediterráneas hellinenses, comunidades gipsófilas, comunidades halófilas terrestres o acuáticas, comunidades rupícolas no nitrófilas, galerías fluviales arbóreas o arbustivas, sabinars albares, sabinars rastreros oromediterráneos, enebrales arborescentes, matorrales pulvulares espinosos de carácter permanente, bosques relictos de tipos eurosiberianos, comunidades ribereñas y palustres de grandes cárcices amacollados, dehesas, bosques y arbustadas lusoextremadurenses de óptimo termomediterráneo, garrigas calcícolas y termófilas levantinas, maquias silicícolas, arbustadas caducifolias espinosas submediterráneas, matorrales salubícolas y comunidades anfias de humedales estacionales oligo-mesotróficos.

Todos estos hábitats han sido descritos pormenorizadamente en el libro “La Vegetación Protegida de Castilla-La Mancha” (Martín *et al.*, 2003). Actualmente estamos trabajando para incorporar una representación de comunidades sumergidas de grandes charáceas y vegetación flotante de nenúfares.

En el proceso de representación de los citados hábitats, fueron incluidos en las colecciones del JBCLM un total de 869 taxones silvestres (Fig. 2). De estos, 81 eran endemismos ibéricos, 98 endemismos mediterráneos y 39 endemismos ibero-norteafricanos. Asimismo, un total de 116 taxones se encontraban bajo alguna de las figuras de protección establecidas como prioritarias para el JBCLM, incluidas en LRFVE, CREA y ERGF.

Dado que el CREA constituye la principal herramienta legislativa para la conservación de flora amenazada en Castilla-La Mancha, para continuar con el análisis nos referiremos a la situación de las colecciones del JBCLM respecto este catálogo, teniendo en cuenta los dos decretos que lo regulan (DOCM 33/1998 y 200/2001).

De los taxones incluidos en la categoría “en peligro de extinción” (EPE), en el JBCLM se han representado el 43%, que son: *Delphinium fissum* subsp. *sordidum* (Cuatrec.) Amich & al., *Vella pseudocytisus* L. subsp. *pseudocytisus*, *Helianthemum polygonoides* Peinado & al., Mart. Parras, Alcaraz & Espuelas, *Coincya rupestris* subsp. *rupestris* Porta & Rigo ex Rouy, *Sideritis serrata* Lag., *Atropa baetica* Willk.

En cuanto a la categoría de especies catalogadas como “vulnerables” (V) se han representado el 30%, incluyendo: *Taxus baccata* L., *Narcissus longispathus* Pugsley, *Senecio auricula* Bourg. ex Coss. subsp. *auricula*, *Tanacetum vahlii* DC., *Quercus canariensis* Willd., *Aconitum napellus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus ornus* L., *Teucrium franchetianum* Rouy & Coincy, *Tilia platyphyllos* L., *Vella spinosa* Boiss., *Viburnum*

opulus L., *Microcnemum coralloides* (Loscos & Pardo) Buen., *Helianthemum guerrae* Sánchez Gómez & al.

Finalmente, de entre las recogidas bajo la figura de “interés especial”, en el JBCLM tenemos 47 lo que supone un 23% de las incluidas en el catálogo. De las representadas en el jardín cabe destacar por su rareza el bonetero de hoja ancha (*Euonymus latifolius* (L.) Mill.) de carácter relicto en España y que ha llegado a estar amparado bajo la figura de peligro crítico (CR) en la Lista Roja de la Flora Vasculosa Española (Moreno coord. 2008), la jara de Creta *Cistus creticus* L., el rabogato *Sideritis lacaitae* Font Quer o *Coronilla glauca* L., que se ha adaptado excepcionalmente bien al JBCLM llegando a naturalizarse.



Figura 2. Algunos taxones representados en las colecciones de flora autóctona de Castilla-La Mancha del JBCLM: *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus*, *Euonymus latifolius*, *Delphinium fissum* subsp. *sordidum*, *Coincya rupestris* subsp. *rupestris*, *Sideritis serrata* y *Helianthemum guerrae*.

Conclusiones

En el JBCLM el compromiso con la conservación de la flora castellano-manchega es un rasgo que caracteriza y define las colecciones de planta viva desde la fase de diseño. Dicho compromiso responde a que el valor de las recreaciones descritas posee no solo la dimensión de conservación, sino también las facetas de investigación y divulgación, inherentes a la propia naturaleza de los jardines botánicos.

La recreación de hábitats y especies silvestres en el JBCLM tiene una faceta de investigación, en la que las colecciones de planta viva permiten el estudio, la comprensión y la descripción de las variables que afectan a la supervivencia y regeneración de especies que nunca antes habían sido cultivadas *ex situ*. Sin duda, estos estudios y la utilización de las colecciones de plantas vivas como grandes laboratorios, permiten determinar tanto su ecología germinativa como el establecimiento de protocolos de cultivo (Santiago & Herranz, 2014), que incrementan las posibilidades de éxito en introducciones o refuerzos poblacionales *in situ*. Por último, la faceta de divulgación, que permite acercar al visitante de forma cercana y tangible la flora amenazada y sus hábitats, para poner en valor estos auténticos tesoros vegetales.

Bibliografía

- Borsch, T & Löhne, C (2014). Botanic gardens for the future: Integrating research, conservation, environmental education and public recreation. *Ethiopian Journal of Biological Sciences*, 13:115-133.
- Decreto 199/2001, de 06 de noviembre de 2001, Consejo de Gobierno, por el que se amplía el catálogo de hábitats de protección especial de Castilla-La Mancha, y se señala la denominación sintaxonomía equivalente para los incluidos en el anejo 1 de la ley 9/1999 de conservación de la naturaleza. *Diario Oficial de Castilla-La Mancha*. 12814-12825.
- Decreto 200/2001, de 06 de noviembre de 2001, Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Catálogo Regional de Especies Amenazadas. *Diario Oficial de Castilla-La Mancha*. 12825-12827.
- Directiva Europea 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, Consejo de Gobierno, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. 22-07-1992 Suiza.
- Hernández-Bermejo JE, Herranz JM (eds.). (2011). *Protección de la diversidad vegetal y de los recursos fitogenéticos en Castilla-La Mancha. La perspectiva existente y el compromiso del Jardín Botánico*. Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel", 496 p. (Serie I. Estudios; 197). coed. con el Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Albacete. ISBN 978-84-96800-53-3.
- Herranz, JM (2017). *Los jardines botánicos y la conservación vegetal: Contribución del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha*. Escuela T.S. de Ingenieros Agrónomos y de Montes. UCLM. 9 pp.
- Herranz, JM & Ferrandis, P & Martínez-Duro, E (2010). Seed germination ecology of the threatened endemic Iberian *Delphinium fissum* subsp. *sordidum* (Ranunculaceae). *Plant Ecology*, 211. 89-106. 10.1007/s11258-010-9775-0.
- Herranz, JM, Santiago A, Copete, E, Copete, MA & Ferrandis, P. (2021). Conservación de semillas de tipo ortodoxo de especies silvestres en el banco de germoplasma del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha. Estatus de las colecciones existentes. *Forresta* 80. 46-51
- Martín, J coord. (2003). *La vegetación protegida en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo. 375 pp.
- Moreno JC, coord. (2008). *Lista roja 2008 de la flora vascular española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino). SEBICOP, Madrid.
- Moreno, JC, JM Iriondo, F Martínez, Martínez, J & C Salazar, eds. (2019). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2017*. Ministerio para la Transición Ecológica-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 220 pp.
- Santiago, A, Ahrazem, O, Gómez-Gómez, L, Copete, MA, Herranz, R & Ferrandis, P (2019). Seed germination requirements of relict and broadly-distributed populations of *Chaerophyllum aureum* (Apiaceae): connecting ecophysiology and genetic identity. *Turkish Journal of Botany*, 43 (3), 320-330.
- Santiago, A Herranz, JM (2014). *Protocolos de cultivo de 5 endemismos ibéricos, gravemente amenazados, conservados ex situ en el Jardín Botánico de Castilla-La Mancha*. JBCLM: Albacete. I.S.B.N. 13 978-84-697-0835-4.
- Santiago, A, Herranz, JM, Copete, E & Ferrandis, P (2013). Species-specific environmental requirements to break seed dormancy: Implications for selection of regeneration niches in three *Lonicera* (Caprifoliaceae) species. *Botany*. 10.1139/cjb-2012-0169.

El futuro es hoy: el reto de una transición energética compatible con la conservación vegetal

*The future is today: the challenge of an energy transition
compatible with biodiversity conservation*

■ ESTRELLA ALFARO-SAIZ^{1,2}, YASMINA ALONSO VILLADANGOS² y CARMEN ACEDO²

1. Herbario LEB. Servicio de Investigación de la Universidad de León. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León, E-24007. León
2. Grupo de Investigación TaCoBi, Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental, Área de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León, E-24007. León
estrella.alfaro@unileon.es, yalonv00@estudiantes.unileon.es, c.acedo@unileon.es

Resumen / Abstract

Nos encontramos inmersos en la necesaria resolución de dos grandes crisis a nivel mundial: la crisis de la biodiversidad y la emergencia climática, lo que requiere un necesario cambio de paradigma económico y social de una magnitud sin precedentes. Este reto está siendo y será el foco de las políticas actuales y futuras, tanto europeas, como nacionales y territoriales. En la lucha hacia la descarbonización, las energías producidas a partir de fuentes renovables son uno de los elementos clave; sin embargo, sus efectos adversos están siendo subestimados en términos de pérdida de biodiversidad y, más aún, en cuanto a la afección a hábitats y especies vegetales. Sin embargo, hoy más que nunca, la toma de decisiones va a repercutir indefectiblemente y, en algunos casos de manera irreversible, en la conservación de la biodiversidad, por lo que es necesaria una toma de decisiones basada en el mejor y más actualizado conocimiento científico.

We are immersed in the necessary resolution of two major global crises: the biodiversity crisis and the climate emergency, which requires a necessary paradigm shift of unprecedented magnitude. This challenge is being and will be the focus of current and future European, national and territorial policies. In the fight against decarbonization, energy produced from renewable sources is one of the key elements, yet its adverse effects are being underestimated in terms of biodiversity loss and, even less so, in terms of the impact on habitats and plant species. However, today more than ever, decision-making will inevitably and, in some cases irreversibly, have an impact on conservation, and therefore decision-making based on the best and most up-to-date scientific knowledge is necessary.

Palabras clave / Keywords

conservación, energías verdes, medio ambiente, sostenibilidad, descarbonización energética

conservation, green energies, environment, sustainability, energy decarbonization

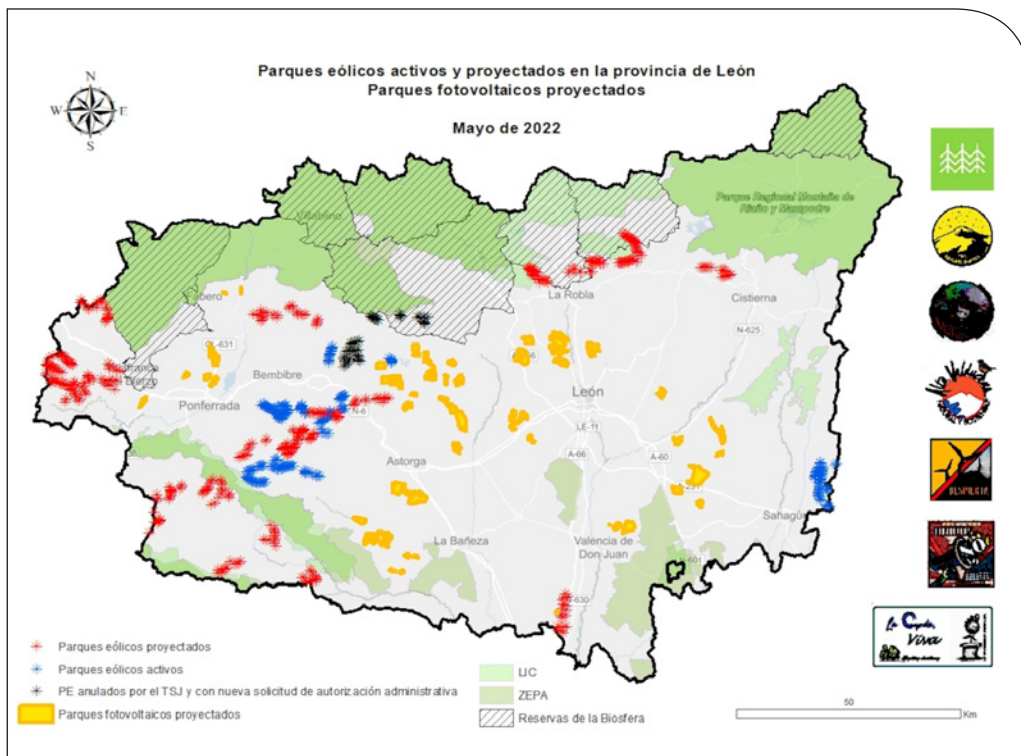


Figura 1. Mapa de proyectos eólicos y fotovoltaicos de la provincia de León.

Introducción

En el contexto europeo, los años 2020 y 2021 se caracterizaron por la continuación del desarrollo del Pacto Verde Europeo. Para lograr la neutralidad climática se establece un objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del 55% en el año 2030 y la neutralidad climática en 2050. En marzo de 2021 se publica el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) que, entre otras medidas, impulsa la instalación de potencia de producción energética procedente de fuentes renovables, posicionándose como uno de los elementos clave. Sin embargo, los efectos adversos de estas tecnologías frecuentemente se pasan por alto (Gibson *et al.*, 2017). El nivel de ocupación del suelo por el amplio y rápido despliegue de las infraestructuras es tan intensivo que va a producir conflictos con la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, comprometiendo las áreas más singulares para la biodiversidad en un futuro inmediato (Santangeli *et al.*, 2016). La urgencia, además, hace que el cambio no se desarrolle bajo una necesaria y exhaustiva planificación y compromete incluso las, hasta ahora, únicas herramientas con las que contábamos, los Estudios de Impacto Ambiental (EslA). La competencia en materia de ordenación territorial, por parte de las administraciones regionales, se contraponen a las exigencias de un plan nacional que requiere de una Declaración Ambiental Estratégica con actuaciones de carácter vinculante y acorde con las exigencias del guión. El impacto sobre la vegetación y la flora, a menudo infravalorado, se ha convertido en uno de los principales retos para la conservación vegetal.

EI PNIEC

Los objetivos del PNIEC establecen la instalación de 89 GW de energía eólica y fotovoltaica para 2030 y, aunque en la actualidad hayamos alcanzado casi la mitad de los objetivos, ya existe permiso de acceso a red eléctrica de 145,2 GW a 30 de junio de 2022, es decir, más del 163% de la potencia inicialmente planificada. Sin embargo, siguen publicándose anuncios de proyectos, sin existir un control aparente de las necesidades reales ni mecanismos que regulen una producción cercana al

consumo. Las condiciones y ubicaciones para la instalación de los parques eólicos, en muchas ocasiones, sólo tienen en cuenta el mayor beneficio económico, lo que se materializa en su instalación en zonas importantes para la conservación de la biodiversidad y en áreas con un menor grado de perturbación humana (Quevedo en MEDINAT, 2022).

El denominado “Colonialismo energético” se refiere al modelo que se está desarrollando principalmente en España, mayoritariamente industrial y encabezado por fondos de inversión extranjeros, en detrimento del autoconsumo y las comunidades energéticas locales.

El posicionamiento científico-técnico y la opinión pública

En este contexto, empiezan a proliferar diversas manifestaciones de investigadores y técnicos vinculados al estudio de la biodiversidad (Serrano *et al.*, 2020; Alfaro-Saiz y Fernández, 2021), poniendo de manifiesto la escasez de materiales que compromete el modelo elegido (Turiel, 2021) y planteando otros modelos y conformando grupos de trabajo, jornadas y reuniones, de los que nacen iniciativas como MEDINAT (2022), el Fondo para la Defensa de la Cordillera Cantábrica (FDJCC) o la Alianza Energía y Territorio (ALIENTE), con la colaboración de los habitantes de los territorios. El trabajo de estas agrupaciones está siendo crucial para completar el mapa de la situación, pues no existe un dominio público en el que pueda accederse a toda la información.

La ocupación del suelo produce una innegable destrucción y fragmentación de los hábitats y las poblaciones (Kuvlesky Jr. *et al.*, 2007), las primeras y más importantes causas de pérdida de biodiversidad actual (Swift & Hannon, 2010). Aunque este efecto pase desapercibido en actuaciones puntuales, a nivel global, se estima que el 10,8% de las plantas y 12,4% de los hongos evaluados para listas rojas se encuentran amenazadas por actuaciones relacionadas con la producción de energía (Antonelli *et al.*, 2020).

Creemos necesaria la toma de conciencia del problema de una manera crítica para establecer mecanismos que impidan que

la transición energética se convierta en otra causa de amenaza de nuestros recursos naturales.

La acumulación de proyectos

La acumulación de proyectos compromete no solo los valores que impulsaron la inclusión de algunas áreas en la Red Natura 2000, sino su posible expansión para llevar a cabo los compromisos adquiridos con Europa. Los proyectos se solapan o se tramitan por separado, pero se presentan de manera conjunta, incurriendo en una fragmentación de proyectos

poblaciones. Es necesario preguntarse si los planes de gestión y conservación no deben separarse de los intereses económicos o de campañas para generar una aceptación social. Esta especie en Peligro Crítico ocupa un hábitat y área de distribución muy restringidos, pocas localidades y tiene dificultad para reproducirse por semillas, parámetros que no cambiarán sustancialmente y que son responsables de su nivel de riesgo. Pese a que no deberían emitirse juicios mientras que no se haga una revisión formal de su categoría UICN, esta especie ya ha protagonizado titulares controvertidos y sensacionalistas en varios medios de comunicación.

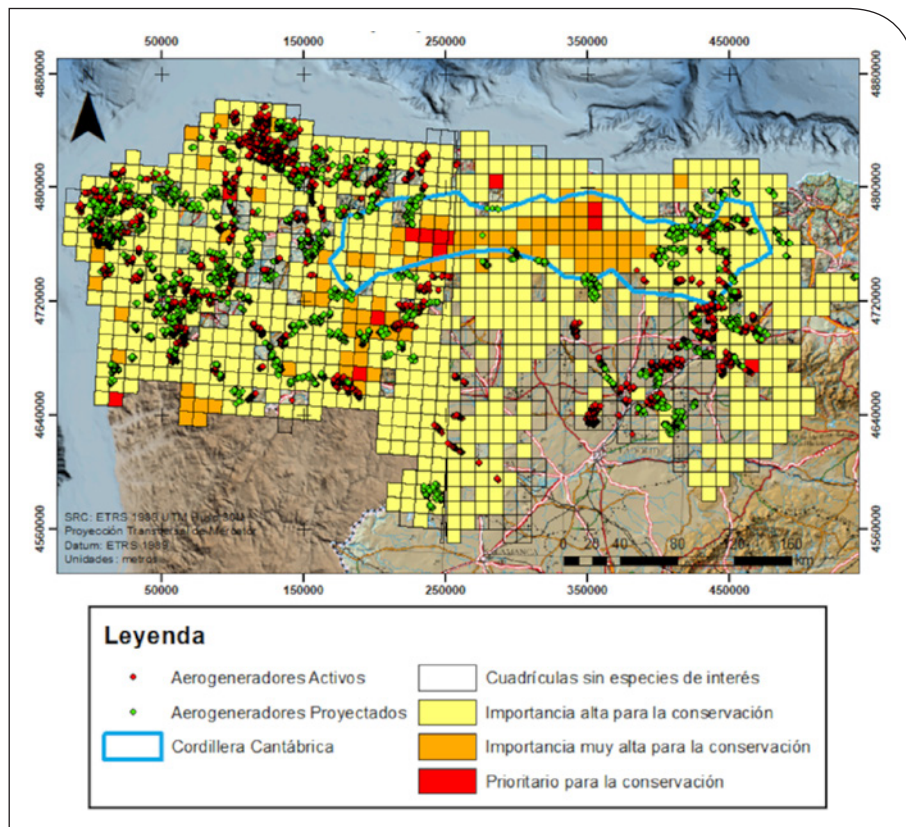


Figura 2. Representación de las Áreas Más Importantes para las Plantas que resultan de la evaluación conjunta de las cuadrículas UTM 10x10 km que ocupan el área de estudio teniendo en cuenta las evaluaciones realizadas anteriormente para cada uno de los grupos taxonómicos considerados en el estudio.

Para determinar la vulnerabilidad de la flora en el cuadrante del noroeste ibérico ante la instalación de parques eólicos, se ha realizado una búsqueda de las Áreas Más Importantes para las Plantas -VIPAs-. Todos los datos compilados sobre especies amenazadas y protegidas de flora vascular, briofítica y líquénica y su grado de endemismo se han analizado conjuntamente con la distribución de los parques ya construidos y proyectados (Fig. 2). Algunas cuadrículas con valores muy altos en el noroeste de las provincias de León y Orense albergan endemismos de distribución restringida que se encuentran amenazados y/o protegidos por los Decretos 63/2007 (Castilla y León) y Decreto 88/2007 (Galicia) y que, además, forman parte de hábitats priorizados en la normativa europea (Directiva 92/43/CEE), como *Petrocoptis viscosa* Rothm., *P. grandiflora* Rothm., *Rhamnus legionensis* Rothm., *Leontodon farinosus* Merino & Pau, *Armeria rothmaleri* Nieto Fel. o *Campanula adsurgens* Levier & Leresche.

que, de tramitarse de manera conjunta, evidenciaría impactos más severos que si lo hacen por separado, al no considerarse adecuadamente los efectos sinérgicos y acumulativos entre los proyectos. El análisis publicado en la web del FDJCC para el territorio cantábrico y su entorno recoge que existen ya 433 complejos eólicos con 8410 aerogeneradores y 380 proyectos en tramitación, con 3986 nuevos aerogeneradores. Un 23% de los parques se encuentran en el interior de las Reservas de la Biosfera y un 15% dentro la Red Natura 2000. El mapa se puede consultar en el siguiente enlace: <https://fdjcc.org/proyectos-eolicos/mapa-de-instalaciones/> y ha sido utilizado para elaborar el de la provincia de León, en colaboración con otros colectivos (Fig. 1).

Afecciones a especies de flora protegidas y/o amenazadas

Las primeras alusiones de afecciones a la flora comienzan en 2021, (Guitián, 2021), relacionadas con especies y comunidades de alto interés para la conservación. Más adelante, prensa extranjera como *The Times*, se hace eco de la polémica en la que se encuentra inmersa la especie amenazada *Centaurea ultriae* Silva Pando, incluida en un plan de conservación financiado por el promotor del proyecto eólico que afecta a sus

Otro ejemplo de afecciones severas es el que se produjo durante la construcción de la línea de transporte de energía eléctrica Baza-Caparacena (Granada-Jaén) en septiembre de 2020. Las obras con camiones pluma y maquinaria pesada provocaron un daño irreparable en una población de *Clypeola eriocarpa* Cav., destruyendo su hábitat y las poblaciones presentes.

Pese a todo, aún existe un escepticismo respecto a la afección de las infraestructuras de producción energética sobre las especies de flora y los hábitats naturales, posiblemente relacionado con la desconexión de la información y, por tanto, con una visión parcial del problema.

Afección a complejos higroturbosos, turberas y brezales húmedos

El parque eólico de El Escudo, con Declaración de Impacto Ambiental positiva aprobada por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del MITECO, se ha proyectado en la Sierra de El Escudo, en Cantabria. Alberga en el más extenso complejo de comunidades higroturbosas de la región, formado por un mosaico de hábitats de interés comunitario (HIC) del anexo I de la Directiva Hábitats 92/43/CEE, algunos de ellos prioritarios: turberas, brezales húmedos y comunida-

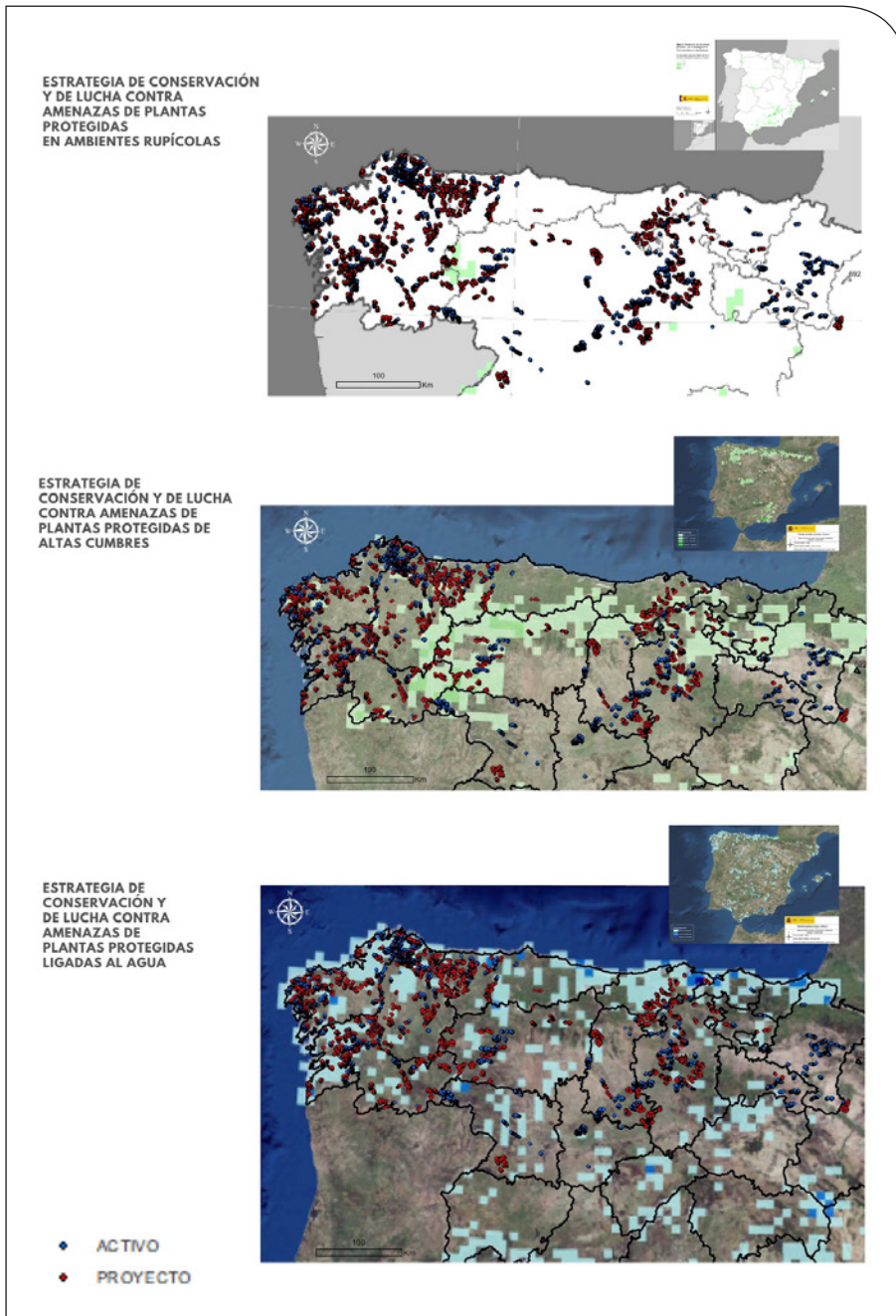


Figura 3. Parques eólicos activos y proyectados y estrategias de conservación y de lucha de plantas vigentes en la actualidad.

des de cervunales de gran fragilidad. Sin embargo, este y cualquier otro proyecto que afecte a estos ambientes es controvertido en términos de neutralidad de carbono, ya que las turberas juegan un papel esencial en su ciclo (Smith *et al.*, 2014) considerándose, incluso, el sumidero más eficiente. Además de las afecciones que, indudablemente se producen en los complejos higroturbosos, una de las controversias que existe respecto a las diferentes fuentes de datos y cartografías realizadas por administraciones y promotores en la Sierra de El Escudo es la existencia de turberas de cobertor. La presencia de turberas cobertor en la zona actualmente se considera muy pobre, sin embargo, hasta tiempos muy recientes existió una gran turbera cobertor en el término de la Cruz del Marqués, casi desaparecida por una explotación. Se ha constatado en campo la existencia de áreas cuyos rasgos morfológicos son similares a los que presentan otras turberas de cobertor cantábricas y con una composición florística similar a la descrita en otras áreas del norte peninsular, por lo que deberían realizarse

mediciones encaminadas a determinar su actividad, antes de que estas sean afectadas. Además, las turberas restauradas podrían actuar como sumideros, pero su degradación ejerce el efecto contrario, de manera que pueden llegar a ser fuentes de emisiones de carbono, por lo que su conservación y restauración podrían ayudar a mitigar el cambio climático en el contexto global actual (Joosten *et al.*, 2016). Aunque en la actualidad se están desarrollando nuevas tecnologías de captura artificial de CO₂, estas todavía se encuentran alejadas de afrontar la eficiencia de los sumideros naturales, entre ellos, las turberas. El problema del impacto de los parques eólicos sobre las turberas de cobertor ya ha sido evidenciado en áreas cercanas geográficamente, como las turberas del Zalama y los Montes de Samo (Chico *et al.*, 2019; Heras & Infante, 2004).

La zonificación ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

La zonificación ambiental propuesta por el MITECO presenta importantes carencias de información y deficiencias que impiden que garantice que los proyectos no generen un impacto negativo en la conservación. Esta zonificación, que desde su publicación se presenta como una herramienta meramente orientativa para las empresas, adquiere la condición de vinculante en el momento en el que el RDL 6/2022 permite la agilización de los procedimientos de proyectos de energías renovables. Uno de los criterios más importantes para que dicha zonificación se ajuste a criterios de conservación es el de "Planes de conservación y recuperación de especies". Sin embargo, solamente el 14% de los taxones amenazados en España tiene un plan aprobado (de la Calzada, 2019) y no se han considerado las recientes estrategias españolas de conservación de plantas protegidas: de ambientes rupícolas, altas cumbres y ligadas al agua, aprobadas recientemente y con alta relevancia en el caso que nos ocupa, por el nivel de solapamiento de las áreas señaladas por la estrategia con los parques eólicos (Fig. 3).

Un ejemplo de las carencias de dicha zonificación ambiental y de la regional de Castilla y León, se manifiesta en que ninguna de ellas excluye el área de distribución una de las especies más importantes para la conservación de la flora ibérica, *Gyrocarium oppositifolium* Valdés (Fig. 4). Este hecho resulta especialmente representativo por ser de una especie protegida bajo la categoría *En peligro de Extinción* (D63/2007 CYL) y para la que aún no existe un plan de recuperación. El propio ESIa reconoce una vulnerabilidad "alta" ante la ejecución

Un ejemplo de las carencias de dicha zonificación ambiental y de la regional de Castilla y León, se manifiesta en que ninguna de ellas excluye el área de distribución una de las especies más importantes para la conservación de la flora ibérica, *Gyrocarium oppositifolium* Valdés (Fig. 4). Este hecho resulta especialmente representativo por ser de una especie protegida bajo la categoría *En peligro de Extinción* (D63/2007 CYL) y para la que aún no existe un plan de recuperación. El propio ESIa reconoce una vulnerabilidad "alta" ante la ejecución

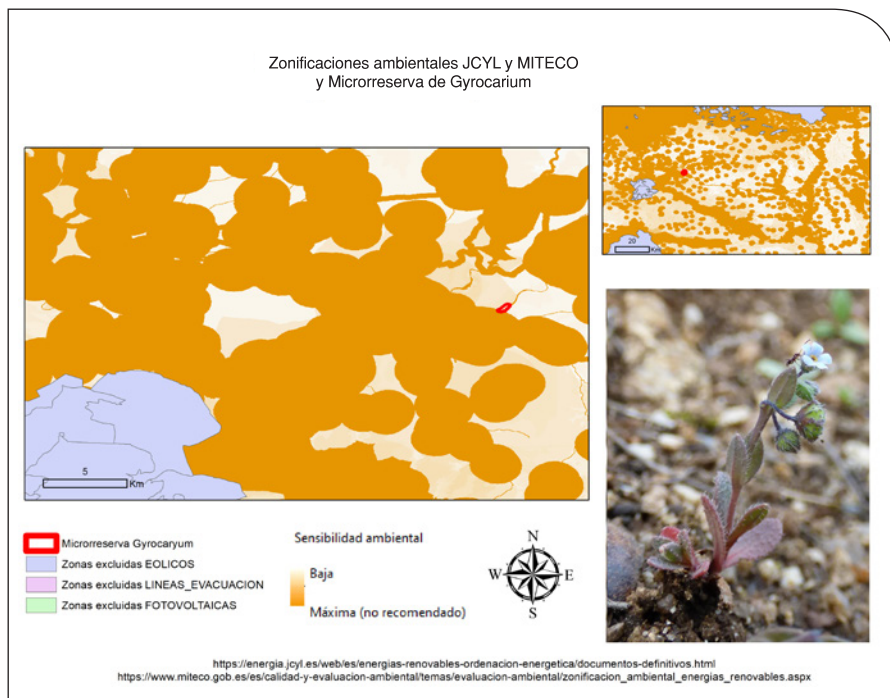


Figura 4. Mapa de zonificaciones ambientales del MITECO y de la Junta de Castilla y León y situación de la Microrreserva de flora de Castilla y León.

de la línea eléctrica asociada a los parques eólicos Lardeiras y Pichi. En un momento clave como este, esta es una evidencia más de la necesidad de una zonificación vinculante, diseñada con indicadores específicos y con la más completa información científica.

Una llamada a la colaboración

Para poder tener una visión lo más real y completa posible del problema se solicita la colaboración de los lectores, invitándoles a contactar con nosotras, con el objetivo de recabar información de otros territorios en los que se estén sucediendo problemas similares. Trabajar juntos puede ser una de las claves.

Conclusiones

La transición energética tiene que ser una oportunidad para

avanzar hacia un modo de vida respetuoso y sostenible y, por tanto, es inaceptable que se contraponga con la conservación de la biodiversidad. Para afrontar el reto de nuestra propia supervivencia hemos de proteger algunos recursos que solo la biodiversidad y los ecosistemas pueden ofrecernos. Son necesarias directrices y criterios objetivos, basados en el mejor conocimiento posible, que faciliten una planificación ambiental adecuada y que permita minimizar los impactos de las instalaciones relacionadas con estas industrias energéticas. Producción energética y biodiversidad han de integrarse en la búsqueda de soluciones, porque se encuentran interrelacionadas, con resultados sinérgicos positivos cuando se consideran conjuntamente y comprometiendo su capacidad para solucionar problemas a medida que se pierde el equilibrio entre ellas. Antes de restaurar, es necesario preservar y evitar daños a las poblaciones. Antes de las medidas compensatorias, es necesario

promover medidas cautelares. Antes de comprometer la biodiversidad, es necesario tomar una serie de decisiones clave.

Estamos a tiempo de elegir el tipo de transición energética que queremos. Hagámoslo bien.

Agradecimientos

Por su constante trabajo altruista a todas las personas que se han volcado en defender el territorio, nos han escuchado y contado experiencias. Al incansable equipo de la Plataforma para la Defensa de la Cordillera Cantábrica (PDCC). A quienes nos han hecho comprender que cada grano de arena cuenta. A los que no dan ni un paso atrás por la conservación.

Bibliografía

- Alfaro-Saiz, E, Fernández, E (2021). Cómo gestionar la transición energética para que no acabe con la biodiversidad. *The Conversation*. <https://theconversation.com/como-gestionar-la-transicion-energetica-para-que-no-acabe-con-la-biodiversidad-159493>
- Antonelli, A, Fry, C., Smith, RJ, Simmonds, M.S.J., Kersey, P.J., Pritchard, H.W., Abbo, M.S., Acedo, C., *et al.*, [up to 215 authors] (2020). *State of the World's Plants and Fungi 2020*. R. Bot. Gard. Kew 100. <https://doi.org/10.34885/172>
- Chico, G, Clutterbuck, B, Lindsay, R, Midgley, N, Labadz, J (2019). Identification and classification of unmapped blanket bogs in the Cordillera Cantábrica, northern Spain. *Mires Peat* 24: 1–12. <https://doi.org/10.19189/MaP.2018.AJB.378>
- de la Calzada, J (2019). *Análisis de la legislación relativa a los planes de gestión de taxones amenazados en España*. Memoria de Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Huelva. Huelva.
- Gibson, L, Wilman, EN, Laurance, WF (2017). How Green is 'Green' Energy? *Trends Ecol. Evol.* 32: 922–935.
- Gutián, J (2021). Un parque eólico amenaza la naturaleza en las montañas a caballo de El Bierzo y Galicia. *Quercus*. 423: 38–39
- Heras, P, Infante, M (2004). La turbera cobertor del Zalama (Burgos – Vizcaya): un enclave único en riesgo de desaparición. *Estud. Mus. Cienc. Nat. Álava* 18–19: 49–57.
- Joosten, H, Sirin, A, Couwenberg, J., Laine, J., Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. *Peatl. Restor. Ecosyst. Serv. Sci. Policy Pract.* 63–76.
- Kuvlesky Jr, W.P., Brennan, LA, Morrison, M.L., Boydston, K.K., Ballard, B.M., Bryant, F.C. (2007). Wind Energy Development and Wildlife Conservation: Challenges and Opportunities. *J. Wildl. Manag.* 71: 2487–2498.
- MEDINAT (2022). I Jornadas de Medio Natural y Transición Energética, León. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCm9G-VLlWfedm1BY6eUFV4Tlw> (accessed 10.10.22).
- Santangeli, A, Toivonen, T, Pouzols, FM, Pogson, M, Hastings, A, Smith, P, Moilanen, A (2016). Global change synergies and trade-offs between renewable energy and biodiversity. *GCB Bioenergy* 8: 941–951.
- Serrano, D, *et al.*, (2020). Renewables in Spain threaten biodiversity. *Science* 370: 1282–1283.
- Smith, J, Nayak, DR, Smith, P (2014). Wind farms on undegraded peatlands are unlikely to reduce future carbon emissions. *Energy Policy* 66: 585–591.
- Swift, TL, Hannon, SJ (2010). Critical thresholds associated with habitat loss: a review of the concepts, evidence, and applications. *Biol. Rev.* 85: 35–53.
- Turiel, A (2021). The Oil Crash: Algunas preguntas incómodas. URL <https://crashoil.blogspot.com/2021/05/algunas-preguntas-incomodas.html> (accessed 7.4.22).

Life Salinas: 4 años de trabajos para la restauración de hábitats prioritarios dunares

Life Salinas: four years working for priority habitats restoration in dunes

JORGE SÁNCHEZ-BALIBREA¹, ANTONIO GARCÍA PASCUAL¹, MARÍA GONZÁLEZ VIVANCOS¹, BARTOLOMÉ LÓPEZ ROMERA¹, GUSTAVO BALLESTEROS PELEGRÍN², ANTONIO DANIEL IBARRA MARINAS², NEREA MARTÍNEZ ARNAL² e INÉS CANO MATO¹.

1. Asociación de Naturalistas del Sureste. Pza. Pintor José María Párraga, 11 bajo CP 30002 email: araar@asociacionanse.org, www.lifesalinas.es
2. Universidad de Murcia, Dpto. de Geografía. gabp1@um.es

Resumen / Abstract

LIFE SALINAS es un proyecto centrado en la conservación de dos hábitats prioritarios para la Unión Europea y una especie de ave. El proyecto se desarrolla en la porción más septentrional del litoral de la Región de Murcia, concretamente en el Parque Regional, ZEC y ZEPA "Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar". Una de las líneas de trabajo del proyecto es la restauración de los sistemas dunares a través del refuerzo del degradado cordón dunar en 2 ha mediante depósito de arribazones de *Posidonia oceanica* (L.) Delile y supresión del pisoteo, la recuperación de hábitats psamófilos alterados a través de la introducción de 16000 plantones de 23 especies nativas y el control de Especies Exóticas Invasoras (principalmente *Agave americana* y *Carpobrotus acinaciformis*) en toda la superficie de arenal del Parque.

*The project LIFE SALINAS is a project focused on the conservation of two priority habitats of the EU Habitats Directive and one species included in the Bird Directive. The project is carried out in the northernmost sector of the coast of the Region of Murcia (Spain), concretely on the Regional Park, SPA, SAC "Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar". One of the lines of the project is the restoration of dunes critically unstable affected by sea (2 ha) through their physical structure reinforcement using *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves washed ashore and reducing off-trail trampling, the restoration of disturbed psammophile habitats planting 16000 seedlings of 23 native species and the control of Invasive Alien Species; mainly *Agave americana* and *Carpobrotus acinaciformis*.*

Palabras clave / Keywords

Hábitats, arenales, costa, invasoras, dunas.

Habitats, sandbanks, coast, invasive species, dunes.

El proyecto LIFE SALINAS (LIFE17 NAT/ES/000184) comenzó su andadura en 2018 con el objetivo de conservar una colonia nidificante de gaviota de Audouin (*Ichthyaetus audouini*), así como dos tipos de hábitats prioritarios: las Estepas salinas mediterráneas (*Limonietaia*) (1510*) y las Dunas litorales con *Juniperus* spp. (2250*, presentes en el Parque Regional, ZEC y ZEPA "Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar". De forma complementaria, también se han visto beneficiados otros tipos de hábitats dunares y halófilos incluidos en la Directiva Hábitat, así como otras especies de aves (larolímicas) nidificantes. Desde el punto de vista operativo, las principales acciones de proyecto han consistido en la ampliación de la red de motas de las salinas (diques que separan los estanques salineros) que actúan como hábitat de nidificación de las especies objetivo y en la restauración del cordón dunar.

El enfoque del proyecto ha tenido en cuenta la interdependencia entre explotación salinera y biodiversidad, ya que se trata de las únicas salinas costeras comercialmente activas en la Región de Murcia, y dicha explotación permite el sostenimiento de los hábitats y especies de interés comunitario. Incidiendo en las sinergias, actividad económica y conservación de la biodiversidad, el beneficiario coordinador del proyecto ha sido una empresa privada, Salinera Española S.A. S.L., participando también como socios del proyecto la Dirección General de Medio Natural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, el Ayuntamiento de San Pedro del Pinatar, la Universidad de Murcia, la consultora portuguesa Mãe d'água y la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE). Las acciones desarrolladas por esta ONG cuentan además con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

ANSE ha coordinado, junto con Salinera Española y el Ayuntamiento de San Pedro, las acciones de recuperación

del cordón dunar que separa las salinas de San Pedro del Pinatar del Mar Mediterráneo. Dicho cordón se encontraba en fuerte regresión por la alteración de la dinámica litoral, como consecuencia de la construcción de un puerto deportivo que interceptó el transporte de arena. Además, el uso público incontrolado sobre las propias dunas aceleró la degradación del cordón dunar y los hábitats que albergaba. La restauración del cordón dunar ha consistido en tres tipos de intervenciones:

- Estabilización y refuerzo del ecosistema dunar en la playa de la Llana.
- Revegetación con especies configuradoras de hábitats de interés comunitario.
- Potenciación de los servicios ecosistémicos mediante el control de Especies Exóticas Invasoras (EEI).

Estabilización y refuerzo del ecosistema dunar en la playa de la Llana

Si bien el proyecto LIFE SALINAS por su alcance económico y competencial no podía resolver el problema en origen, urgía la toma de medidas para frenar la erosión del cordón dunar y evitar la conexión entre el Mar Mediterráneo y los estanques salineros, tal y como sucedió durante el temporal Gloria (enero del 2020). Con este objetivo, se seleccionó un tramo de unas dos hectáreas de superficie donde el cordón dunar se encontraba en situación crítica y se concentraba un intenso uso público que aceleraba su degradación.

En esa porción, el cordón dunar ha sido protegido con un dique de 0,5 km de longitud elaborado con arribazones de *Posidonia oceanica* procedentes de la "limpieza" de otras playas sometidas a uso turístico. Este material, además de evitar el impacto directo de las olas sobre el cordón, aporta cantidades ingentes de arena que no pueden separarse del arribazón durante la retirada en las playas de origen.

Tabla 1. Plantones introducidos en el marco del LIFE Salinas

Especie	Nº de plantones	Especie	Nº de plantones
<i>Asparagus macrorrhizus</i>	50	<i>Lotus creticus</i>	901
<i>Calystegia soldanella</i>	64	<i>Lycium intricatum</i>	54
<i>Crucianella maritima</i>	216	<i>Medicago marina</i>	216
<i>Cyperus capitatus</i>	458	<i>Pancratium maritimum</i>	386
<i>Echinophora spinosa</i>	2	<i>Pistacia lentiscus</i>	305
<i>Elymus farctus</i>	4028	<i>Periploca angustifolia</i>	6
<i>Eryngium maritimum</i>	702	<i>Rhamnus lycioides</i>	98
<i>Helianthemum marmirorense</i>	505	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	564
<i>Helichrysum stoechas</i>	836	<i>Scirpus holoschoenus</i> var. <i>romanus</i>	1818
<i>Juncus acutus</i>	695	<i>Sporobolus pungens</i>	1431
<i>Juniperus turbinata</i>	340	<i>Teucrium dunense</i>	1708
<i>Limonium cossonianum</i>	978		
TOTAL PLANTONES: 16361			

Además, la zona más degradada del cordón dunar fue clausurada con vallado cinegético (1,8 km) y se instalaron 2500 metros lineales de captadores de arena elaborados con cañizo (tallos secos de *Arundo donax* cosidos con alambre). Todas estas medidas han reducido la erosión del cordón dunar, eliminado el pisoteo, y han permitido la rápida recuperación de los hábitats de interés comunitario.

Revegetación con especies configuradoras de hábitats de interés comunitario

Tras el refuerzo del cordón dunar, se realizó una plantación de 16361 ejemplares de 24 especies configuradoras de los hábitats de interés comunitario (Tabla 1). Si bien en un principio la intervención estaba más orientada a la plantación de los hábitats 1510* Estepas salinas mediterráneas (*Limonietalia*) y 2250* Dunas litorales con *Juniperus* spp., el análisis de la nueva cartografía detallada de hábitats permitió un diseño a pequeña escala que amplió notablemente los tipos de hábitats a restaurar (1210 Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados, 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*), 2210 Dunas fijas del litoral del *Crucianellion maritimae* y 2260 Dunas con vegetación esclerófila de *Cisto-Lavanduletalia*).

Así, en las 2 ha de zona de actuación se establecieron 44 polígonos en función de los hábitats que contenía cada uno. Para cada polígono se calculó el número de plantones a introducir de cada especie, teniendo en cuenta el porcentaje de cobertura de cada hábitat y el objetivo de la intervención (recuperar un hábitat presente, introducir un hábitat no presente o sustituir un hábitat de alteración por un hábitat indicador de buen estado de conservación). Las plantaciones se concentraron dentro de cada polígono en las zonas desprovistas de vegetación, tales como senderos o áreas de deflación (*blowout*). Las parcelas de seguimiento de la cobertura vegetal indican que la acción combinada de vallado, captadores de arena y plantación ha permitido una recuperación extraordinaria de los hábitats de interés comunitario en tan sólo 2 años (Fig. 1).

Desde el punto de vista de la recuperación de la flora amenazada, destaca la plantación de *Juniperus turbinata* Guss. (En Peligro de Extinción según el Decreto 50/2003) (Fig. 2), *Asparagus macrorrhizus* Pedrol, J.J. Regalado & López Encina (especie cuya inclusión en el CNEA está prevista en breve), *Helianthemum marmirorensis* Alcaraz, Peinado & Martínez Parras (Vulnerable según Decreto 50/2003), *Echinophora*



Figura 1. (A) Área de deflación recién plantada (año 2020) se observan los plantones de *Elymus farctus* y *Sporobolus pungens* y (B) estado actual (2022), donde se aprecian captadores de arena contruidos con cañizo. (Foto: J. Sánchez-Balibrea).



Figura 2. Plantones de *Juniperus turbinata*, especie catalogada “En Peligro de Extinción” por el Decreto 50/2003, empleados en la restauración dunar (Foto: J. Sánchez-Balibrea).

spinosa L. (Vulnerable, Decreto 50/2003), así como otras especies amenazadas a nivel regional pero que no están catalogadas, como *Calystegia soldanella* (L.) R.Br.

Igualmente, el proyecto en su conjunto ha contribuido a la conservación y mejora de los hábitats y/o la detección en campo de otros taxones amenazados tales como *Senecio glaucus* L., *Lavatera mauritanica* Durieu y *Halocnemum strobilaceum* (Pallas) M. Bieb.

Potenciación de los servicios ecosistémicos mediante el control de Especies Exóticas Invasoras

En el marco del proyecto LIFE SALINAS, se han extraído todas las Especies Exóticas Invasoras a lo largo de las 115 ha de arenales y dunas del Parque Regional. Las especies más frecuentes han sido *Carpobrotus acinaciformis* y *Agave americana* (esta última muy afectada por el picudo negro). Además, existían ejemplares dispersos de *Lantana camara* L., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Arundo donax* L., una especie del género *Cylindropuntia*, *Nicotiana glauca* Graham, una especie del género *Yucca* L., *Myoporum tenuifolium* G. Forst., *Eleagnus angustifolia* L., *Aeonium arboreum* (L.) Webb & Berthel., una especie del género *Kalanchoe*, y *Lonicera japonica* Thunb. La mayor parte de los trabajos de control de EEI se han realizado con medios manuales, excepto en lugares de alta infestación donde era posible el acceso con maquinaria (retroexcavadora). Se han retirado más de 63 Tn (204 m³) que han sido enviadas a una planta de compostaje (Fig. 3). El seguimiento de las parcelas de control de EEI

muestra unas bajas tasas de rebrote en todas las especies, excepto en *Agave americana*. En todos los sectores se están realizando sucesivos repasos, en ocasiones hasta cinco, con el fin de garantizar la utilidad de los controles. Además, se viene trabajando en las zonas ajardinadas próximas a las dunas para evitar la entrada de EEI. También se han desmontado y retirado antiguos vallados ejecutados en las dunas que no resultaban funcionales en la actualidad y que reducían la naturalidad de los hábitats.

Participación social y futuro del cordón dunar

En el marco del proyecto se ha prestado una especial atención a la participación social a través del voluntariado, con casi medio centenar de actividades y más de un millar de voluntarios en estos cuatro años.

Los voluntarios han participado activamente en la restauración de los hábitats y en la retirada de EEI. También se ha evaluado el grado de aceptación de las medidas de conservación del cordón dunar.

Conscientes de la necesidad de trabajar a largo plazo para garantizar la consecución de los objetivos de conservación, Salinera Española y ANSE han establecido un acuerdo de custodia del territorio para mantener las acciones de conservación de áreas dunares y control de las Especies Exóticas Invasoras, una vez finalizado el proyecto LIFE SALINAS. Confiamos que esta visión de colaboración entre distintos agentes y la integración de una actividad económica sostenible en el mantenimiento de una zona protegida actúe como inspiración para otras iniciativas.



Figura 3. Retirada de Especies Exóticas Invasoras en las dunas objeto del LIFE SALINAS (J. Sánchez-Balibrea).

Relaciones genéticas y morfológicas del género *Thesium* en Canarias. DOI: 10.15366/cv2021.26.002

Thesium palmense, una nueva especie a conservar.

Genetic and morphological relationships of Thesium in the Canary Islands. Thesium palmense, a new species to conserve.

■ PRISCILA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ¹, ALEJANDRO G. FERNÁNDEZ DE CASTRO², PEDRO LUIS PÉREZ DE PAZ³, LETICIA CURBELO¹, ÁNGEL PALOMARES⁴, RICARDO MESA⁵, AURELIO ACEVEDO⁶ y PEDRO A. SOSA¹

1. Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (IUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands, Spain
2. Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Plaza de Murillo, 1 28049 Madrid, Spain
3. Depto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna, 38071 La Laguna, Canary Islands, Spain
4. Parque Nacional de la Caldera de Taburiente. Carretera de Padrón, 47. 38750 El Paso (La Palma), Canary Islands, Spain
5. Calle Francisco Bermúdez 6, 38500 Güímar. Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain
6. Calle Barrial de Abajo N13A, 38750 El Paso, La Palma, Canary Islands, Spain

Resumen / Abstract

Thesium sect. *Kunkeliella* es un grupo de endemismos canarios de distribución restringida y con un alto grado de amenaza, con una de las especies descritas hasta la fecha ya considerada extinta. El descubrimiento de un nuevo taxón en La Palma nos ha llevado a caracterizar genéticamente las especies en Canarias tanto a nivel intra- como interespecífico, a la vez que revisar las características morfológicas del grupo. Todo ello ha contribuido a describir y a considerar el nuevo taxón como una especie diferente denominada *Thesium palmense* y a conocer las relaciones genéticas existentes entre todas las especies del género en Canarias. Además, servirá de base para las acciones de conservación *in situ* y *ex situ* que puedan derivarse de todas las poblaciones conocidas.

Thesium sect. *Kunkeliella* is a group of Canarian endemisms with a restricted distribution and a high degree of threat, with one of the species described to date already considered extinct. The discovery of a new taxon in La Palma has led us to genetically characterize the species in the Canary Islands both at intra- and inter-specific levels, while reviewing the morphological characteristics of the group. All this has contributed to describe and consider the new taxon as a different species called *Thesium palmense* and to know the genetic relationships between all the species of the genus in the Canary Islands. In addition, it will serve as the basis for *in situ* and *ex situ* conservation actions that may be derived from all known populations.

Palabras clave / Keywords

endemismo, especies amenazadas, hemiparasitismo, microsatélites, Santalaceae

endemism, endangered species, hemiparasitism, microsatellites, Santalaceae

Introducción

El género *Thesium* sect. *Kunkeliella* (Santalaceae) comprende 4 especies en Canarias descritas hasta la fecha: *T. canariense* en Gran Canaria, *T. subsucculentum*, *T. retamoides* y *T. psilotocladum* en Tenerife (Bañares-Baudet *et al.*, 2004). *Thesium psilotocladum*, que solo ha sido localizada en el macizo de Tenorio en el oeste de Tenerife, está extinta y no fue incluida en este estudio. Como es común en la familia Santalaceae, todas las especies canarias de *Thesium* son hemiparásitas, aunque los hospedadores todavía no se han identificado con exactitud. Sin embargo, las observaciones de campo y de cultivos en vivero sugieren que son plantas muy generalistas y pueden parasitar un alto rango de especies acompañantes.

Además de las 4 especies descritas, en 2011 se descubrieron algunas poblaciones en la isla de La Palma, en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente que en la actualidad cuentan con unos 200 individuos. Los distintivos rasgos morfoló-

gicos indicaban que se podía tratar de un taxón diferente, lo cual motivó a la realización de este estudio.

El estudio genético de los *Thesium*, en combinación con la caracterización morfológica y la modelización de nicho e idoneidad de hábitat forma parte de un estudio más amplio que aparece publicado en la revista *American Journal of Botany* (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022). En este artículo se expondrán los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización morfológica y genética del género *Thesium* en Canarias, así como la presentación de la nueva especie *Thesium palmense* descrita para La Palma.

Especies estudiadas

La descripción morfológica de cada una de las especies se describe detalladamente en la Tabla 1, por lo que a continuación solo se indican algunos aspectos de cada una de ellas.

Tabla 1. Características morfológicas de las especies de *Thesium* sect. *Kunkeliella*.

	<i>T. canariense</i>	<i>T. psilotocladum</i>	<i>T. retamoides</i>	<i>T. subsucculentum</i>	<i>T. palmense</i>
Porte / Hábito	Arbusto de hasta 80 cm.	Arbusto de 60-100 cm.	Arbusto de hasta 200 cm.	Arbusto de menos de 80 cm.	Arbusto de hasta 150 cm.
Tallos	Muy ramificado con ramas glabras.	Muy ramificado, ramas setulosas.	Ramificación abundante con tallos purinosos o tomentosos.	Ramificación densa y divergente; ramas succulentas, setulosas	Ramificación densa, divaricadas, subsucculentas, estriadas y pulverulentas
Hojas	Escuamiformes triangulares, de 2 mm de largo.	Escuamiformes de 1-1,5 mm. Linear-subuladas de margen ciliado; dorso pubérulo	Escuamiformes. triangular-subuladas, ápice más o menos agudo	Escuamiformes, caedizas, de 1,5 mm, subtriangular, de ápice agudo.	Linear-subuladas, de 1-1,5 mm.
Flores	Pediceladas con dos bracteolas opuestas en la base; hermafroditas, de 2-3 mm de diámetro; disco no prominente.	Sésiles, las laterales estériles y la mediana fértil, de 3-4 mm de diámetro; disco prominente.	Cortamente pediceladas, las laterales estériles, la mediana fértil, de 3-4 mm de diámetro; disco no prominente.	Sésiles, de 2-2,5 mm de diámetro; hermafroditas; disco no prominente.	Subsésiles; de 3,5-4 mm de diámetro; bracteolas diminutas, subagudas; hermafroditas; disco no prominente.
Lóbulos perigonio (tépalos)	Triangulares, agudos.	Ovado-deltoideos de ápice obtuso.	Agudos.	Triangulares, setulosas por fuera.	Deltoideos, subagudos; verde y ligeramente puberulenta la cara externa y crema la interna.
Fruto	Globoso, de 3 -6 mm, de color blanquecino en la madurez.	Oviforme a elíptico, verde claro, setuloso, de 3-5 x 2,5- 4 mm.	Globoso, setulosos, de 6-7 x 5- 6 mm.	Globoso, setuloso, de unos 6 mm.	Globoso, de color perla, subpuberulento, de aprox. 6 mm de diámetro, coronado por los estigmas persistentes, ocreos.

Thesium canariense (W.T.Stearn) F.Forest & J.C.Manning, *Bhotalia* 43 (2): 216 (2013).
= *Kunkeliella canariensis* W.T.Stearn en Cuaderno Botanica Canaria 16: 18 (1972).

Breve descripción:

T. canariense es un pequeño arbusto retamoide, especie endémica de Gran Canaria con una única población conocida. Se encuentra catalogada "En peligro crítico" (CR B2ab) en La Lista Roja de Flora Vasculosa Amenazada.

Thesium psilotocladum Svent. in *Additamentum ad Floram Canariensem* 1: 5 (1960).
= *Kunkeliella psilotoclada* (Svent.) W.T. Stearn, comb. nov. 16: 20 (1972).

Breve descripción:

T. psilotocladum fue la primera especie descrita en Canarias (Sventenius, 1960) y transferida al género *Kunkeliella* por Stearn (1972). Desde su descripción no se volvió a localizar hasta 1983. Prospecciones posteriores no han dado resultados positivos. La especie se cataloga actualmente como EX (extinta), siendo vista por última vez en 1983. El ganado asilvestrado parece haber sido el causante de la extinción.

Thesium retamoides (A.Santos) F.Forest & J.C.Manning, *Bhotalia* 43 (2): 216 (2013).
= *Kunkeliella retamoides* A. Santos, *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51: 145 (1993).

Breve descripción:

T. retamoides es un arbusto relativamente grande en comparación con las otras especies. Fue localizada por primera

vez en 1969, en la Ladera de Güimar (Santos, 1993). Posteriormente se ha localizado en el barranco de Tamadaya y en el barranco de El Río, en el sur de la isla de Tenerife. En 1999 se localizó por encima de Vilaflor, en el barranco del Cuervo (TFMC 4.484) y en el Barranco de Erques en Guía de Isora: (TFMC 4.482). Estas dos nuevas poblaciones amplían la distribución de la especie a la vertiente suroeste de la Isla. Se encuentra catalogada como "En peligro de extinción" (EN B2) en la Lista Roja Española de Flora Vasculosa Amenazada.

Thesium subsucculentum (Kämmer) F.Forest & J.C.Manning, *Bhotalia* 43 (2): 216 (2013).
= *Kunkeliella subsucculenta* Kämmer. Cuadernos de Botánica Canaria 23/24: 69-79 (1975).

Breve descripción:

T. subsucculentum es un arbusto succulento y pequeño, con tallos y ramas sin hojas aparentes. Tallos leñosos en la base, de corteza rajada, de color grisáceo. Solo existen dos principales núcleos poblacionales en la zona costera entre Icod y La Guancha, en el norte de Tenerife. El censo poblacional se ha visto gravemente reducido hasta los 500 ejemplares contabilizados en 2016. Una extracción de áridos en la zona destruyó parte del hábitat y fragmentó la población en los dos núcleos que se conocen actualmente. Además, la recuperación de las poblaciones se dificulta por las sequías y la predación por herbívoros, principalmente conejos. Se encuentra catalogada "En peligro crítico" (CR B2ab) en La Lista Roja de Flora Vasculosa Amenazada.

Tabla 2. Diversidad genética por población y especie. N= Número medio de individuos analizados; Na = Número de alelos; PA = Número de alelos privados; He = Heterocigosidad esperada; FIS: Coeficiente de endogamia con equilibrio de Hardy Weinberg (HW) testado para un exceso de heterocigotos. No significativo (ns); *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Especies	Localidad (Acrónimo)	N	Na	PA	He	F _{IS} (HW)
<i>T. canariense</i>	Guayadeque (CAN)	20,75	3,167	17	0,488	-0,335 ^{ns}
<i>T. palmense</i>	Calzones Rotos (LP-CR)	26,42	2,750	1	0,431	-0,476***
	Los Breñuscos (LP-BR)	32,75	2,750	0	0,422	-0,308*
	Hoyo Verde (LP-HV)	15,42	2,500	1	0,398	-0,367*
	Total	74,58	3,333	3	0,428	
<i>T. retamoides</i>	Barranco de Tamadaya 1 (RET-T1)	24,33	2,667	1	0,445	-0,508***
	Barranco de Tamadaya 2 (RET-T2)	23,83	2,500	1	0,455	-0,582***
	Güímar (RET-GU)	23,25	2,750	1	0,505	-0,517***
	El Cabuco (RET-CA)	15,33	2,583	1	0,515	-0,580***
	Total	86,75	3,333	5	0,500	
<i>T. subsucculentum</i>	Icod 1 (SUB-1)	18,50	2,583	0	0,419	-0,431**
	Icod 2 (SUB-2)	19,00	2,583	0	0,453	-0,447***
	Total	37,50	2,833	1	0,434	

Material y Métodos

Toma de muestras y aislamiento de marcadores microsatélites

Un total de 266 muestras de hojas de todas las especies de *Thesium* descritas en Canarias fueron recolectadas y analizadas (Tabla 1; Fig. 1C). Las muestras se almacenaron en gel de sílice hasta su procesamiento y los especímenes para pliegos de herbario fueron depositados en el herbario TFC de la Universidad de La Laguna. A continuación, se realizó el procesamiento de las muestras (extracción, purificación y amplificación de los marcadores seleccionados), en los laboratorios del grupo de Biología Integrativa y Recursos Biológicos de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, según los protocolos indicados en Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022.

Con el fin de determinar la diversidad genética y las relaciones interespecíficas de las especies canarias de *Thesium*, se caracterizaron 12 marcadores microsatélites de *novus*.

Análisis genético

Con la base de datos de genotipos obtenida con los 12 *loci* microsatélites, se estimaron los índices de diversidad genética básicos para estimar variabilidad genética intrapoblacional, inferir el grado de endogamia de las poblaciones (mediante el equilibrio de Hardy-Weinberg) y el porcentaje de autocompatibilidad a nivel reproductivo. Además, se realizó un análisis para identificar eventos de cuello de botella recientes en cada una de las localidades de muestreo, teniendo en cuenta el modelo mutacional más adecuado para los marcadores microsatélites (Tabla 2; Fig. 1B-1D).

Con el fin de estimar las relaciones genéticas entre las poblaciones, se calculó el índice de diferenciación genética (FST) entre pares de poblaciones. Por otro lado, se realizó un análisis de coordenadas principales (PCoA), usando el método de la covarianza estandarizada de las distancias euclidianas entre individuos. Esto nos permite plasmar en un espacio

bidimensional las relaciones, diferencias y similitudes de los individuos, poblaciones y taxones estudiados.

Para comprobar si el estado taxonómico de las especies de estudio está en concordancia con la estructura genética detectada, los genotipos fueron examinados mediante inferencia bayesiana con 10 carreras independientes para cada valor de K (de 1 a 10), y una estimación posterior de la agrupación más probable acorde a los resultados.

Resultados y Discusión

Los 12 marcadores microsatélites elegidos para el genotipado final de *Thesium* fueron todos polimórficos y variables mostrando, además, un perfil diploide para todas las especies. Entre los resultados obtenidos cabe destacar que se detectó, de manera general, un exceso de heterocigotos en todas las localidades, dando lugar a desviaciones significativas del equilibrio de Hardy-Weinberg (Tabla 2). Los valores de heterocigosidad esperada (He) fueron similares entre todas las poblaciones y especies, y variaron entre 0,398 (LP-HV) y 0,515 (RET-CA). La presencia de alelos privados fue diferente entre especies, con *T. canariense* mostrando el mayor número de alelos privados (17) (Tabla 2).

Las estimaciones de los valores de autogamia (de 0 a 1) fueron bajas en todos los taxones *T. canariense* (0,000±0,015), *T. palmense* (0,061±0,049), *T. retamoides* (0,062±0,031) y *T. subsucculentum* (0,003±0,046), lo cual es un indicativo de pocas señales de autogamia para todas ellas. Sin embargo, se ha detectado un ejemplar completamente aislado con frutos fértiles, por lo que los porcentajes de autocompatibilidad deberían ser corroborados con estudios de campo de biología reproductiva.

Los análisis para detectar eventos de cuello de botella presentaron valores significativos ($p < 0,05$) de exceso de heterocigotos en *T. canariense* y *T. retamoides*. *Thesium pal-*

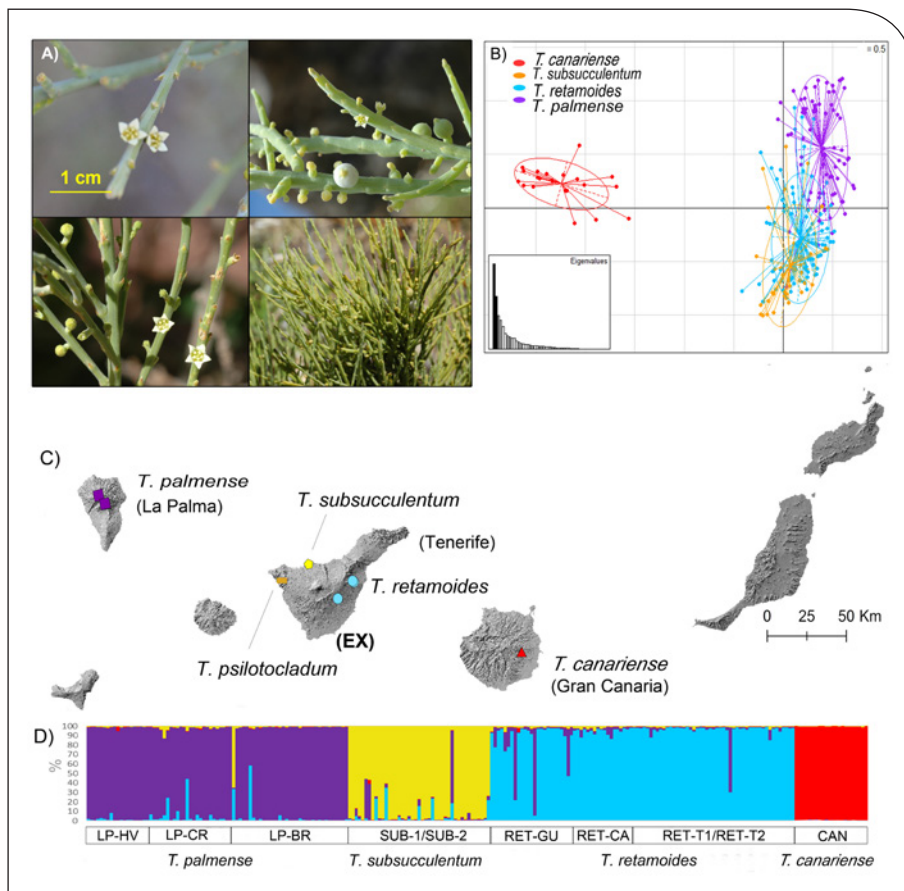


Figura 1. (A) Fotografías de las especies de *Thesium* incluidas en este estudio. De izquierda a derecha, *Thesium palmense*, *T. subsucculentum*, *T. retamoides*, *T. canariense*. Créditos: Ángel Palomares, Pedro Luis Pérez Paz y Ricardo Mesa. (B) Análisis de coordenadas principales (PCoA) basado en la distancia genética entre individuos. (C) Localidades muestreadas para cada especie en Canarias, incluyendo a la extinta *T. psilotocladum*. (D) Gráfico de barras de la inferencia bayesiana entre individuos ($K = 4$). Los colores indican la asignación de los ejemplares muestreados a cada grupo.

mense y *T. subsucculentum* no mostraron signos de eventos recientes de deriva genética.

Todas las especies de estudio mostraron valores moderados de diversidad genética en comparación con otras especies canarias analizadas con microsatélites (Sosa *et al.*, 2013). Los valores más bajos fueron encontrados en *T. palmense*. El patrón de colonización insular este-oeste encontrado en otras especies canarias, como *Phoenix canariensis* y *Lavatera acerifolia*, puede ser una de las causas de esta menor variación genética en la nueva especie de La Palma. Por otro lado, las causas biológicas que pueden explicar el exceso de heterocigosidad en las poblaciones abarcan desde tamaños poblacionales efectivos pequeños, sobredominancia asociativa, apareamiento selectivo negativo o reproducción asexual (Stoekel *et al.*, 2006). En este caso, no parece evidente la presencia de reproducción asexual o eventos de migración, por lo que el grave estado de conservación las poblaciones, con eventos de cuellos de botella recientes y tamaños poblacionales reducidos podrían explicar el exceso de heterocigositos en *Thesium* sect. *Kunkeliella* (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022).

Los índices de diferenciación genética F_{ST} mostraron importantes diferencias genéticas entre *T. canariense* y el resto de los taxones, con un rango de valores desde 0,381 a 0,446 (ver material suplementario en Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022). Los valores obtenidos entre *T. retamoides*, *T. subsucculentum* y *T. palmense*, sin embargo, mostraron un mayor nivel de similitud entre estas especies, con un rango de F_{ST} de 0,107 a 0,226. En consonancia con estos resultados, la

figura del PCoA, también mostró una clara separación entre *T. canariense* y el resto de las especies (Fig. 1B).

Sin embargo, el análisis de estructura bayesiana identificó 4 agrupaciones genéticas con clara segregación de individuos, lo cual coincide precisamente con su origen taxonómico, y una representativa asignación para *T. palmense* (Fig. 1D).

Uno de los principales objetivos de este estudio era determinar si las diferencias genéticas del taxón encontrado en La Palma con otras especies de *Thesium* sect. *Kunkeliella* eran suficientes para describirla como una nueva especie. Además, pretendíamos esclarecer las relaciones genéticas entre todas las especies del género no extintas y conocidas en la actualidad. En este sentido, a pesar de la alta diferenciación genética de *T. canariense*, los otros tres taxones se encuentran muy relacionados entre ellos. En *T. palmense*, la mayoría de los alelos privados son raros y en baja frecuencia, indicando una diferenciación reciente (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022), al contrario que *T. canariense*, que si presenta alelos privados con altas frecuencias alélicas.

Los análisis detectaron mayor relación genética entre *T. palmense* y *T. retamoides*, a pesar de que *T. subsucculentum*, se encuentre geográficamente más cercana a La Palma, coincidiendo con las mayores similitudes morfológicas entre ambos taxones.

Thesium retamoides y *T. subsucculentum* son especies diferenciadas y bien caracterizadas morfológicamente (Tabla 1), con un valor F_{ST} medio entre los pares de poblaciones de 0,145. Por lo tanto, entendemos que el mismo tratamiento y consideración se le debe dar al nuevo taxón palmero, ya que la similitud genética con las otras dos especies es similar: $F_{ST} = 0,136$ (con *T. retamoides*) y $F_{ST} = 0,193$ (con *T. subsucculentum*). Dados los resultados obtenidos en este estudio y la distinción morfológica, describimos las poblaciones de *Thesium* de La Palma como *Thesium palmense*, cuya descripción se encuentra al final del artículo.

Conclusiones e implicaciones para la conservación

Los resultados obtenidos para los endemismos canarios de *Thesium* y publicados de manera más extensa en Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2022, aportan una visión multidisciplinar del estado actual de este grupo en Canarias como base para su conservación. Además, el descubrimiento de *T. palmense* debería recibir especial atención, ya que su escaso número de efectivos la hace candidata a ser incorporada en los catálogos de especies amenazadas y elaborar planes de recuperación. Debido a la distribución restringida de *T. palmense* y el bajo grado de autogamia, es una especie vulnerable a los cambios externos, principalmente a los herbívoros introducidos, a la fragmentación de sus poblaciones y al cambio

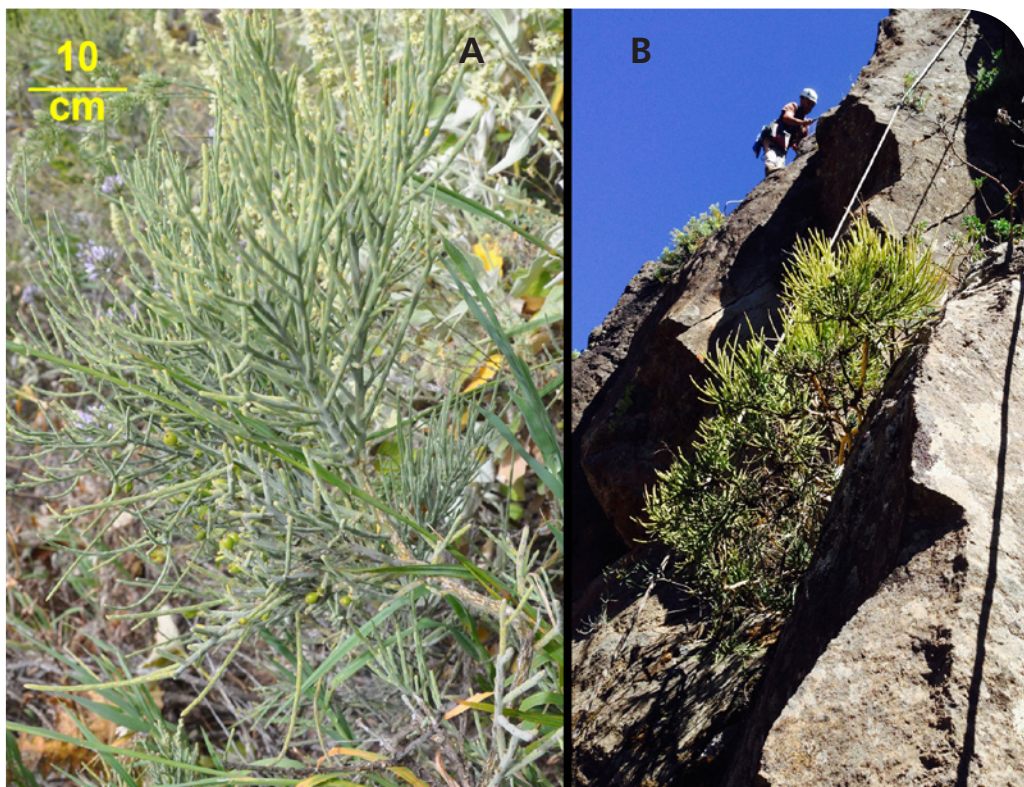


Figura 2. Fotografías de *Thesium palmense* / Localidad clásica: Andén de Calzones Rotos (A) Arbusto, (B) Trabajo de campo en la orografía escarpada donde habita *T. palmense*. Autor: Ángel Palomares.

beis oscuro, las jóvenes glaucas sutilmente es-triadadas y puberulentas. Hojas lineal-subuladas, de 1-1,5 mm, aplicadas, amarillentas, que se tornan marrones al enveje-cer. Flores subsésiles, con brácteas diminutas; con tépalos de color crema la cara interna, verdes y ligeramente puberulenta la externa; subagudos, intermedios entre *T. psilotocladum* (obtusos) y *T. retamoides* (agudos). Estambres subinclusos igualando el tubo del perigonio. Estigma trí-fido, ligeramente más largo que los estambres. Frutos globosos de apro-ximadamente 6 mm de diámetro, de color per-lado, coronado por los estigmas persistentes, ocreos. (Fig. 2)

TIPIFICACIÓN:

Holotypus: Andén de Calzones Rotos, 1650 m. Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, La Palma (Islas Canarias). Exposición NW. UTM 221413-3178337. 14 Marzo 2012. *Legit*: A. Palomares, R. Arocha, A. Toledo, A. Rodríguez, G. Balsera, J.E. Lorenzo y A. Acevedo. Depositado en el Herbario de la Universidad de La Laguna: TFC 50.728 + 7 *isotypus*.

climático. A la hora de elaborar un banco de germoplasma para la especie, los gestores deberían tener en cuenta tres fuentes semilleras diferentes, teniendo en cuenta la localidad de Jenebuque que todavía no ha sido analizada genéticamente. También sería importante hacer un seguimiento genético de los descendientes utilizados para las actividades de restauración y determinar su biología reproductiva

Este estudio también ha aportado información muy valiosa para *T. canariense*, *T. retamoides* y *T. subsucculentum*, las cuales se encuentran igualmente en un alto grado de amenaza a pesar de las acciones de recuperación llevadas a cabo en los últimos años.

Thesium palmense P. Pérez & P. Sosa, *American Journal of Botany* 109: 431 (2022)

Afin a *T. psilotocladum* y *T. retamoides* de Tenerife, pero se diferencia por:

Ramas más gruesas, divaricadas, subsuculentas; las viejas

Agradecimientos

Durante la redacción de este artículo, uno de los miembros del equipo, Aurelio Acevedo, falleció como consecuencia de una fatal caída en la Caldera de Taburiente. Queremos desde aquí destacar su importante labor y su inestimable compromiso y dedicación por el conocimiento científico y la conservación de la flora y en general de la biodiversidad canaria, y honrar su memoria para siempre.

Bibliografía

- Bañares-Baudet Á, Blanca G, Güemes J, Moreno-Saiz JC & S Ortiz (2004) *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- Forest F & JC Manning (2013) The minor genera *Kunkeliella* and *Thesidium* included in *Thesium* (Santalaceae). *Bothalia* 43: 214-216.
- Kämmer F (1975) Beiträge zur Kenntnis makaronesischer Santalaceae R. Br. *Cuadernos de Botánica Canaria* 23/24: 69-79.
- Rodríguez-Rodríguez P, Fernández de Castro AG, Pérez de Paz PL, Curbelo L, Palomares Á, Mesa R, Acevedo A & PA Sosa (2022) Evolution and conservation genetics of an insular hemiparasitic plant lineage at the limit of survival: the case of *Thesium* sect. *Kunkeliella* in the Canary Islands. *American Journal of Botany* 109(3): 419-436.
- Santos A (1993) *Kunkeliella retamoides* Santos, sp. nova (Santalaceae, sect. *Amphorogyne* Stauffer), nueva especie de la flora canaria. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51 (1): 145-146.
- Sosa PA, MÁ González-Pérez, EA González-González & E Rivero (2013) Genetic diversity of Canary endemisms revealed by microsatellites: knowledge after one decade of analysis. En: Caujapé-Castells J, Nieto Feliner G & JM Fernández-Palacios (Eds), *Proceedings of the Amurga International Conferences on Island Biodiversity*, 94-100 pp. Maspalomas.
- Stearn WT (1972) *Kunkeliella*, a New Genus of Santalaceae in the Canary Islands. *Cuadernos de Botánica Canaria* XVI: 11-26.
- Sventenius ERS (1960) *Additamentum ad floram canariensem* I. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Ministerio de Agricultura, Madrid, Spain.
- Stoeckel S, Grange J, Fernández-Manjarres JF, Bilger I, Frascaria-Lacoste N & S Mariette (2006) Heterozygote excess in a self-incompatible and partially clonal forest tree species - *Prunus avium* L. *Molecular Ecology* 15: 2109-2118.

Efecto de los vallados sobre la conservación de especies de flora amenazada

DOI: 10.15366/cv2021.26

Effects of fencing on threatened plant species conservation

■ JUAN LORITE¹, DAVID CUERDA², SANDRA GARCÍA DE LUCAS³, LAURA PLAZA⁴ y ANA MELLADO⁵

1. Depto. de Botánica. Facultad de Ciencias. c/ Severo Ochoa s/n. Universidad de Granada. 18017 Granada.
2. Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
3. Jardín Botánico Torre del Vinagre, Red Andaluza de Jardines Botánicos.
4. Laboratorio de Propagación Vegetal. Red Andaluza de Jardines Botánicos.
5. Depto. de Ecología. Facultad de Ciencias. c/ Severo Ochoa s/n. Universidad de Granada. 18017 Granada.

Resumen / Abstract

El exceso de herbivoría causa graves problemas de erosión, desertificación y pérdida de biodiversidad. Los vallados han sido ampliamente utilizados para controlar este problema, aunque se ha comprobado que estos vallados tienen a medio plazo tanto efectos positivos, como efectos negativos e indeseados. Sin embargo, no existen trabajos que evalúen su eficacia a medio-largo plazo. En este trabajo hemos seleccionado 6 especies de flora amenazada (localizadas en las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas y Sierra de Mágina) que presentan poblaciones valladas y sin vallar. En estas poblaciones se tomaron en campo datos de las especies amenazadas y de distintos parámetros del hábitat. De esta forma se comprobó que los vallados disminuían en general la presencia y actividad de ungulados, pero en algunas ocasiones los individuos de las poblaciones valladas producían un menor número de flores y frutos. Las zonas valladas experimentaron un aumento significativo en la cobertura, aumentando la competencia interespecífica para las especies amenazadas. No hubo cambios drásticos en el suelo, aunque sí un incremento en algunos parámetros indicadores de exceso de herbivoría en algunas poblaciones no valladas. La conclusión más clara de este trabajo es que el efecto de los vallados, positivo o negativo, no es uniforme, sino que varía entre especies y entre poblaciones de la misma especie. *Narcissus*, *Atropa* y *Glandora* se vieron beneficiadas, mientras que *Aquilegia*, *Euonymus* y *Geranium* no recibieron un beneficio claro. Se pone de manifiesto la necesidad de evaluar periódicamente la eficacia de los vallados, así como la necesidad de ensayar y evaluar métodos alternativos (vallados individuales, temporales, etc.).

Excessive herbivory causes serious problems of erosion, desertification, and biodiversity loss. Protective fences have been widely used to control this problem, although it has been proven that these fences have both positive and negative and undesirable effects in the medium term. However, there are no studies evaluating their effectiveness in the medium or long-term. In this work we have selected 6 threatened plant species (located in the Sierras de Cazorla, Segura y las Villas and Sierra de Mágina) with both fenced and unfenced populations. In these populations, data on the threatened species and different habitat parameters were collected in the field.

*It was found that fencing generally reduced the presence and activity of ungulates, but in some cases individuals in fenced populations produced a lower number of flowers and fruits. Fenced areas experienced a significant increase in cover, increasing interspecific competition for threatened species as well. There were no drastic changes in the soil, although there was an increase in some parameters indicative of overgrazing. The clearest conclusion of this work is that the effect of fencing, positive or negative, is not uniform, but varies among species and among populations of the same species. *Narcissus*, *Atropa* and *Glandora* were benefited, while *Aquilegia*, *Euonymus* and *Geranium* did not receive a clear benefit. Also, we highlighted the need to periodically evaluate the effectiveness of fencing, as well as the necessity to test and evaluate alternative fencing methods (individual fencing, temporary fencing, etc.).*

Palabras clave / Keywords

Vallados, flora amenazada, herbivoría, ungulados, gestión

Fencing, threatened flora, herbivory, ungulates, management

Introducción

El sobrepastoreo o exceso de herbivoría, por parte de animales silvestres o domésticos, es considerado como uno de los factores que tienen mayor impacto a nivel global, causando buena parte de los problemas de erosión, desertificación y pérdida de biodiversidad (Chapin *et al.*, 2001). En la actualidad el exceso de herbívoros es un importante factor de amenaza para muchas especies de plantas, especialmente las endémicas de área restringida, ya que cualquier perturbación, la herbivoría en este caso, puede afectar con mayor probabilidad a toda su distribución (Hobohm, 2014).

Una de las herramientas más utilizadas desde el Neolítico para proteger las plantas (generalmente cultivos) de los herbívoros, son los vallados de protección (Fig. 1). En biología de la conservación, los vallados se utilizan con frecuencia para proteger a la biodiversidad, de distintos factores de amenaza (Hayward *et al.*, 2009). Cuando se establecen vallados para la protección de plantas, generalmente los resultados positivos son muy rápidos y fáciles de evaluar y, por lo tanto, muy intuitivos. Sin embargo, los efectos a largo plazo son más difíciles de predecir, a veces contra-intuitivos y a menudo negativos (Tabla 1).

Aunque los pros y contras de los vallados para la conservación se han evaluado en numerosas ocasiones para los animales, especialmente para los grandes mamíferos (ver Hayward *et al.*, 2009 para una revisión), los efectos en la conservación/protección de plantas contra los herbívoros son muy escasos en la literatura (Lorite *et al.*, 2021).

En este contexto, las Sierras de Cazorla *s.l.* y Mágina, son enclaves interesantes para evaluar el efecto de estos vallados puesto que, por un lado, son zonas con una importante diversidad vegetal y originalidad (Lorite *et al.*, 2007) y por otro presentan además una gran cantidad de herbívoros, tanto silvestres como domésticos, que producen problemas de sobrepastoreo y exceso de herbivoría en algunas zonas, especialmente en años secos. Por ello, desde mediados de la década de 1980 se cercaron algunas poblaciones de especies amenazadas (Gutiérrez *et al.*, 2014), con el fin de protegerlas frente al exceso de herbivoría.

La hipótesis de partida era que las características particulares de cada especie y de su hábitat condicionarán el efecto neto, positivo, negativo o neutro, de los vallados. Por tanto, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto directo del va-

Tabla 1. Resumen de los efectos positivos y negativos de los vallados sobre plantas, de acuerdo con la literatura.

Efectos positivos

- Limitar herbivoría (Santoro *et al.*, 2012)
- Limitar pisoteo y nitrificación (Santoro *et al.*, 2012; Fenu *et al.*, 2016)
- Evitar recolección por parte de humanos (Santoro *et al.*, 2012)
- Aumento de la producción de semillas (Fenu *et al.*, 2016)
- Incremento supervivencia de plántulas (Fenu *et al.*, 2016).

Efectos negativos

- Cambios importantes en la composición y estructura de la vegetación (Al-Rowaily *et al.*, 2015).
- Aumento de la competencia intra- e interespecífica (Aschero & García, 2012).
- Cambios en la fauna de polinizadores y por tanto en la dispersión del polen (Bessega *et al.*, 2017).
- Limitación de la dispersión de semillas para algunas especies zoócoras (Aschero & García, 2012).
- Efecto llamada para recolectores ilegales (Hayward *et al.*, 2009).
- Elevado coste de instalación y mantenimiento que no pueden ser asumidos por muchos programas de conservación (Tanentzap & Lloyd, 2017) (Fig. 1).

llado de exclusión de ungulados sobre seis especies de flora amenazada del SE de la Península Ibérica, así como su efecto indirecto a través de los cambios producidos en el hábitat de estas especies.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas (214000 ha) y en el Parque Natural de Sierra Mágina (19961 ha), ambos ubicados en el sureste de la Península Ibérica (Jaén). Los dos espacios naturales presentan un clima mediterráneo continental típico con un verano seco y un invierno húmedo. Las precipitaciones oscilan entre 400 y 1900 mm, con noviembre y abril como los meses más húmedos y julio y agosto como los más secos. La media anual de temperatura en el Parque de Cazorla es de 11, 7° C, con enero (4° C) como mes más frío y agosto (21° C), como el más cálido. Las rocas predominantes en la zona son calizas y dolomías. Las dos áreas están formadas por una red de abruptas cadenas montañosas, con altitudes que van de 500 m.s.n.m. a 2107 (Pico Empanadas), ó 2169 (Pico Mágina). La vegetación está compuesta de una mezcla de pinares de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco, *P. halepensis* Mill. y *P. pinaster* Ait., con planifolios de hoja perenne o caduca, destacando: *Quercus rotundifolia* L. y *Q. faginea* Lam. (Gómez-Mercado, 2011). Estos macizos han estado sometidos históricamente a una importante herbivoría, por parte de ungulados domésticos y silvestres al menos durante el último siglo (García-González & Cuartas, 1989), lo que ha afectado significativamente a la estructura, composición y regeneración de la vegetación, constituyendo el principal factor de amenaza para muchas especies de flora de esta área (Lorite *et al.*, 2007).

Muestreo de las especies

Para este estudio se seleccionaron las especies, teniendo en cuenta que fueran: i) especies amenazadas (CR y EN) e incluidas en el Catálogo Nacional (excepto *Euonymus latifolius*), ii) con poblaciones valladas y no valladas (idealmente 5 valladas y 5 no valladas), con al menos 30 individuos por población (siempre que fuese posible), iv) con vallados de 10 años al

menos, para poder observar efectos demográficos y sobre la comunidad. Todos los vallados fueron del mismo tipo, elaborados con malla cinegética, postes de madera y una altura aproximada de 2 m. Las especies seleccionadas fueron: *Atropa baetica* Willk., *Geranium cazorlense* Heywood, *Narcissus longispatus* Pugsley, *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* (Heywood) Galiano & Rivas-Mart., *Euonymus latifolius* (L.) Mill. y *Glandora nitida* (Ern.) D.C. (Fig. 2 a-f). En general nos referiremos a ellas como especies/individuos focales.

Los muestreos se diferenciaron en cinco bloques (1-5) que nos permitieron analizar los siguientes parámetros entre poblaciones valladas y no valladas, para así poder comparar el efecto del vallado para las distintas poblaciones y especies estudiadas (Fig. 3):

1) Efecto del vallado sobre el potencial reproductivo, el biovolumen y el entorno próximo de los individuos

focales. Para ello se escogieron al azar 25-30 individuos por cada población (vallada o sin vallar) de las 6 especies estudiadas. En el caso de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*, cuyas poblaciones cuentan con un bajo número de individuos, se seleccionaron todos los individuos presentes en cada población, diferenciando los núcleos vallados y no vallados. El potencial reproductivo se cuantificó como número de flores y el número de frutos en los individuos seleccionados, realizando las estimas durante el pico de flo-



Figura 1. Vallados de exclusión de ungulados. **a)** Población vallada de *Atropa baetica*. **b)** Población de *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* con vallado sin mantenimiento, que permite el acceso a herbívoros. Todos los vallados que no se encontraban en perfectas condiciones fueron desechados para este estudio (Fotos: J. Lorite, A. Mellado).



Figura 2. Especies incluidas en el estudio. **a)** *Atropa baetica*, **b)** *Geranium cazorlense*, **c)** *Narcissus longispathus*, **d)** *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, **e)** *Euonymus latifolius*, **f)** *Glandora nitida* (Fotos: J. Lorite, A. Mellado).

ración y fructificación, respectivamente, en todas las poblaciones de cada una de las especies estudiadas. Para tener una estima más precisa, y poder analizar limitaciones en la reproducción, tanto flores como frutos se han estimado en los mismos individuos. El tamaño de los individuos se calculó mediante un método no destructivo. Para ello en cada individuo se midió la altura máxima y el diámetro medio, con lo que se calculó el biovolumen mediante la fórmula de semi-esferoide [$V = (4/3\pi r^2 h)/2$; donde r es el radio y h la altura máxima]. Con el fin de analizar el efecto del vallado sobre el entorno más próximo a los individuos seleccionados, en cada individuo se midió: (i) la distancia a la planta más cercana (distancia al vecino más próximo) y la identidad de ésta; (ii) la densidad (individuos/m²) y (iii) composición taxonómica (identidad y abundancia) de la comunidad vegetal en un 'plot' circular alrededor de cada individuo—50 cm de diámetro en el caso de *Geranium cazorlense*, *Aquilegia*

pyrenaica subsp. *cazorlensis*, *Narcissus longispathus*, *Glandora nitida*, y 100 cm de diámetro en el caso de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*—, en el que se registraron todas las especies perennes y su frecuencia.

2) Efecto del vallado sobre la composición taxonómica de la comunidad vegetal y la densidad poblacional.

Para evaluar la estructura y composición de la comunidad vegetal se estimó la cobertura (%) y composición de especies dentro y fuera de los vallados. Estas variables se cuantificaron mediante 3 transectos de intercepción (10-25 m de largo x 2 m ancho) con 3 puntos de contacto cada 50 cm (Fig. 2), muestreando la misma superficie en poblaciones valladas y no valladas. El punto medio del transecto se ubicó en todos los casos en el núcleo más denso de la población focal, y se extendió hacia los dos extremos, hasta abarcar los individuos más distantes. La densidad de la especie focal se estimó contando el total de individuos presentes en los transectos de vegetación.

3) Efecto del vallado sobre las propiedades físico-químicas del suelo.

Para ello en cada población (vallada y no vallada) se midió la temperatura y la humedad con un TDR (HH2 Moisture Meter, Delta-T Devices) y se tomaron cuatro cores de suelo (5 cm diámetro y 10 cm de profundidad). Las muestras se transportaron en bolsas de polietileno y tamizaron (tamiz de 2 mm) en el laboratorio para eliminar piedras y partículas visibles de material vegetal; posteriormente las 4 muestras de suelo de cada parcela se combinaron en una única muestra compuesta para su análisis. Una fracción (aproximadamente 60 g) de cada muestra compuesta de suelo se secó a temperatura ambiente durante 7 días y se almacenó hasta su posterior análisis en el laboratorio (siguiendo la metodología descrita en (Mañares *et al.*, 1998). En el laboratorio se midió la textura del suelo (% de limo grueso, limo fino, arena y arcilla); el pH; el % de carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno total; el fósforo (ppm); la conductividad eléctrica; el % de saturación; y la cantidad (mg/L) de fluoruros, cloruros, nitratos, nitritos y sulfatos.

4) Efecto del vallado sobre la herbivoría foliar.

Este parámetro se calculó como el porcentaje de planta consumida por herbívoros en 10 individuos de cada especie y población. En cada uno de estos individuos se seleccionaron aleatoriamente 5 hojas en las que se estimó el porcentaje de defoliación relativo al total del área foliar siguiendo una escala semicuantitativa (Fig. 3). En las poblaciones de *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius* de menos de 10 individuos se muestrearon más hojas por individuo, intentando alcanzar la cifra de 50 hojas por población.

5) Efecto del vallado sobre el control de ungulados.

Para evaluar la actividad de los ungulados dentro y fuera del vallado se cuantificó el total de excrementos localizados en una superficie de 100 m² en torno al núcleo principal de la población. Para las especies que forman excrementos compuestos por pequeñas unidades (ciervo, gamo, cabra

	Narcissus	Atropa	Euonymus	Geranium	Aquilegia	Glandora
Limitación de la herbivoría: porcentaje de defoliación con respecto al total del área foliar (10 individuos por población / 5 hojas por individuo).	●	●	○	○	○	○
Producción de flores: número de flores por individuo en los individuos seleccionados en cada población.	○	○	○	●	○	●
Producción de frutos: número de frutos por individuo en los mismos individuos seleccionados para el conteo de flores.	●	○	○	●	○	●
Biovolumen: estima del tamaño de los individuos seleccionados (aproximación a un semi-esferoide).	○	○	○	○	○	○
Distancia al vecino más próximo: Distancia (cm) a la planta más cercana.	○	○	○	○	○	○
Densidad de plantas en la vecindad (estimación indirecta de la competencia). Número de plantas contabilizadas en plots circulares alrededor de los individuos seleccionados.	●	○	○	○	○	●
Exclusión de ungulados: conteo del total de excrementos de ungulados / 100 m ² .	○	●	○	○	○	●
Densidad poblacional: número de individuos / m ² .	○	●	●	●	○	○
Cobertura vegetal: porcentaje de superficie cubierta por vegetación.	○	●	●	●	○	○

● Efecto positivo ● Efecto negativo Sin efecto claro

Figura 3. Síntesis de los efectos obtenidos (positivos, negativos o dudosos) para las 9 variables analizadas por cada una de las 6 especies incluidas en este estudio.

montés, muflón, oveja y cabra doméstica), se consideraron como excrementos independientes aquellos “núcleos” de excrementos localizados a más de 1m de distancia, evitando así sobreestimar la abundancia de excrementos en caso de encontrar núcleos dispersos por el suelo en lugar de concentrados en un mismo punto.

Los muestreos de campo de *Atropa baetica*, *Geranium cazorlense*, y *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, se realizaron de junio a septiembre de 2020, mientras que *Narcissus longispathus*, *Glandora nitida* y *Euonymus latifolius* se muestrearon entre marzo y septiembre de 2021.

Resultados y discusión

Los vallados consiguieron disminuir en general la actividad de los ungulados; esto se vio reflejado, tanto en un menor ramoneo de las especies amenazadas, como en una menor presencia de excrementos, excepto en 1 de las 10 poblaciones analizadas de *Geranium cazorlense* y en las de *Euonymus latifolius*, para las que no se encontraron diferencias significativas en la actividad de ungulados dentro y fuera del vallado. Esto se debió, en el caso de *Geranium cazorlense*, a que uno de los vallados presenta grandes dimensiones y a pesar de que se encuentra en buenas condiciones y se repara con rapidez cuando hay algún desperfecto, los ungulados, específicamente cabra montés y muflón, acceden en ocasiones, aunque en un número significativamente menor que en las zonas adyacentes no valladas. En el caso de *Euonymus* la mayoría de las poblaciones presentaban una baja presencia de excrementos, tanto fuera, como dentro del vallado, por lo que el vallado no tuvo un efecto significativo a la hora de disminuir la presencia de ungulados, ya de por sí baja. En el caso de *Atropa baetica* y *Narcissus longispathus* la herbivoría foliar fue significativamente mayor fuera de los vallados.

El vallado tuvo un efecto positivo significativo sobre el número de flores y frutos de *Glandora nitida* y sobre el número de frutos de *Narcissus longispathus*; por el contrario, el vallado tuvo un efecto negativo significativo sobre las flores y frutos de *Geranium cazorlense*. Para todas las especies es-

tudiadas, tanto el biovolumen como la distancia al vecino más próximo mostraron valores similares en poblaciones valladas y no valladas. En el caso de *Narcissus longispathus* y *Glandora nitida* la densidad de la comunidad de plantas vecinas fue mayor en las poblaciones no valladas, indicando que las especies focales se encontraban en núcleos de vegetación más densos fuera del vallado, es decir, buscaban refugio asociándose a otras plantas próximas, frecuentemente espinosas.

Las zonas con vallados mostraron mayor cobertura vegetal, excepto en el caso de *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* donde no se encontraron diferencias significativas entre dentro y fuera de los vallados, y en *Glandora nitida* y *Narcissus longispathus* donde las diferencias fueron marginalmente significativas.

Un aumento de la cobertura puede traducirse en un aumento de la competencia interespecífica por efecto del vallado. La composición taxonómica de la comunidad vegetal estaba influenciada principalmente por el hecho de que eran especies que ocupan distintos hábitats, pero además el vallado cambiaba significativamente la composición de la comunidad dentro de una misma especie, con lo cual se comprobó que el vallado produce importantes cambios a nivel del hábitat. En el caso de *Geranium cazorlense*, *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius*, la densidad de la especie focal es significativamente mayor dentro de las poblaciones valladas; en el caso de *Glandora nitida* sucede lo contrario, mientras que en *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis* y *Narcissus longispathus* no se observan diferencias claras.

En cuanto a los distintos parámetros edáficos analizados, en general se han obtenido pocas diferencias entre las zonas valladas y no valladas. En particular, el vallado en *Atropa baetica* y *Euonymus latifolius* no parece tener repercusión significativa en ninguna variable edáfica relevante. En *Aquilegia pyrenaica* subsp. *cazorlensis*, en cambio, existieron diferencias significativas en el nivel de: carbono orgánico, fósforo, materia orgánica o nitrógeno total, siempre más elevadas en las poblaciones valladas. Esto podría deberse a una menor interferencia de los herbívoros en el suelo, lo que podría traducirse en mayor actividad biológica y una mejora en estos indicadores. En *Geranium cazorlense* y *Glandora nitida* hay una diferencia muy significativa en cuanto a los nitratos, mucho más altos en las zonas no valladas, donde la actividad de los ungulados es muy elevada.

Conclusiones

La primera conclusión que podemos sacar de este estudio es que la respuesta del hábitat a los vallados (positiva o negativa) no es uniforme, sino que varía entre especies, e incluso entre poblaciones de la misma especie, para muchos de los parámetros analizados.

En la mayoría de los casos estudiados, los vallados suelen ejercer un control efectivo del acceso de ungulados y por tanto limitan la herbivoría. De esta manera, el vallado favo-

rece la reproducción y reduce la competencia en *Narcissus* y *Glandora*; disminuye el daño por herbivoría en *Narcissus* y *Atropa*. Sin embargo, vallar disminuye la capacidad reproductiva de *Geranium* y no tiene ningún efecto evidente sobre *Euonymus latifolius*.

Los parámetros edáficos más interesantes para poner de manifiesto los cambios producidos por los vallados son: carbono orgánico, fósforo, materia orgánica o nitrógeno total, nitratos, nitritos y sulfatos.

Para una especie concreta, el efecto del vallado puede ser positivo, negativo o neutro, dependiendo del parámetro analizado, por lo que la valoración global de si el vallado es necesario o no debe tomarse teniendo en consideración el aspecto que se desea potenciar en cada caso (Fig. 3).

En general, podemos decir que *Narcissus*, *Atropa* y *Glandora* se ven beneficiadas, mientras que *Aquilegia*, *Euonymus* y *Geranium* no reciben un beneficio claro. Por lo tanto, el mantenimiento del vallado en estas tres últimas especies no es prioritario. En el caso de *Euonymus* sería más discutible, puesto que para la mayor parte de los parámetros no hay un efecto positivo del vallado.

Este estudio pone de manifiesto la necesidad de hacer un seguimiento a los vallados que se instalen para evaluar su eficacia y así poder valorar si es necesario mantenerlos a largo plazo o no. En este sentido, un muestreo detallado de la situación de la población antes del vallado debería ser un requisito previo a la instalación de cualquier vallado. Carecer de los datos para este punto de partida dificulta mucho evaluar el efecto de cada vallado particular.

Es necesario investigar métodos de vallado alternativos (vallados o protecciones individuales, temporales, etc.), sobre todo en las poblaciones en las que se han obtenido peores resultados.

El seguimiento de más especies, con distinto biotipo (ej. anuales) y otros rasgos funcionales diferentes (tipo de hoja, con/sin crecimiento clonal, con/sin defensas físicas o químicas, etc.), permitiría elaborar unas recetas comunes de seguimiento y de manejo, basadas en rasgos funcionales comunes, que permitirían optimizar la decisión de vallar, así como la gestión posterior de los vallados.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolló en el marco del Contrato de investigación: "Apoyo experto para el análisis del efecto de la presencia de vallados sobre la conservación de especies de flora amenazada Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas", suscrito entre TRAGSATEC y la Universidad de Granada y financiado por la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina (MITECO). Marta Viu (MITECO), Eduardo Campos (TRAGSATEC) y Carmela Capistros (TRAGSATEC) se encargaron de la coordinación y dirección administrativa del correspondiente contrato suscrito.

Los autores quieren mostrar su reconocimiento a Vernon Heywood, pionero en el estudio de la flora de Cazorla y fallecido recientemente (D. E. P.).

Bibliografía

- Al-Rowaily SL, El-Bana MI, Al-Bakre DA, Assaeed AM, Hegazy A.K & MB Ali (2015) Effects of open grazing and livestock exclusion on floristic composition and diversity in natural ecosystem of Western Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 22: 430-437.
- Aschero V, & García D (2012) The fencing paradigm in woodland conservation: Consequences for recruitment of a semi-arid tree. *Applied Vegetation Science* 15: 307-317.
- Besega C, Pometti C, Campos C, Saidman BO & JC Vilardi (2017) Implications of mating system and pollen dispersal indices for management and conservation of the semi-arid species *Prosopis flexuosa* (Leguminosae). *Forest Ecology and Management* 400: 218-227.
- Chapin FS, Sala OE, & E Huber-Sannwald (2001) *Global Biodiversity in a Changing Environment*. Springer-Verlag, New York.
- Fenu G, Cogoni D, & G Bacchetta (2016) The role of fencing in the success of threatened plant species translocation. *Plant Ecology* 217: 207-217.
- García-González R, & P Cuartas (1989) A comparison of the diets of the wild goat (*Capra pyrenaica*), Domestic Goat (*Capra hircus*), Mouflon (*Ovis musimon*) and the domestic sheep (*Ovis aries*) in the Cazorla Mountain range. *Acta Biologica* 9: 123-132.
- Gómez-Mercado, F (2011) Vegetación y flora de la Sierra de Cazorla. *Guineana* 17: 1-481.
- Gutiérrez L, García S, Cuerda D, & F Marchal (2014) Aportaciones al conocimiento de la distribución y el estado de conservación del endemismo amenazado *Solenanthes reverchonii* Debeaux ex Degen (Boraginaceae) en Andalucía (España). *Anales de Biología* 36: 135-140.
- Hayward MW & Kerley GIH (2009) Fencing for conservation: Restriction of evolutionary potential or a riposte to threatening processes? *Biological Conservation* 142: 1-13.
- Hobohm, C (2014) *Endemism in Vascular Plants*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London.
- Lorite J, Navarro FB, & Valle F (2007) Estimation of threatened orophytic flora and priority of its conservation in the Baetic range (S. Spain). *Plant Biosystems* 141: 1-14.
- Lorite J, Salazar-Mendias C, Pawlak R, & EM Cañadas (2021) Assessing effectiveness of exclusion fences in protecting threatened plants. *Scientific Reports* 11: 16124.
- Mañares A, Sánchez J, de Haro S, Sánchez ST, & F del Moral (1998) *Análisis de suelos, metodología e interpretación*. Servicio de Publicaciones Universidad de Almería, Almería.
- Santoro R, Jucker T, Prisco I, Carboni M, Battisti C, & ATR Acosta (2012) Effects of trampling limitation on coastal dune plant communities. *Environmental Management* 49: 534-542.
- Tanentzap AJ, & KM Lloyd (2017) Fencing in nature? Predator exclusion restores habitat for native fauna and leads biodiversity to spill over into the wider landscape. *Biological Conservation* 214: 119-126.

Fotografía experimental y Botánica: un ejercicio de ecocrítica visual

■ GERARDO STÜBING¹

1. Universidad de Valencia. Depto. de Botánica y Geología.
gerardo.stubing@uv.es

Resumen / Abstract

Se plantea el concepto de ecocrítica visual a través de la fotografía experimental tomando como referente formal las plantas, uno de los principales objetos de estudio de la Botánica. Para ello, se presentan una serie de trabajos artísticos que recurren al empleo híbrido de diversas técnicas propias de la fotografía experimental como son el argirotipo, la cianotipia y las transferencias con disolventes, entre otras. El objetivo es conseguir una sensibilización social a través de la apreciación estética, desligada de un pragmatismo económico y egoísta, de diversos aspectos ligados a la sostenibilidad como el cambio climático, las energías limpias y la aplicación de tecnologías que comprometen la calidad medioambiental.

The concept of visual ecocriticism is proposed through experimental photography, taking plants as a formal reference, one of the main objects of study in Botany. To do this, a series of artistic works are presented that resort to the hybrid use of various techniques of experimental photography, such as the argyrotipo, cyanotype and solvent transfers, among others. The objective is to achieve social awareness through aesthetic appreciation, detached from economic and selfish pragmatism, of various aspects linked to sustainability such as climate change, clean energy and the application of technologies that compromise environmental quality.

Palabras clave / Keywords

Argirotipia, fotografía experimental, ecocrítica visual, ceguera vegetal, Botánica

Argyrotipo, Experimental Photography, Visual Ecocriticism, Plant blindness, Botany

Introducción

Vivimos en el Antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000) inmersos en la considerada sexta extinción masiva de especies o pérdida de biodiversidad, como consecuencia del impacto del hombre sobre los ecosistemas y sus derivadas como el cambio climático ligado al calentamiento global. En este sentido merece la pena destacar que según el primer estudio publicado de biomasa global del planeta (PNAS, 2018), el ser humano solo constituye el 0,01 % de toda la vida en la Tierra mientras que las plantas constituyen aproximadamente el 80%.

A finales del siglo XX, Wandersee & Schlussler (1999) describieron un fenómeno que denominaron "*plant blindness*" (ceguera por las plantas), donde sientan las bases de la percepción y cognición visual que hacen que a menudo las plantas de nuestro entorno pasen desapercibidas y no se valoren adecuadamente, provocando una insensibilidad a sus cualidades estéticas y al papel tan significativo que juegan en todos los aspectos de nuestra vida. Esta falta de reconocimiento y consideración conlleva su destrucción sin muchos miramientos, a pesar de las implicaciones, hoy ya bien conocidas y aceptadas.

Evolutivamente todos estamos filogenéticamente relacionados y al igual que oculto a nuestros ojos compartimos aspectos bioquímicos y moleculares, también la morfología y el desarrollo comparten características, lo que hace que inconscientemente nos veamos reflejados en cualquiera de las manifestaciones de la naturaleza. Por ello, desde siempre en la creación artística, se ha recurrido a las plantas con fines puramente estético-ornamentales, simbólicos, rituales o devocionales. Tal vez, a través del arte (artistas e institucio-

nes) se pueda paliar, al menos parcialmente, dicha ceguera permitiendo una concienciación medioambiental al respecto que genere resultados tangibles.

Ecocrítica visual

El ecocrítica se ha definido, en su interpretación más restrictiva (Wendell, 1986), como el estudio de la relación entre la literatura y el medioambiente, relaciones ecológicas y el entorno físico. Es una corriente interdisciplinaria que se centra en la convergencia entre la expresión literaria y las problemáticas medioambientales, intentando aportar ideas que contribuyan a la resolución los problemas relacionados con el uso sostenible de los recursos de nuestro entorno. Bajo este concepto, de amplio espectro, se incluyen también otras designaciones como: "Estudios verdes", "Ecopoética" y "Crítica literaria ambiental", entre otros.

Partiendo de este concepto, desarrollo mi trabajo recurriendo a las artes visuales, estableciendo para este proceder la denominación de "Ecocrítica visual". Mi intención es atraer a la sociedad a la belleza sorprendente e inherente de las creaciones de la naturaleza, a las que hace 4 siglos el filósofo Baruch Spinoza (1632-1677), en su obra "*Ethica*" (Wolfson, 1962) se refiere como "*Natura naturata*" concepto bajo el que incluye al conjunto de los seres creados por la fuerza de la naturaleza que denomina "*Natura naturans*". Por ello, mis obras buscan sensibilizar, a través de la contemplación de la armonía de la naturaleza, sobre su valor intrínseco y también sobre la necesidad de su conservación y respeto, de cara a un desarrollo sostenible que pasa por el mantenimiento de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

Es cierto que hoy en día existe una conciencia social ligada al concepto de sostenibilidad. Sin embargo, en una gran parte de la sociedad, esta es puramente egoísta y pragmática, ya que se basa casi exclusivamente en las incomodidades y consecuencias económicas y de pérdida de bienestar y no, en un verdadero aprecio desinteresado por los ecosistemas y la biodiversidad. Este se justifica, entre otros fundamentos, en la tan esgrimida y no cumplida obligación ética y moral que debemos tener para garantizar que no vamos a privar irreversiblemente a las futuras generaciones de ningún recurso, ni creación de la naturaleza. Lamentablemente, en el momento en el que los problemas directos se resuelvan, al menos a corto plazo, el neoliberalismo volverá a plantear una explotación insostenible del medio que nos rodea. En este sentido resultan inquietantes las noticias publicadas en la prestigiosa revista *Science* (Tao *et al*, 2021) sobre tecnologías que permiten secuestrar y reciclar el anhídrido carbónico para transformarlo en azúcares, imitando lo que ya hacen las plantas mediante la fotosíntesis desde hace millones de años. Este logro tecnológico puede ser la justificación de que la función de la cubierta vegetal en lo que al cambio climático se refiere, puede ser reemplazada por la tecnología y en consecuencia su protección no es tan necesaria para nuestra supervivencia.

Elaine Scarry (1999) apunta que la belleza inspira protección porque la percepción de la belleza requiere que el espectador reconozca la "vitalidad" de lo que se percibe. Cuando la belleza se pasa por alto inicialmente, pero luego se reconoce, resulta discordante. Sin duda estamos inmersos en una maraña de imágenes desbordante, hasta tal punto que Joan Fontcuberta, referente ineludible de la fotografía contemporánea, ha propuesto el término "*Homo photographicus*" (Fontcuberta, 2020), de tal manera que por lo general no somos capaces de valorar su contenido. Por otro lado, dichas imágenes tienen una impronta común, ligada al medio empleado para su obtención, lo que hace que exista una uniformidad estético-visual cada vez más estandarizada.

En mi trabajo intento llamar la atención del observador a partir de una estética y acabado que no son las habituales en el siglo XXI. Además, en estas obras se percibe una factura manual y no repetible que sorprende ante la ya citada estandarización reproducible, como ya adelantó premonitoriamente Walter Benjamin en su ensayo de 1936, tantas veces citado, "La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica", donde se ocupa de la "pérdida del aura" de las obras de arte como consecuencia de su reproducción técnica que implica pérdida de singularidad, originalidad y valor ritual.

La fotografía experimental

Los objetivos, además de los puramente artísticos y ecocríticos visuales que buscan la sensibilización de la sociedad a través de la belleza, también se centran en el desarrollo experimental mediante la hibridación de diversas técnicas de los siglos XIX, XX y XXI, que compiten a técnicas del dibujo (serigrafía, grabado, etc.), pintura y fotografía tanto analógica como digital. Todo ello partiendo de un conocimiento científico

adquirido a lo largo de más de cuatro décadas de trabajo en la investigación botánica.

El interés de esta aportación compete no solo a la representación descriptiva visual con fines científicos, sino que incluye una integración artística que sitúa estas imágenes en una posición intermedia entre la fotografía convencional y la ilustración artística naturalista. Por otro lado, la impronta visual de estas técnicas, al ser poco utilizadas en la actualidad, aporta unos matices y diferencias texturales y compositivas muy atractivas y sorprendentes para el observador. Aportan la exactitud representativa de una imagen fotográfica eliminando la subjetividad representativa del ilustrador, al tiempo que se mantiene una estética pictorialista.

Por limitaciones de espacio voy a presentar sintéticamente y a modo de ejemplo la argirotipia (Stübing, 2021b), una de las diversas técnicas que empleo en mis creaciones (Stübing, 2021a).

Argirotipia

John Herschel en 1842, unos meses después de presentar la técnica de los cianotipos en la *Royal Photographic Society* en Inglaterra desarrolló el argentotipo, basado en la capacidad de las sales ferrosas, también utilizadas en la cianotipia, para reducir la plata a su estado metálico y formar imágenes. Uno de los problemas de estos argentotipos es su mala conservación e inestabilidad, ya que la plata metálica que conforma la imagen se degrada por la acción oxidante del hierro férrico que queda como residuo en el papel y también por la acción de los productos azufrados del ambiente.

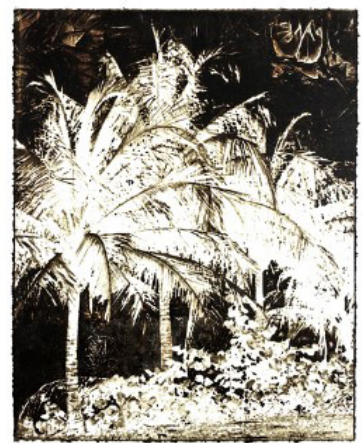
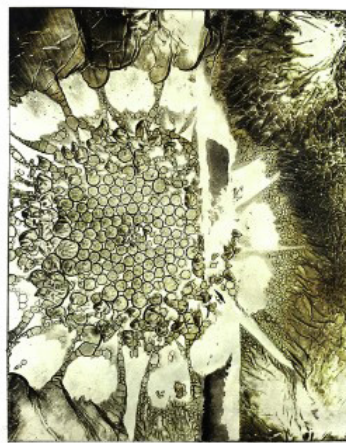
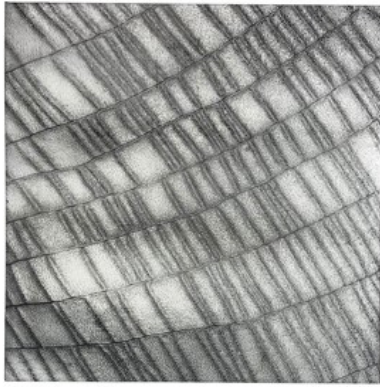


Figura 1. Serie *Climatic Change*. Argirotipia y pigmentos transferidos sobre papel (50 x 40 cm cada pieza).



Calathea zebrina

57x63x20



Calanthe esculenta

57x63x20



Plantago lanceolata



Cyperus rotundus

Figura 2. Serie *Clean Energy* (arriba): argirotipia sobre papel japonés de 22 g (50 x 50 cm cada pieza) y serie *Monsanto Creations* (abajo): cianotipia sobre cristal (50 x 50 cm cada pieza).

Sobre la base de los argentotipos de Herschel, el químico Mike Ware (1991) desarrolla una nueva técnica que denomina argirotipo, simplificando el proceso y permitiendo obras con una mejor conservación. La imagen la forman partículas microscópicas de plata coloidal mucho más pequeñas que las que se presentan las convencionales copias de gelatina a las sales de plata.

Habitualmente los trabajos se realizan sobre papel, aunque también se pueden utilizar otros soportes convenientemente tratados como el cristal, aluminio, tejidos, papeles washi, etc. Además, se han desarrollado técnicas novedosas como la consistente en mezclar gelatina con la solución fotosensible del argirotipo. Dicha gelatina, en estado líquido se vierte y extiende sobre un soporte de metacrilato bien nivelado y se deja secar para luego exponerla con el negativo de contacto en la mesa de luz UV. Una vez procesada se deja secar y con ayuda de una cuchilla y mucha delicadeza se despegas del soporte y se transfiere al papel al modo de las "polaroid emulsion lifts".

Otra opción interesante es la hibridación de esta técnica con otras, recurriendo a una combinación entre argirotipia y transferencia con disolventes a partir de una imagen en color. Para ello se realizan los correspondientes ajustes digitales y se obtienen dos copias electrográficas con tóner sobre acetatos. Una copia se realiza mediante una impresión de los canales CMY (en positivo e invertida especularmente) y la otra con el canal K también especularmente invertida, pero en negativo.

Serie *Climatic Change*

Esta serie (Fig. 1) establece una alegoría al cambio climático y una de sus principales consecuencias, la desertificación de amplios territorios y la pérdida de biodiversidad.

El proceso de degradación química al que se someten los negativos de partida genera una estética que recuerda al aspecto que presentan las plantas sometidas a prolongados periodos de estrés por falta de agua antes de morir. Asimismo, en aquellos casos en los que la composición de la imagen incluye el entorno, también en este se observa una estructura agrietada que recuerda a los suelos sometidos a sequías prolongadas. Por otro lado, las tonalidades amarillentas y algo rojizas predominantes, consecuencia del tratamiento tanto físico como digital al que se someten los negativos y las impresiones, transmiten una sensación de calor sofocante acorde con estos procesos de desertificación.

Se combinan los siguientes procesos: obtención de imágenes analógicas en blanco y negro, *mordancage* de los negativos, tratamiento digital para transformar las imágenes en color CMYK e impresión manual mediante transferencia de tóner con disolvente y argirotipia.

Serie *Clean Energy*

La serie pretende destacar la exitosa estrategia de las hojas de las plantas para la captación y transformación de la energía solar, a través de la observación de su estructura, armonía, fractalidad y organización precisa. Podríamos establecer un paralelismo análogo entre las plantas y sus comunidades y nuestra sociedad, en la que las hojas serían los paneles solares de nuestras viviendas sostenibles (tallos y ramas) agrupadas en ciudades o comunidades vegetales (bosques, matorrales, prados, etc.). Todo ello integrado en un ecosistema global que integraría las diferentes formas de vida.

Se han fotografiado hojas de plantas vivas con una vieja cámara *Polaroid* CU-5 y objetivos *Tominon* de 75 mm y 135 mm, adaptada para poder emplear placas de 4x5' (Fo map n 100) recortadas, ya que se ha dejado de fabricar película para este tipo de cámaras. Una vez reveladas se escanean para preparar contactos que se imprimen mediante argirotipia sobre papel japonés de 22 g (Fig. 2).

Serie *Monsanto Creations*

El objetivo fundamental de esta serie es denunciar las actividades agresivas hacia los ecosistemas, de *Monsanto Company*, multinacional estadounidense fundada en 1901 y dedicada a la agroquímica y a la biotecnología. En 2016 fue absorbida por la farmacéutica *Bayer*. A lo largo del siglo XX este gigante ha desarrollado algunos productos, en aras al bienestar de la humanidad, pero que en realidad representan un peligro para el hombre y el planeta: glifosato, semillas transgénicas, agente naranja y hormonas para el ganado entre otros.

En las obras (Fig. 2) se recurre a un fondo que reproduce textos relacionados con estas actividades peligrosas, cubiertos por la representación de una planta que enmascara dicho texto, lo que dificulta advertir el peligro que esconden estos productos y que se enmascaran como beneficiosos.



Figura 3. Serie Mayo 2050. Pigmentos transferidos y tinta china sobre papel 300 g (50 x 40 cm cada pieza).

Las obras se han realizado con cianotipias sobre cristal a partir de negativos analógicos.

Serie Mayo 2050

El Día Internacional de la Diversidad Biológica se celebra el 22 de mayo de cada año por decisión de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 20 de diciembre de 2000, en la Resolución 55/201

La sexta extinción masiva (Cowie, R. H., Bouchet, P. & Fontaine, B., 2022) es un hecho cada vez más constatable que se refleja en que cada día desaparecen, como consecuencia fundamentalmente de la actividad antropogénica (cambio climático, desarrollo no sostenible, explotación de recursos, urbanismo incontrolado, etc.) entre 100 y 300 especies de plantas, animales, hongos y microorganismos de tal manera que se estima que, salvo que ocurran grandes cambios globales en nuestra manera de gestionar nuestro entorno, una cuarta parte de las especies actualmente existentes se extinguirá a lo largo de los próximos 20 a 30 años.

Al menos 4 de las 31 especies representadas en la hoja del ca-

lendario de mayo de 2050, que emula esta obra, pueden desaparecer a lo largo de los próximos 30 años. Sorprende el hecho de que estas plantas habitan la Tierra desde hace más de 100 millones de años, frente a los poco más de 300000 años de existencia de la especie humana.

Partiendo de imágenes analógicas propias se ha recurrido a transferencias con tórculo y disolvente y a una intervención con acrílico y tinta china.

En la Figura 3 se muestra la instalación para un evento consistente en invitar al público a participar depositando una papeleta en una urna votando a las 4 obras representativas de las 4 especies que según las previsiones se considera que se extinguirán desde el momento actual hasta mayo de 2050. Como punto final se procede a la destrucción real de las obras más votadas en este sentido, destacando que el público ha sido el responsable último de dicha destrucción a través de su acción de elegir y depositar el voto.

Serie Pollination

En esta serie se destaca el papel de las flores y su evolución en relación con los agentes polinizadores, centrándonos especialmente en los insectos, utilizando cámaras de espectro completo, apilado de imágenes e iluminación con fuentes ultravioletas e infrarrojas, así como diferentes filtros con el fin de emular, no imitar, otras formas de visión distintas a la humana que revelan características florales diferentes.

A partir de los archivos digitales obtenidos se realizan argirotipos y transferencias de pigmentos de acuerdo con la misma técnica empleada en la serie "Climatic Change" con el fin de obtener impresiones manuales únicas sobre papel en las que se observa un acabado pictorialista (Fig. 4).

Conclusiones

El concepto de ecocrítica visual que propongo en este trabajo, permite enlazar e interrelacionar el arte con la ciencia para conseguir una influencia significativa en la sociedad que posibilite ahondar en la conciencia individual y colectiva hacia un desarrollo sostenible que garantice la conservación de nuestro planeta para las futuras generaciones.

Considero que la naturaleza es una fuente de inspiración artística inagotable, especialmente cuando se tiene un conocimiento profundo de los conceptos implicados. Muchas veces se realizan trabajos artísticos basados en tópicos populares sin que exista un trasfondo de conocimiento suficiente por parte del artista. En este sentido, veo muy interesante incrementar los lazos colaborativos artístico-científicos, bien por concurrir en la misma persona esta circunstancia, bien como consecuencia de un trabajo en equipo.

La "ceguera por las plantas" es una realidad muy evidente, que se refleja en la escasez de referentes botánicos que inspiren creaciones artísticas, en las que por lo general no sobrepasan la cincuentena de especies vegetales. Parte del problema, es que las campañas de protección del medio natural están de moda, pero no porque exista un aprecio real por el mismo, sino por las evidentes consecuencias que el desarrollo insoste-



Figura 4. Serie *Pollination*. Pigmentos transferidos y argirotipia sobre papel 600 g. (40 x 50 cm cada pieza).

nible característico del neoliberalismo dominante, tiene sobre nuestra calidad de vida. Además, del cambio climático hay otros importantes efectos que son ignorados como la pérdida irreversible de recursos naturales y biodiversidad, pudiendo estos aportar soluciones insospechadas a los muchos problemas sanitarios y ambientales actuales y futuros.

Es vital que la sociedad aprecie, no solo los animales o los paisajes espectaculares utilizados como "salvapantallas", sino también, otras creaciones más "modestas" e invisibles como las plantas y el fitoplancton microscópico, que repre-

sentan la base de la vida terrestre y la del medio acuático, respectivamente.

Por ello, el aspecto lúdico-contemplativo de mi obra pretende mostrar la sorprendente belleza natural y despertar una concienciación social haciendo comprensible la lógica de la relación entre la función, la forma y el color, siendo estos dos últimos los que capta una obra artística visual. Sin duda el conocimiento y aprecio por la naturaleza son garantes de una conservación mucho más efectiva que la basada exclusivamente en intereses económicos y en comodidades.

Bibliografía

- Benjamin, W (1989) *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Discursos interrumpidos I. Buenos Aires: Taurus.
- Cowie, RH, Bouchet, P & B Fontaine (2022) The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews* 97 (2) (<https://doi.org/10.1111/brv.12816>).
- Crutzen, PJ & EF Stoermer (2000) The Anthropocene. *Global Change Newsletter* 41: 17-18.
- Fontcuberta, J (2020) *La Furia de las imágenes: Notas sobre la postfotografía*. Galaxia Guttenberg.
- Yinon MB, Phillips R & R Milo (2018) The biomass distribution on Earth | *PNAS* 115 (25): 6506-6511.
- Stübing, G (2021a) *Joies Botàniques de la Ribera i voltants*. Publicacions Universitat de València. (<http://dx.doi.org/10.7203/PUV-OA-386-9>)
- Stübing, G (2021b) *La Argirotipia y su aplicación a la ilustración en la Botánica y las Ciencias Naturales*. Libro de resúmenes de la XXIV Bial de la Real Sociedad Española de Historia Natural: 350. (<https://nasmuseo.uv.es/owncloud/index.php/s/bMysY48kQRV7gp>)
- Scarry, E (1999) *On Beauty and Being Just*. Princeton University Press.
- Tao, C *et al.*, (2021) Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from carbon dioxide. *Science* 373 (6562): 1523-1527.
- Wandersee, JH & EE Schlusser (1999) Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher* 61: 82-86.
- Ware, M (1991) The Argyrotype *British Journal of Photography* 139 (6824): 17-19.
- Wendell, HV (1986) *Toward an Ecological Criticism: Contextual versus Unconditioned Literary Theory*, *College English* 48.2: 116-31.
- Wolfson, HA (1962) *The Philosophy of Spinoza*. Cambridge: Harvard University Press.

Con esta sección buscamos mostrar fotografías acompañadas de textos informativos que ayuden a revelar distintas claves para la conservación vegetal. Las imágenes seleccionadas pondrán el foco en las interacciones ecológicas que sostienen la vida y en los

impactos que las actividades humanas tienen sobre la biodiversidad que habita en nuestros paisajes, para facilitar su comprensión y magnitud. Los textos tratan de enseñar a observar más allá de un encuadre concreto, a ampliar la perspectiva para además de combatir la

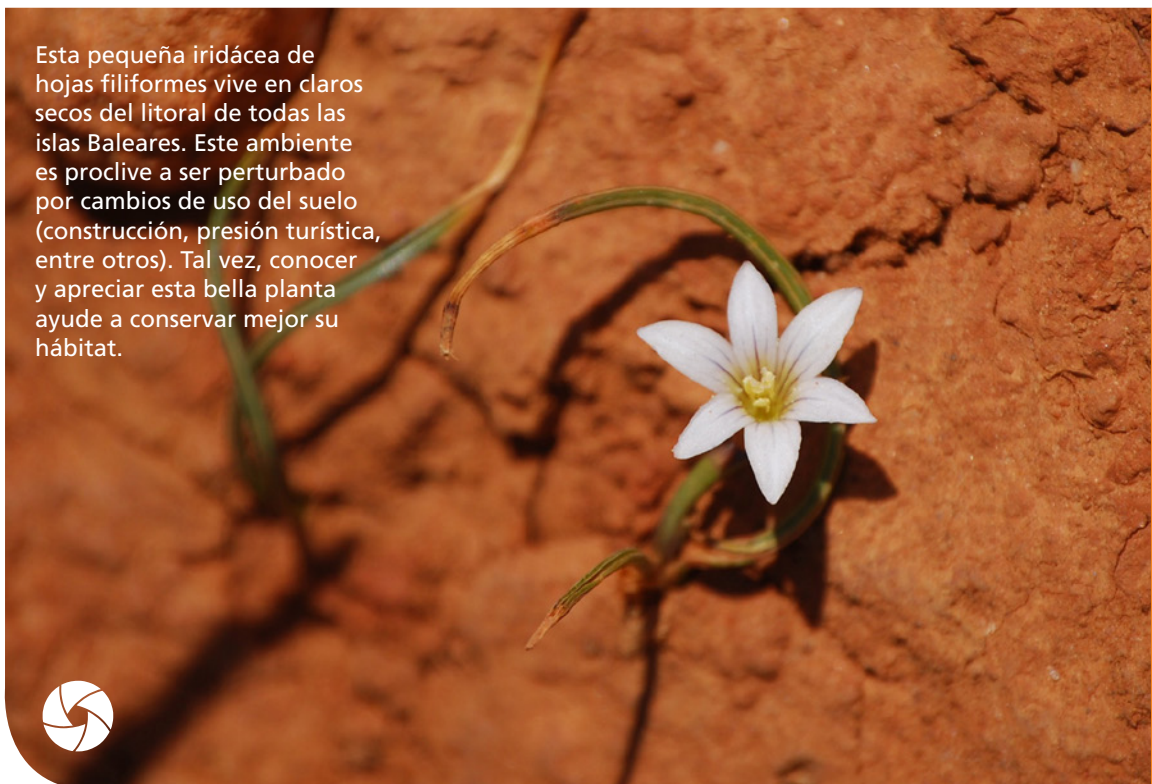


Los arenales dolomíticos donde vive *Erodium cazorlanum* tienen una baja densidad de polinizadores. Las flores son polinizadas principalmente por abejas del género *Andrena*, como la hembra de *A. flavipes* que aparece en la fotografía.

ERODIUM CAZORLANUM

Erodium cazorlanum Heywood (Geraniaceae). Alfileres de Cazorla en Collado de Fuente Bermejo, Cazorla (Jaén) Endemismo Subbético. Vulnerable: VU [B1ab(iii, v)+2ab(iii, v)]. © (FOTO/TEXTO): Carlos M. Herrera Maliani.

POSTAL DIGITAL →



Esta pequeña iridácea de hojas filiformes vive en claros secos del litoral de todas las islas Baleares. Este ambiente es proclive a ser perturbado por cambios de uso del suelo (construcción, presión turística, entre otros). Tal vez, conocer y apreciar esta bella planta ayude a conservar mejor su hábitat.

ROMULEA COLUMNAE SSP. ASSUMPTIONIS

Romulea columnae subsp. *assumptionis* (Garc.Font) O.Bolòs, Vigo, Masalles & Ninot (Iridaceae) en Camí de Cavalls (Costa de Menorca). Principalmente endémica de las islas Baleares, con ejemplares recientemente hallados en las islas Hyères (Francia). No amenazada. © (FOTO/TEXTO): Aina S. Erice

POSTAL DIGITAL →

ceguera vegetal, sembrar conciencia para rebelarnos ante la mayoritaria indiferencia social y política sobre los problemas medioambientales. Por todo ello, les alentamos a observar, comprender y a descubrir la biodiversidad vegetal española, para juntos

velar por el conocimiento y la conservación de nuestra flora, en particular, y de la naturaleza en general. Si quieres participar en esta sección, envía fotos de calidad y un breve texto con la misma estructura que los publicados, a revistasebicop@gmail.com.

CALOTROPIS PROCERA



Especie invasora en Gran Canaria y Fuerteventura que se caracteriza por su gran resistencia a la aridez. Sus semillas son dispersadas por el viento a distancias considerables, y en condiciones de cierta humedad edáfica puede también propagarse profusamente por brotes de raíz llegando a formar auténticos bosquetes. Conviene vigilar su evolución en otras regiones ante las previsiones del cambio climático en España.

Calotropis procera (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae). Manzano de Sodoma, algodón de seda en Pozo Negro, Antigua (Fuerteventura). Originaria del Sáhara y Oriente Medio hasta India. Introducida en Macaronesia, América y Australia. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (R.D. 630/2013). Ámbito de aplicación: Canarias. © (FOTO/TEXTO): Elizabeth Ojeda-Land.

POSTAL DIGITAL →

CANARINA CANARIENSIS



La polinización y dispersión de esta especie se lleva a cabo principalmente mediante vertebrados (aves y reptiles). Frecuentemente, la rata negra (*Rattus rattus*) rompe la corola en busca del néctar y consume sus frutos. Este roedor se considera una de las especies invasoras más dañinas a nivel global, introducida en al menos el 80% de los archipiélagos del mundo.

Canarina canariensis (L.) Vatke. Bicacarera, bicácaro en el Parque Rural de Anaga (Tenerife). (Campanulaceae). Endémica de las Islas Canarias (El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria). No amenazada. © (FOTO/TEXTO): M. Candelaria Rodríguez Rodríguez.

POSTAL DIGITAL →

Resumen de actividades desarrolladas por SEBiCoP en el año 2022

SEBiCoP prosigue su crecimiento como organización y en la actualidad cuenta con 292 socios: 245 numerarios, 29 numerarios estudiantes o parados y 18 institucionales. Agradecemos enormemente la participación de aquellas personas asociadas a SEBiCoP que han impulsado distintas iniciativas o colaboran con los grupos de trabajo ya en marcha.

Además de participar activamente en las federaciones y organizaciones de las que somos miembros (SEBOT, Planta Europa, Comité Español de UICN), SEBiCoP viene trabajando en el impulso de una nueva Lista Roja de la flora vascular española, que se ha quedado largamente obsoleta desde su publicación en 2008. Una plataforma web, en sus últimas etapas de desarrollo, se presentará en breve y servirá de herramienta para la incorporación de la información generada en estos últimos quince años (nuevas especies y poblaciones descubiertas, nuevas amenazas detectadas, nuevas categorías UICN adjudicadas) y para su actualización continua. De momento acogerá la literatura aparecida y contendrá formularios para la participación de expertos y usuarios. Un poco más adelante, conforme no solo dependa de la financiación de SEBiCoP, pretendemos que aborde nuevos estudios de campo para revisar el estado de nuestra flora amenazada.

Grupos de Trabajo

Dentro del grupo “**Formación y Divulgación**”, como parte de la iniciativa Calendario de Biodiversidad (un flash de 500 palabras sobre temas variados e interesantes en el campo de la conservación de plantas), se han añadido 12 nuevas calendas mensuales a las publicadas hasta noviembre del 2021 (ver en anexos de este número el enlace a las mismas, además del título y autores). Dentro del Botánico del mes se han publicado reseñas de una decena de jóvenes investigadores, dando amplia muestra de sus variadas aproximaciones a la conservación vegetal.

También se ha llegado a un acuerdo de colaboración con la Sociedad de Amigos del Real Jardín Botánico de Madrid, mediante el cual hemos realizado diferentes actividades:

- Conferencia: “Flora protegida de la Comunidad de Madrid”, impartida por Felipe Martínez García, en el Salón de Actos del RJB. 29 de marzo de 2022.
- Excursiones botánicas: la primera al sur de la Comunidad de Madrid (23 de abril) y la segunda, a la sierra de Guadarrama (11 de junio), ambas guiadas por Felipe Martínez García, y Jorge Baonza Díaz, experto en flora de la Comunidad de Madrid.

Además se han impartido los siguientes cursos:

“Descubre las orquídeas silvestres” Curso de identificación de orquídeas en Vitoria-Gasteiz (mayo

de 2022) Profesor: Agustí Agut. Jardín Botánico Olarizu.

“I Curso de Conservación de Flora de la sierra de Guadarrama (junio de 2022). Organizado por la SEBiCoP y la UPM en colaboración con el Parque Nacional de la sierra de Guadarrama. Profesores de la UPM, UAM, Ciemat y PSNG. Director: Felipe Martínez. Secretaria: Elena Carrió

“Biología de la conservación de flora y fauna en la cordillera Cantábrica”. Universidad de León (julio de 2022). Directoras Marta Eva García González y Raquel Alonso Redondo.

“XV Seminario sobre Orquídeas de la Comunidad Valenciana” (julio de 2022). Profesores Lluís Serra Laliga, ECFRN UA y Juan Catalá Doménech.

Por su parte, la **Comisión de Protección de Plantas** de SEBiCoP ha elevado dos nuevas propuestas al MITECO de inclusión de especies en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Se trata, por un lado, del “dragoncito de la sierra de Gádor” (*Gadoria falukei*), género endémico de dichas montañas almerienses, y por otro del “peralillo espino” (*Gymnosporia cryptopetala*), exclusivo de Lanzarote y Fuerteventura. En ambas propuestas se trata de especies muy amenazadas, mercedoras de la categoría legal máxima –en peligro de extinción– y que han gozado de un amplio respaldo científico.

El grupo de **Traslocaciones** ha mantenido reuniones centradas en la redacción de artículos técnicos y de divulgación dedicados a la problemática de las traslocaciones de plantas. Se han enviado dos comunicaciones participadas por miembros del grupo al International *Plant Translocation Congress* que tuvo lugar en Roma en junio de 2022. De cara a 2023 se va a llevar a cabo una actualización y renovación de la base de datos Trans-Planta (<https://www.conservacionvegetal.org/bdtcpe/>) de la que se informará próximamente para llamar a la participación.

Los grupos **de Educación y de Custodia del Territorio** planean para el próximo año una propuesta de actividades en centros de educación secundaria. La idea es elaborar un material de apoyo, así como una serie de actividades que el propio profesorado pueda trabajar con sus alumnos en una jornada dedicada a la Conservación Vegetal, con el objetivo de acercar a este alumnado un conocimiento general de la diversidad de flora de su entorno, la problemática de las especies amenazadas, ejemplos de trabajos de conservación, etc.

Redes sociales

Durante esta anualidad, además de publicar o mover noticias destacadas, se ha realizado un esfuerzo extra

dando visibilidad a algunas actividades de los Grupos de Trabajo de SEBiCoP como: “calenda mensual” o “Botanic@ del mes”, así como a otras iniciativas de difusión como la reciente “votación para la selección de la planta amenazada del año”, que sigue dando los resultados esperados incrementando la difusión de la sociedad en foros nacionales e internacionales, tanto profesionales como entre el público en general. Las publicaciones quincenales fijas suelen ser las de mayor incidencia, que en su formato breve enlazan con la sección equivalente en nuestra página web (<https://www.conservacionvegetal.org/>).

Twitter (@sebicop):

Sin duda es la red en la que SEBiCoP tiene más impacto, con 1205 seguidores, frente a los 838 de hace solo un año.

Instagram (@sebicop):

Ya contamos con 532 seguidores (333 hace un año). Nuestra campaña de divulgación para la selección de la planta amenazada del año tuvo, solo en los tres primeros días, un alcance de más de 300 cuentas y unas 50 interaccionando con la misma. El alcance del último trimestre se aproxima al total obtenido en la anualidad anterior.

Facebook (@conservacionvegetal):

A 847 personas le gusta SEBiCoP y 1015 nos siguen.

Les pedimos que compartan publicaciones a través de los siguientes Hashtags: #SEBiCoP #SEBOT #iamobotanist #plantblindness #ConservacionVegetal, y a su vez solicitamos la contribución de todos los socios para la difusión de noticias y para aumentar sinergias con otras sociedades botánicas, grupos de investiga-

ción y socios potenciales que tengan relación con la biología de la conservación de plantas.

Aniversario, congresos y otros

El XI Congreso de Conservación Vegetal se celebrará del 18 al 21 de julio de 2023 en Las Palmas de Gran Canaria, co-organizado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y por el Jardín Botánico Canario ‘Viera y Clavijo’-Unidad Asociada al CSIC. Y a su vez SEBOT organiza, junto al Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC, el XX *International Botanical Congress*, una cita sexenal que reúne a botánicos de todo el mundo (ver detalles de ambos congresos en la sección de Noticias).

Respecto a la próxima edición de los Premios Gómez Campo, esperamos contar con la participación de todos los socios para seguir premiando la calidad y excelencia profesional en la conservación vegetal, a través de la modalidad de trayectoria personal y la de mejor trabajo, con la novedad de que para esta edición se premiarán solo a artículos publicados en el campo de la conservación de plantas.

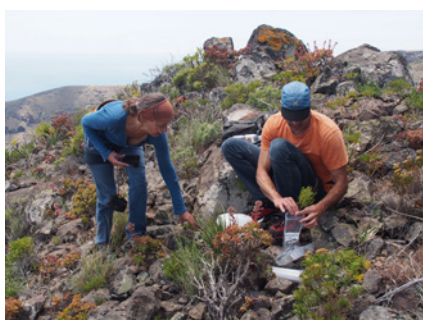
Por último, para celebrar el 20 aniversario de SEBiCoP, que se cumple en el año 2023, hemos previsto algunas actividades entre las que se encuentra la elección de la “Planta amenazada del año”, como campaña de divulgación y concienciación sobre la flora amenazada en general y sobre una especie española en particular. También tenemos previsto el diseño de un logo y un vídeo conmemorativo, además de una mención especial en la revista “Conservación Vegetal”. Estamos abiertos a vuestras sugerencias así que si tienes alguna propuesta no dejes de contactarnos.

LA PLANTA AMENAZADA DEL AÑO

“Picopaloma gomero”

(*Lotus gomerythus* A. Portero, J. Martín-Carbajal & R. Mesa)

Solo se conoce un individuo en la naturaleza de esta espectacular especie, floreciendo en un roque dentro de un Monumento Natural Protegido de La Gomera. Descubierto en 2016, carece aún de protección legal en Canarias o en España.



■ Vernon Hilton Heywood (1927-2022)



Figura 1. Vernon H. Heywood en 2007 durante su asistencia al congreso Planta Europa V, en la Universidad de Cluj-Napoca, en Cluj (Rumanía).

A la edad de 94 años nos ha dejado, en septiembre de 2022, el más importante impulsor y experto en la conservación de la flora silvestre a nivel mundial, el profesor Vernon Hilton Heywood, quien además de realizar el trabajo de campo de su tesis doctoral en la sierra de Cazorla en los años 50 del pasado siglo, fue un importante impulsor del conservacionismo en España mediante su apoyo incondicional a investigadores, técnicos y jardines botánicos a lo largo de las últimas décadas. Nacido en Edimburgo, se licenció en Biología en la universidad de su ciudad natal, pasando posteriormente a la de Cambridge. Entre 1953 y 1968 fue profesor de la Universidad de Liverpool, trasladándose desde allí a la de Reading, donde ejerció su actividad docente e investigadora hasta su jubilación, manteniéndose más tarde como profesor emérito hasta su fallecimiento. En ambos casos fue jefe del departamento de Botánica, y, en Reading ejerció diversos cargos representativos, incluido el de Decano de la Facultad de Ciencias.

Entre las décadas de 1950 y 1970 se dedicó fundamentalmente a los estudios taxonómicos, de los que nos dejó obras capitales como editor o autor, tales como *Principles of Angiosperm Taxonomy* (1963), *Flora Europaea* (1963-1980) o *Flowering Plants of the World* (1978). Entre sus aportaciones a la flora española, puede destacarse la descripción de nuevos taxones para la ciencia como *Alyssum fastigiatum*, *Aquilegia cazorlensis*, *Biscutella fontqueri*, *Erodium cazorlanum*, *Erysimum cazorlense*, *Fumana paradoxa* o *Geranium cazorlense*, y trabajos taxonómicos en géneros como *Biscutella*, *Brassica*, *Leucanthemopsis*, *Leucanthemum*, *Paeonia*, *Petrorragia*, *Scrophularia*, *Sideritis* o *Tanacetum*.

En la década de 1980, su actividad giró progresivamente a la biología de la conservación, desarrollando

numerosas iniciativas desde UICN, donde fue asesor científico para la flora. En 1987 fundó Botanical Gardens Conservation International (BGCI). Desde ese momento, su actividad se volcó en conseguir poner a la flora silvestre en la agenda internacional de la conservación, concienciando tanto a investigadores como a políticos y gestores, desarrollando numerosos proyectos y elaborando informes para entidades como FAO, UNEP, CBD, WWF, el Consejo de Europa, etc. Entre otras obras relevantes, fue compilador y editor del *Global Biodiversity Assessment* (UNEP, 1995) y de *Centres of Plant Diversity* (WWF y UICN, 1994-1997). Junto a los profesores J. Esteban Hernández Bermejo y Margarita Clemente editó *Conservation Techniques in Botanic Gardens* (Koeltz, 1990).

Heywood destacó por su habilidad para promover el establecimiento de redes y entidades dedicadas al estudio y la conservación de las plantas, participando en la creación de OPTIMA (Organización para la Investigación Fitotaxonomía del Área Mediterránea), de la red MEDUSA para la Identificación, Conservación y Uso Sostenible de Plantas Silvestres Útiles de la Región Mediterránea, y del Grupo de Especialistas en Plantas Medicinales de la UICN. Su vocación por la etnobotánica, el estudio de las plantas útiles en general, y el de las plantas medicinales en particular, junto al de los parientes silvestres de las especies cultivadas, le llevó a promover importantes iniciativas internacionales y a apoyar a cuantos equipos de investigación requirieran su colaboración. Entre otras entidades, fue uno de los presidentes del Consejo Internacional de Plantas Medicinales y Aromáticas. Cabe destacar su participación como ponente o conferenciante invitado, en diferentes ediciones del Congreso Mundial sobre Plantas Medicinales y Aromáticas para el Bienestar Humano, y en los principales eventos científicos internacionales en estas materias celebrados en España, como Etnobotánica-92 (Córdoba, 1992) o el congreso de la Sociedad Internacional de Etnofarmacología y Primer Congreso Hispano-Portugués de Etnobiología (Albacete, 2010).

En las últimas dos décadas, Vernon Heywood destacó por sus trabajos para la concienciación de la comunidad internacional sobre el efecto del cambio climático y de amenazas asociadas al cambio global, como la expansión de las especies exóticas invasoras. Entre sus libros más recientes destacan así *Code of Conduct on Horticulture and Invasive Alien Plants* (Consejo de Europa, 2009) y *European Code of Conduct for Botanic Gardens on Invasive Alien Species* (Consejo de Europa y BGCI, 2013).

A lo largo de su fecunda carrera, editó más de 40 libros y 400 artículos científicos y técnicos, muchos de los cuales son pilares fundamentales de la biología de la conservación de plantas a nivel mundial, y en particular en los ámbitos europeo y mediterráneo. Recibió, entre otras, medallas y premios de la Sociedad Linneana de Londres (1987), del Cabildo Insular



Figura 2. Heywood con otros asistentes al VII Simposio de la AIMJB celebrado en 2002, en Ericeira (Portugal).

de Gran Canaria (1989), de la Chicago Horticultural Society (2002), del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" (2002), de OPTIMA (2007) o de Planta Europa (2007). Fue nombrado Consejero de Honor del CSIC en 1972, y recibió diversos títulos honoríficos, entre otros, por las universidades de Nanjing (1988), California en Davis (1990) y Riverside (1998), y Mendoza (1996), por el Jardín Botánico de Edimburgo (1990) y por la Sociedad Linneana de Londres (1996).

En España, destacó por su apoyo incondicional al establecimiento, funcionamiento y modernización de los jardines botánicos (Gran Canaria, Córdoba, Sóller, Valencia, etc.). En un sentido similar, promovió la actividad de los grupos de investi-

gación dedicados a la etnobotánica y al estudio de las plantas medicinales (Córdoba, Murcia, etc.). Durante varias décadas mantuvo cada año la tradición, ayudado por algunos de sus discípulos más destacados -Jeffrey Harborne, Stephen Jury, Jim Ross-, de traer a nuestro país a sus alumnos de la *School of Plant Sciences de Reading*, realizando visitas y trabajos de campo en diversas zonas de Andalucía, Murcia y Valencia. Esta fue una oportunidad notable para que muchos botánicos españoles, además de aprender de la sabiduría de Heywood y de su equipo, establecieran nexos de unión en los ámbitos docente e investigador, favoreciendo su futura proyección internacional. Su apoyo ha sido también primordial para dar a conocer iniciativas españolas de conservación, como la de la creación de la red valenciana de microrreservas de flora.

Nos deja un gran maestro, y ante todo un gran amigo, una persona buena, amable y humilde, amante de la flora española y, sobre todo, impulsor de cualquier iniciativa que desde aquí se fue proponiendo para avanzar en la biología de la conservación de plantas. Descanse en paz, Vernon Hilton Heywood.

EMILIO LAGUNA¹, DIEGO RIVERA²,
FRANCISCO A. TOMÁS BARBERÁN³ y CONCEPCIÓN OBÓN⁴
1. Generalitat Valenciana. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal (CIEF).
2. Universidad de Murcia. Depto. de Biología Vegetal, Facultad de Biología.
3. CEBAS-CSIC. Depto. de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales.
4. Universidad Miguel Hernández. Depto. de Biología Aplicada, Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

In Memoriam

David Bramwell (1942 - 2022)



Con el fallecimiento de David Bramwell a los 79 años de edad, se produce una grave pérdida para la Botánica canaria y para el Jardín Botánico Canario 'Viera y Clavijo' – Unidad Asociada al CSIC del Cabildo de Gran Canaria ('Jardín Canario' en adelante), centro donde desarrolló toda su trayectoria profesional en España.

En el Jardín Canario, nos queda el pequeño consuelo de poder decir que a David le homenajeamos en vida con el trabajo de diferentes equipos, apoyando decisivamente su nominación como hijo adoptivo de Gran Canaria (título que le concedió el Cabildo de Gran Canaria en 2005) o, ya después de su jubilación, concediéndole una de las insignias de oro del Jardín Canario (diciembre de 2012), y apoyando su nominación al título de Premio Canarias Internacional, que le concedió el Gobierno de Canarias en 2013. Tales distinciones se unen a otras que recibió durante su trayectoria, entre ellas el premio a la excelencia conservacionista del Instituto de Investigación Botánica de Texas, el premio César Manrique de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, la Orden de caballero del Imperio Británico, o la *Henry Shaw Medal* del *Missouri Botanical Garden*.

David Bramwell se especializó en taxonomía vegetal en la Universidad de Liverpool y en 1971 obtuvo su doctorado por la Universidad de Reading (Reino Unido), con una tesis sobre la biogeografía y taxonomía de los tajinastes canarios (género *Echium*, Boraginaceae). Después de la inesperada muerte

de Sventenius el 23 de junio de 1973, su sólida formación científica, su conocimiento de la flora Canaria y sus conexiones con algunos de los mayores especialistas internacionales en floras insulares le proyectaron a la dirección del Jardín, que aceptó en 1974.

Con la aportación de los equipos del Jardín Canario en cada momento y el constante apoyo del Cabildo de Gran Canaria, bajo su dirección se fueron ampliando las zonas visitables del Jardín, las colecciones de planta viva y las actividades investigadoras del centro. Se impulsó de forma pionera en Canarias la educación ambiental para difundir el valor de la biodiversidad y la necesidad de conservarla, y se crearon nuevas infraestructuras para que el centro se adaptara a la evolución de la ciencia botánica en cada momento. Así el Jardín Canario, institución decana de Gran Canaria en la investigación y conservación a la flora terrestre del archipiélago, se convirtió también en uno de los centros de referencia sobre floras insulares más allá de las fronteras de Canarias y de Macaronesia.

David fundó en 1976 la revista científica 'Botánica Macaronésica', que seguimos editando y que este año publicará su número 32. Es una de las publicaciones que aún recogen notas corológicas y descripciones de nuevos taxones vegetales o fúngicos de Macaronesia. Entre las aportaciones de David a la taxonomía de las floras insulares, publicó o participó en la publicación de dos géneros nuevos, siete secciones nuevas (todas en *Echium*), 20 especies y dos subespecies nuevas, según datos recopilados por Águedo Marrero, curador del Herbario LPA.

Junto con sus ideas sobre biogeografía y taxonomía insular, David Bramwell también contribuyó enormemente al papel protagonista de los Jardines Botánicos del mundo en el desarrollo de proyectos y estrategias de conservación vegetal e investigación. Destacaré solo unas pocas en aras de la requerida brevedad. En abril de 1977, el Cabildo de Gran Canaria financió a instancias suyas la organización del simposio *Plants and islands* en Las Palmas de Gran Canaria, con ocasión de conmemorar el 25 aniversario del inicio de las obras de construcción del Jardín Canario. Las ponencias que se presentaron en aquel congreso se recogieron en el libro *Plants and Islands*, publicado por Academic Press en 1979 y editado por David. En él se formulan algunas de las hipótesis fundacionales sobre la diversidad de la flora canaria e insular en general.

Como resultado de la conferencia '*Botanic Gardens and the World Conservation Strategy*', organizada en 1985 en Gran Canaria, se fundó en 1987 *Botanic Gardens Conservation*

International (BGCI), una organización que desde entonces aglutina a la mayoría de Jardines Botánicos del mundo y vertebraba muchas de sus actuaciones conservacionistas.

El 3 y 4 de abril de 2000, David reunió en el Jardín Canario a un grupo internacional de especialistas para establecer una iniciativa global para la conservación vegetal. Las conclusiones de aquellos debates (conocidas como *The Gran Canaria Declaration 2000*) fueron la base para desarrollar la actual Estrategia Global para la Conservación Vegetal, aprobada unánimemente en la VI Reunión de la Conferencia de las Partes (La Haya, abril de 2002).

En la mayoría de los momentos que compartí con él durante gran parte de mi trayectoria científica en Canarias, fue una persona cercana, espléndida, una mente poderosa, abierta a nuevas ideas. Las relaciones humanas nunca son perfectas y lógicamente también tuvimos algunas desavenencias, pero son pocas y no merecen más comentario en esta nota.

Todavía tengo grabada en mi memoria una tarde de 2001 en la que acudí acompañado por Julia Pérez de Paz a solicitar su permiso para presentar un proyecto a la convocatoria de contratos Ramón y Cajal para investigadores con trayectoria internacional, que financiaba el gobierno del estado español. Tras obtener su visto bueno y conseguir en 2002 uno de aquellos contratos, pude aliviar varias estrecheces económicas, aparcando propuestas para volver a los USA y empezar a obtener fondos de investigación en concurrencia competitiva, colaborando con diversos departamentos del Jardín y con otros grupos de investigación. Gracias a la financiación externa obtenida a partir de entonces, se fueron creando los modernos laboratorios del departamento de Biodiversidad Molecular y el Banco de ADN de la flora canaria del Jardín, y se contrató a diversa personal investigador para trabajar en él; algunas de estas personas forman hoy parte de la plantilla del centro.

El fallecimiento de David supone la más grave pérdida para su esposa Yolande, para su hijo Álex, para sus nietos y demás familia, y para el muy nutrido grupo de amistades que mantenía dentro y fuera de la Botánica. Desde aquí les transmito una vez más mi más profundo pésame.

JULI CAUJAPÉ-CASTELLS ■
Jardín Botánico Canario 'Viera y Clavijo'-Unidad Asociada al CSIC, Cabildo de Gran Canaria, Camino del Palmeral 15, 35017 Las Palmas de Gran Canaria (julicaujape@gmail.com)

■ José Luis Pérez Chiscano (1930-2022)



Figura 1. Detalle de *Serapias perez-chiscanoi* Acedo.

José Luis Pérez Chiscano (1930-2022 Villanueva de la Serena, Badajoz), comienza su pasión por el espacio natural desde pequeño; acercándose al medio que le rodeaba en su Villanueva natal de forma minuciosa, desmenuzando los paisajes, parándose en lo minúsculo y organizando las relaciones de animales y plantas en conjunto o por separado. Sus paseos por sierras, veredas, arroyos, alamedas, jarales, leños, linderos, caminos, dehesas, robledales, pinares, ríos y pedregales inundaron una parte importante de su espíritu inquieto.

Es conocida su formación como farmacéutico en Madrid en la década de los años cincuenta del siglo pasado, de la compañía primero de D. Salvador Rivas Goday -su maestro-, alcanzando la licenciatura; más tarde de D. Miguel Ladero -su amigo-, llegando a ser doctor; así como un largo número de conocidos y amigos nacionales e internacionales que le acompañan en sus inquietudes constantes de conocimiento por la aves como ornitólogo, las orquídeas como orquideólogo (descubridor de la emblemática *Serapias perez-chiscanoi* Acedo), su estudio por las interacciones de hongos y plantas (micorrizas especialmente) como micólogo, por el paisaje y su dinámica como fitosociólogo, por el orden, la sistemática y la especiación en los vegetales como taxónomo, también por las interrelaciones entre animales y plantas en el campo de la biología reproductiva de las plantas -globalmente botánico-, y durante toda su vida naturalista y ecólogo, amante de su tierra.

Escribió mucho, podría haber escrito mucho más y no dejó de hacerlo desde su primer trabajo sobre aves (canasteras y charrancitos) en Ardeola en 1965, hasta el último en noviembre de 2021 sobre el género *Iris* en Folia Botanica Extremadurensis. Asesor y correspondiente del Real Jardín Botánico de Madrid, impulsor de numerosas organizaciones para la

conservación, estudio y divulgación del medio natural es preciso hacer notar su participación en: SEO, ANSER, ADENEX, o Sociedad Micológica Extremeña; junto a su labor docente, su actividad como asesor, revisor y activista en la divulgación de la flora y fauna extremeña, proyectaba constantemente el sentido humano de conocimiento y la necesidad de difundirlo como herramienta básica para protegerlo.

Se adelantó a su tiempo luchando contra la deforestación, el control de las especies invasoras y su impacto en el entorno, apoyando e implicándose en la conservación de espacios para salvaguardar el patrimonio natural, promoviendo la generación de carteles ilustrativos, folletos informativos o charlas didácticas en favor de la divulgación, así como impulsando monografías del patrimonio natural extremeño por él que siempre luchó de forma decidida y valiente. Por su labor en el estudio y la conservación de la naturaleza recibió un buen número de reconocimientos, entre los cuales destaca la mayor condecoración de su región de origen: la Medalla de Extremadura el año 2016.

En lo cercano, su sensibilidad por el entorno facilitaba visiones y aprendizajes insólitos. Con un diálogo fácil y ameno se lanzaba a discutir de cualquier tema botánico, atesorando un vasto conocimiento en cualquier espacio, pero siempre abierto a escuchar, proyectaba sus desacuerdos con preguntas y sus acuerdos con ejemplos, hasta llegar -si no había mucha lejanía- al consenso.

Amigo de sus amigos, afable y distendido, gustaba de la intimidad y la calma, tenaz y valiente, fue humilde en todo momento, con ganas de aprender y mejorar en cualquier circunstancia. En muchos aspectos era un científico -maestro-, que siempre quería aprender un poco más.



Figura 2. J. L. Pérez Chiscano junto al resto de autores y colaboradores del libro "La Serena y Sierras Limitrofes, Flora y Vegetación" el día de su presentación (5/06/2007) en Villanueva de la Serena, Badajoz.

FRANCISCO MARÍA VÁZQUEZ PARDO¹, JOSÉ BLANCO SALAS² y TRINIDAD RUIZ TÉLLEZ³

1. Unidad de Diversidad Vegetal Agraria, Instituto de Investigaciones Agrarias "Finca La Orden Valdesequera" (CICYTEX), A5 km 372, 06187 Guadajira, España.
2. Depto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura, Av. de Elvas s/n, 06071 Badajoz (España).
3. Grupo de Investigación en Biología de la Conservación, Área de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Av. de Elvas s/n, 06071 Badajoz (España).

■ Homenaje a Carmen Rodríguez Hiraldo



Uno de los nombres que destaca en el ámbito de la conservación vegetal en la Comunidad Autónoma de Andalucía es el de Carmen Rodríguez Hiraldo. Impulsora y directora de la Red Andaluza de Jardines Botánicos, así como de numerosos planes y proyectos de conservación y recuperación de flora amenazada, ha apoyado, orientado y marcado la trayectoria de muchos profesionales dedicados al mundo de la flora. Es por todo esto, que no queremos dejar pasar esta oportunidad de dedicarle unas palabras en este 2022, año en el que Carmen da por finalizada su trayectoria laboral tras su jubilación.

Licenciada en Biología por la Universidad de Sevilla, finalizó sus estudios en 1981. En 1985 ingresó en la administración andaluza en la recién creada Agencia de Medio Ambiente (AMA) en el área de Educación Ambiental y puso en marcha de forma pionera para toda España la Red de Escuelas Taller en el medio rural, utilizando los Espacios Naturales Protegidos como lugares demostrativos, poniendo así en valor y dando a conocer el patrimonio natural de los mismos. Durante ese período continuó trabajando en su tiempo libre en temas de conservación y reproducción de especies de flora. Años después, a principio de los 90, se creó el Departamento de Flora, actual Departamento de Flora y Hongos, dentro de los Servicios Centrales de la propia Consejería de Medio Ambiente en Sevilla, pasando a formar parte del equipo técnico-directivo que conformaba el mismo, y en el que ha seguido trabajando hasta febrero de 2022.

A lo largo de su trayectoria ha coordinado, dirigido y/o apoyado todas las iniciativas que desde la Consejería competente en materia de Medio Ambiente en Andalucía se han puesto en marcha en pro de la conservación de la flora amenazada, aunando esfuerzos para que la gestión, la investigación y la educación confluyan y se retroalimenten.

Desde el año 2001 ha sido directora de la Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico (RAJBEN). La Red se inició

con 7 equipamientos, estando actualmente compuesta por 12 Jardines. Dichos equipamientos tienen representadas más de 2000 especies y desde su constitución han recibido más de dos millones de visitantes. La Red trabaja directa o indirectamente en la conservación de la flora endémica y/o amenazada de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La labor desempeñada como directora de la Red de Jardines, en estos ya más de 20 años, ha llevado a consolidar la función de los mismos en materia de conservación vegetal, siendo el referente a nivel nacional y un ejemplo a nivel internacional. En este periodo se ha conseguido completar la Red, abarcando la totalidad del territorio andaluz, habiendo representación de al menos un jardín botánico en todas las provincias de la comunidad autónoma. Gracias a su empeño y dedicación se han mantenido las líneas de trabajo necesarias para el cumplimiento de los objetivos marcados inicialmente, a pesar de haber pasado por tiempos muy difíciles, apostando decididamente por la integración coordinada de los diferentes Planes y Programas de Conservación y proyectos LIFE al trabajo propio de la Red.

A sus logros se suma además, la coordinación de diversas iniciativas técnico-científicas de mayor calado para la conservación de la flora andaluza, algunas de las cuales exceden el ámbito de trabajo estricto de la propia Consejería, como son el Libro Rojo de la Flora Silvestre amenazada de Andalucía, la Lista Roja de la Flora Vasculosa de Andalucía o los pinsapares en Andalucía (*Abies pinsapo*) Conservación y sostenibilidad en el siglo XXI.

Por último, destacar que ha sido directora facultativa de distintos Planes de Conservación de flora amenazada en Andalucía, como el Plan de Recuperación y Conservación de helechos amenazados y el Plan de Conservación de especies de dunas, arenales y acantilados costeros, así como del Proyecto LIFE "Conhabit Andalucía" y es autora, coordinadora o directora facultativa de numerosas publicaciones y libros relacionados con la conservación de flora amenazada en Andalucía.

La fuerza, el carácter, la constancia y el carisma de Carmen, han permitido que a día de hoy la flora de Andalucía tenga presencia, labor altamente complicada por la dificultad que supone acercar y dar a conocer el reino vegetal y el fúngico a la ciudadanía y a los propios ámbitos profesionales que conviven e interactúan con ellos.

El ánimo e ilusión que ha infundido y transmitido durante todos estos años entre los integrantes del equipo de flora ha supuesto y seguirá siendo un empuje para continuar trabajando y apostando por la conservación de nuestro patrimonio vegetal.

¡Gracias!

EQUIPO TÉCNICO DE FLORA (JUNTA DE ANDALUCÍA) ■

■ “ECOFLOR 2022” aterriza en Menorca para reunir presencialmente a decenas de investigadores/as que trabajan en Ecología Floral



La Reunión Anual del Grupo de Trabajo en Ecología Floral de la Asociación Española de Ecología Terrestre, conocida como ECOFLOR, ha recuperado su carácter presencial tras el impacto del COVID-19. En esta ocasión, la 19ª reunión fue organizada por la Universitat de les Illes Balears y el Institut Menorquí d'Estudis y contó con el soporte del Ajuntament de Maó, la AEET, el Consell Insular de Menorca, la Agencia Menorca Reserva de la Biosfera, la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears, la Fundació Guillem Cifre de Colonya y el proyecto Biodibal.

El encuentro se celebró en Maó (Menorca, Islas Baleares) durante los días 16 al 19 de febrero del 2022 y contó con la asistencia de 61 investigadores/as de Italia, Irlanda, Brasil, Bélgica, Reino Unido, Sudáfrica o Zambia, entre otros. La representación nacional fue predominante, con asistentes que trabajan en diversos centros de investigación y universidades españolas. Esta edición es una de las más internacionales de las celebradas, con uno de cada tres asistentes provenientes de un centro de investigación del extranjero, reflejando el gran interés en ECOFLOR por la comunidad científica internacional. Por este motivo, el idioma oficial del evento fue el inglés, incluso en las actividades complementarias que se realizaron. Además, también se contó con una alta representación de investigadores/as jóvenes (alumnos/as de grado, máster o doctorado), lo que permitió generar un clima de aprendizaje y mentoría muy importante. Se concedieron becas para cubrir la asistencia al congreso de tres estudiantes, y también se otorgaron dos premios a las mejores comunicaciones orales realizadas por jóvenes, que recayeron en Neil Mahon (University College Dublin) y Pamela Santana (Universidade de São Paulo y Stellenbosch University).

El primer día del encuentro se dedicó a la realización de un taller titulado *How to improve citizen science projects for optimizing its use for scientists* impartido por el Dr. Samuel Pinya, profesor del departamento de Biología de la UIB e IP del proyecto Biodibal. En el taller se habló sobre la importancia de la ciencia ciudadana para la obtención de datos útiles en los análisis de biodiversidad, y se tomó el proyecto Biodibal como ejemplo.

El congreso se estructuró en actividades repartidas en dos días, incluyendo dos charlas plenarias. La primera impartida por la Dra. Marta Galloni, del departamento de Ciencias Biológicas, Geológicas y Ambientales de la Universidad de Bolonia (Italia), y titulada *How can we involve people and society to help wild pollinators? The challenge of LIFE4Pollinators project*. La segunda charla plenaria, *Plant-pollinator interactions across hierarchical levels of organization*, fue impartida por Blanca Arroyo-Correa, investigadora predoctoral de la Estación Biológica de Doñana (CSIC) y que el año 2020 obtuvo el premio Harper concedido por *Journal of Ecology*. Además, se realizaron un total de 30 comunicaciones orales que se distribu-

yeron en cinco áreas temáticas distintas: Biología y ecología reproductiva de plantas; heredabilidad y adaptación; el papel del polen en la polinización y las interacciones polen-pistilo; redes ecológicas; y rasgos florales en la polinización. También se contó con nueve presentaciones en formato póster.

Se organizaron dos mesas redondas que trataron dos ejes principales: Ciencia ciudadana y mentoría a jóvenes investigadores/as. El primer día se desarrolló la mesa redonda titulada: *How to involve citizens for the protection and conservation of pollinators. Citizen Science, environmental education and dissemination* organizada y coordinada por Rafel Beltrán y que contó con la participación del Dr. Samuel Pinya, la Dra. Marta Galloni y Bárbara Matos. La segunda mesa redonda se tituló: *How can I make my way into Academia? Do's, Don't's and Guts* coordinada por la Dra. Rocío Pérez-Barrales y la Dra. Victoria Ferrero. El último día, se organizó una excursión para conocer dos espacios naturales de la isla de Menorca: Cala Pilar y Cala Mitjana, que abarcan ecosistemas litorales con una alta diversidad de especies de flora y fauna endémicas de las Islas Baleares, y con gran valor paisajístico.

En definitiva, la 19ª reunión de ECOFLOR logró cumplir con sus objetivos principales: promover el conocimiento sobre ecología floral, fomentar la participación de jóvenes investigadores/as, dar a conocer la actualidad científica y oportunidades e incentivar la participación y colaboración científica internacional.

¡Os animamos a participar en el próximo encuentro, que tendrá lugar en Sevilla en 2023!

MIQUEL CAPÓ^{1,2}, JOANA CURSACH^{1,3}, CAYETANO HERRERA¹, MARCELLO CERRATO¹, JUAN RITA^{1,3}, LORENZO GIL¹, CARLES CARDONA¹, CARMELO GÓMEZ-MARTÍNEZ⁴, AMPARO LÁZARO^{1,4}, ROCÍO PÉREZ-BARRALES⁵ y PERE FRAGA³
1. Depto. de Biología, Universitat de les Illes Balears, Cra. Valldemossa km. 7,5 07122 Palma.
2. Depto. de Sistemas y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, s/n, 28040 Madrid.
3. Institut Menorquí d'Estudis. Camí des Castell, 28, 07702 Maó.
4. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB). C/ Miquel Marquès 21, Esporles
5. Depto. de Botánica. Universidad de Granada, Av. de Fuente Nueva, s/n, 18071 Granada.

■ Celebrado el Congreso Internacional “FloraMac 2022” en San Sebastián de La Gomera, Islas Canarias.



Figura 1. Grupo de participantes que asistieron a la excursión de botánica marina observando el Charco del Cieno, en Valle Gran Rey.

Los eventos FloraMac, cuya 5ª edición se celebró del 12 al 16 de septiembre de 2022 en San Sebastián de La Gomera (Islas Canarias), son herederos directos del Congreso Pro-Flora Macaronésica celebrado por primera vez hace 50 años en Las Palmas de Gran Canaria, y que fue organizado por el botánico Gunther Kunkel. Hasta el presente año los eventos FloraMac siempre habían tenido lugar en las islas principales de los diferentes archipiélagos macaronésicos (2010 en Ponta Delgada en São Miguel; 2012 y 2018 en Funchal en Madeira, y 2015 en Las Palmas de Gran Canaria). Por lo que llevarlo a una isla periférica, como La Gomera, ha constituido un verdadero reto para los organizadores de FloraMac 2022. La Gomera posee razones sobradas para ser sede de un evento de este tipo, incluyendo la belleza de la isla, la presencia del Parque Nacional de Garajonay, que es Patrimonio de la Humanidad-UNESCO, el buen estado de conservación de su vegetación, y la singularidad de su flora, con más de 40 endemismos exclusivos, amén de los compartidos con otras islas canarias o macaronésicas.

FloraMac 2022 ha sido posible gracias al apoyo institucional del Cabildo Insular de La Gomera, que entre otras ayudas cedió desinteresadamente su salón de plenos y su salón de exposiciones. Junto al Cabildo, el apoyo de la Universidad de La Laguna, a través del Vicerrectorado de Investigación, fue imprescindible para que el evento pudiera celebrarse. Finalmente, el Instituto de Productos Naturales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, también colaboró en el mismo.

Participaron unas 120 personas, representando a doce países diferentes, y contó con ocho ponentes invitados de lujo, cuatro del ámbito terrestre (Yurena Arjona, Carlos García-Verdugo, Rubén Heleno y Maria Romeiras) y otros tantos del ámbito marino (Eva Cacabelos, Brezo Martínez, Viviana Peña y Christophe Vieira), además de con una charla introductoria a la flora, vegetación y su conservación, en la isla de La Gomera impartida por el director del Parque Nacional de Garajonay, Ángel Fernández. Una de las novedades de este año fue que el inglés se instauró como idioma único del mismo.

El programa del congreso (<https://www.ull.es/eventos/congreso-floramac/>) se dividió en los siguientes bloques temáticos: i) biogeografía insular: colonización y diversificación; ii) biogeografía insular: patrones y procesos; iii) ecología vegetal: dinámica de comunidades; iv) ecología vegetal: impacto

del cambio climático; v) ecología vegetal: sucesión ecológica y mecanismos de adaptación; vi) flora y vegetación: biología reproductiva; vii) flora y vegetación: evolución molecular; viii) flora y vegetación: novedades taxonómicas y ix) conservación y gestión, que acogieron unas 60 contribuciones orales y unos 40 pósteres.

Los trabajos presentados fueron, en general, de gran calidad, y el hecho de que muchos de ellos fueran presentados por investigadores jóvenes, proporciona indicadores muy optimistas de cara al futuro de la investigación de la flora y vegetación macaronésica. Las excursiones del congreso centradas en el ámbito terrestre se desarrollaron en el Parque Nacional de Garajonay, con la participación desinteresada del director y de dos guías del Parque. En lo que se refiere a la excursión centrada en el ambiente marino, se desarrolló en las comunidades intermareales de Valle Gran Rey, esta última guiada por los profesores de la ULL Marta Sansón y Carlos San Gil.

Tal vez el momento que será más recordado del congreso en un futuro serán los *coffee breaks* celebrados en los jardines de la Torre del Conde y la cena de despedida, celebrada en los magníficos jardines del Parador Nacional de La Gomera. En ambos momentos, los participantes pudieron finalmente disfrutar, después de varios años de congresos *online* propiciados por la situación de pandemia, del placer de volver a hablar cara a cara con los colegas de forma distendida, compartiendo ideas y proyectos futuros. FloraMac 2022 también supuso una oportunidad para que los investigadores jóvenes pudieran conocer mejor a colegas senior, a los que muchos solo conocían de leer sus trabajos.



Figura 2. Grupo de organizadores y asistentes al congreso FloraMac 2022, delante de la Torre del Conde, San Sebastián de La Gomera.

Finalmente, en la ceremonia de clausura hubo un entrañable recordatorio para Aurelio Acevedo, Ana Neto o David Bramwell, que nos han dejado este año, habiéndose creado en honor de los dos últimos un premio para las mejores presentaciones orales y póster de jóvenes investigadores en el ámbito terrestre (Premio David Bramwell) y en el marino (Premio Ana Neto). Por último, decir que nuestras colegas lisboetas hicieron una propuesta en firme para que la 6ª edición del FloraMac, tenga lugar en 2025 en Lisboa, por lo que será la primera vez que este evento se traslade al continente.

JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ-PALACIOS¹, LEA DE NASCIMENTO¹,
CARLOS SAN GIL¹, MARTA SANSON¹ y JAIRO PATIÑO²
1. Depto. de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal,
Universidad de La Laguna
2. Island Ecology and Evolution Research Group,
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (IPNA-CSIC)

■ The IUCN Macaronesian Islands Plant Specialist Group: Applying updated scientific results to improve the conservation status of insular floras

Following the approach of IUCN officials to the authors of this paper in 2017, we selected a panel of researchers and assembled a proposal to entirely renew the IUCN Macaronesian Islands Plant Specialist Group, which was approved by the Species Survival Commission (SSC). With a view to set forth a strategic plan cogent with the most updated knowledge on the evolution and current status of the endemic Macaronesian floras, the analyses in Silva *et al.*, (2009), Caujapé-Castells *et al.*, (2010), and Romeiras *et al.*, (2016) served as a basis to (i) review and prioritize the most urgent conservation needs, and (ii) propose ways to enhance the impact of conservation science and practice on the preservation of island plant biodiversity. Overall, the Macaronesian Islands Plant Specialist Group was envisioned as, and it is increasingly becoming, a relevant actor for driving and implementing updated scientific evidence into actions needed to improve the conservation status of the Macaronesian floras.

Since its inception in 2017, the overarching objective of the Group is to contribute to the SSC Strategic Plan from a holistic perspective (i.e. using all scientific evidence available and addressing all needed actions). The most relevant actions carried out thus far are tightly connected with the institutional missions of the centers where the members develop their research (Table 1), and can be summarized in the following points:

- Creation of new Red List assessments and updating information on Macaronesian plants on the IUCN Red List of Threatened Species website.
 - Development of consultancy services to local administrations and other regional institutions on priority conservation issues.
 - Organization of periodical meetings and inclusion of sessions/discussion panels on the activities and deliverables in regional or international island plant biology meetings.
 - Networking with research institutions related to the conservation of insular floras.
- Upscaling outreach activities with the help of communication specialists to raise social awareness about the importance and worth of the fragile insular floras, and about all the factors which threaten them in a rapidly changing world.
 - Fundraising to develop activities that involve considerable budgets such as:
 - Application of genetic and taxonomic information to reveal evolutionarily distinct populations, cryptic species or other lineages worthy of increased protection.
 - Creation and enrichment of public biological information systems and databases, and seed and herbarium material held by different institutions.

The reification of such a comprehensive program also entails the development of a collaborative framework encompassing strategic stakeholders, e. g. botanic gardens, other research institutions and universities, and regional administrations. Notably, many members of the group (Table 1) work in institutions with competences in biodiversity management and the protection of the Macaronesian environments. Therefore, the proposals of the group are necessarily linked to diverse public outreach activities, and to the promotion of meetings with political actors, aimed at a more effective application of scientific results in the improvement and strict enforcement of the existing nature protection laws.

JULI CAUJAPÉ-CASTELLS^{1*}, MÓNICA MOURA², LUIS SILVA²,
MARIA ROMEIRAS³ y FRANCISCO FERNANDES⁴

1. Dept. of Molecular Biodiversity and DNA Bank, Jardín Botánico Canario 'Viera y Clavijo' - Unidad Asociada al CSIC, Cabildo de Gran Canaria, Camino del Palmeral 15, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
 2. CIBIO Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, CIBIO Azores, Depto. de Biologia, Universidade dos Açores, Rua Mãe de Deus 58, Apartado 1422, 9501-801 Ponta Delgada, Portugal.
 3. Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1340-017 Lisboa, Portugal.
 4. Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira, Caminho do Meio, Bom Sucesso 9064 -512, Funchal, Madeira, Portugal.
- *Corresponding author: julicaujape@gmail.com.

Table 1. Current membership, role and affiliations of the IUCN-SSC Macaronesian Islands Plant Specialist Group. Acronyms in parenthesis are the main archipelago where the corresponding researcher develops their task (AZ: Azores, CA: Canaries, CV: Cape Verde, MA: Madeira). Only members who confirmed the interest via the IUCN website appear. JBCVC-CSIC: Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo"-Unidad Asociada CSIC

RESEARCHER	ROLE	AFFILIATION
Mónica Moura	Co-chair	Universidade dos Açores, Ponta Delgada (AZ)
Juli Caujapé-Castells	Co-chair	Dept. of Molecular Biodiversity & DNA Bank, JBCV-CSIC (CA)
Luis Silva	Red List Authority	Universidade dos Açores, Ponta Delgada (AZ)
Maria Romeiras	Vice-Chair	University of Lisbon - ISA/JUL (CV)
Francisco Fernández	Vice Chair	Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira, Funchal (MA)
Cátia Freitas	Delegate	Jardim Botânico do Faial (AZ)
Célia Bairos	Delegate	Jardim Botânico da Madeira Eng. Rui Vieira, Funchal (MA)
Ivani Duarte	Delegate	Jardim Botânico do Faial (AZ)
Jorge Alfredo Reyes-Betancort	Delegate	Jardín de Aclimatación de La Orotava, ICIA (CA)
Susana Fontinha	Delegate	Governo da Madeira (MA)
Rui Elias	Delegate	Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo (AZ)
Isabel Santana López	Delegate	Dept. of Environmental Education, JBCV-CSIC (CA)
Miguel Ángel González-Pérez	Delegate	Seed Bank, JBCVC-CSIC (CA)
Ruth Jaén-Molina	Delegate	Dept. of Molecular Biodiversity & DNA Bank, JBCV-CSIC (CA)

Literature cited

- Caujapé-Castells J, Beaver K, Crawford D, Florens V, Gomes I, Jardim R, Lobin W, Moura M, Sakai A, Santos-Guerra A & A Tye (2010) Conservation of island floras: present assets and future global challenges. *Perspectives in Plant Evolution, Ecology and Systematics* 12: 107-129.
- Romeiras M, Catarino S, Gomes I, Fernandes C, Costa JC, Caujapé-Castells J & MC Duarte (2016) IUCN Red List assessment of the Cape Verde endemic flora: towards a Global Strategy for Plant Conservation within Macaronesia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 180: 413-425.
- Silva L, Martins M, Maciel MGB & M Moura (2009) *Flora vascular dos Açores. Prioridades em conservação*. Azorean vascular Flora. Priorities in conservation. Amigos dos Açores & CCPA, Ponta Delgada.

Nota Informativa sobre el próximo Congreso de SEBicoP en Las Palmas De Gran Canaria

El XI Congreso de la SEBicoP se celebrará del 18 al 21 de julio de 2023 en Las Palmas de Gran Canaria, co-organizado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) y por el Jardín Botánico Canario 'Viera y Clavijo'-Unidad Asociada al CSIC del Cabildo de Gran Canaria.

Las sesiones de trabajo transcurrirán desde el 18 al 20 en el Campus del Obelisco de la ULPGC. Situado en una zona muy céntrica de la ciudad de Las Palmas, está bien conectado por la red de guaguas municipales y a poca distancia a pie de muchas opciones de alojamiento y restauración. Los talleres se programarán para el lunes 17 de julio de 2023 en la sede del congreso. Las personas interesadas en organizar un taller pueden ya cursar sus propuestas enviando un correo-e a cualquiera de los autores de esta nota informativa, incluyendo un título, la duración prevista del taller, un breve resumen y las necesidades logísticas. Estamos ultimando la composición de los comités científico y organizador, y hemos contactado ya con las tres personas propuestas para las ponencias plenarias. En breve plazo esperamos anunciarles novedades en la web de SEBicoP.

La excursión del Congreso tendrá lugar el viernes 21 de julio de 2023 y discurrirá por diferentes ámbitos de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria (RBGC), que ocupa la mayoría de la zona oeste de Gran Canaria y cuya parte terrestre representa el 42% del territorio de la isla. Puesto que el mes de julio no es propicio para observar la flora canaria en todo su esplendor, el recorrido incidirá en los territorios que concentran la mayor densidad de flora endémica insular, las características geológicas que a lo largo del tiempo han intervenido su evolución, y las actuaciones científicas, sociales y medioambientales que el Cabildo de Gran Canaria está promoviendo en la RBGC.

Haremos todo lo que esté en nuestra mano para que este congreso ofrezca una visión de la alta calidad científica de la conservación de plantas en el estado español. Quienes nos visiten en Gran Canaria tendrán además una oportunidad única de conocer de primera mano los esfuerzos para conocer y conservar el auténtico patrimonio natural del archipiélago canario: tan abundante, tan diverso, pero también tan frágil ante los embates de los cambios globales.

Gran Canaria

Con una altitud máxima de 1958 m, una extensión de 1560 Km² y una edad estimada de 15,5 Ma en su parte más antigua, Gran Canaria alberga una excepcional representación de la flora vascular endémica del archipiélago: más de 250 taxones, de los cuales unos 105 son exclusivos de la isla. Es conocida como el 'continente en miniatura' por la diversidad de microclimas, pisos de vegetación y zonas ecológicas que contiene. Se trata de una isla muy compleja geográficamente, con profundos e intrincados barrancos que acogen a gran parte de la biodiversidad vegetal insular exclusiva. Es además destino 'starlight' por sus excelentes condiciones de observación del cielo nocturno y dispone de una amplia red de senderos que permiten transitar a pie por casi toda la geografía insular, desde magníficas playas a piscinas naturales excavadas por el tiempo en roca volcánica.

Programa social y logística

Las Palmas de Gran Canaria tiene además una oferta turística, cultural y lúdica muy diversa. Entre los productos de la tierra y el mar, destacan vinos y quesos autóctonos de extraordinaria calidad, utilizados como materia prima en restaurantes de la isla que están dando mucho que hablar en el contexto gastronómico nacional. Actualmente estamos contactando con posibles patrocinadores para este evento, y organizando un pequeño programa social en el que intentaremos incluir una degustación de productos típicos de Gran Canaria, y visitas guiadas a sitios emblemáticos de las Palmas de Gran Canaria y al Jardín Botánico 'Viera y Clavijo'.

En la web de SEBicoP hemos publicado hipervínculos de interés, para que quienes lo deseen puedan empezar a planificar su viaje. Estamos también gestionando la reserva de algunas plazas en las residencias universitarias que tiene la ULPGC.

JULI CAUJAPÉ-CASTELLS¹ y PEDRO SOSA HENRÍQUEZ²

1. Jardín Botánico Canario 'Viera y Clavijo'-Unidad Asociada al CSIC, Cabildo de Gran Canaria, Camino del Palmeral 15, 35017 Las Palmas de Gran Canaria (julicaujape@gmail.com)

2. Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (IUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (pedro.sosa@ulpgc.es)

■ El Congreso Internacional de Botánica “IBC Madrid 2024” abierto a las propuestas de simposios



La Sociedad Botánica Española (federación de la que forma parte SEBiCoP y que reúne a las principales sociedades científicas del país en el campo de la botánica) organiza, junto al Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC, el XX International Botanical Congress, la cita sexenal más importante para los botánicos de todo el mundo. Su primera circular, con información sobre la treintena de temas que cubrirá el congreso, así como la invitación a proponer simposios, se publicó el pasado mes de julio (<https://ibcmadrid2024.com/newsletter/newsletter1.html>).

Los IBC comprenden conferencias plenarias, exposiciones, sesiones de pósteres, charlas divulgativas, etc., pero su columna vertebral la constituyen los cerca de 200 simposios científicos que se desarrollan en ellos, a razón de una quincena celebrándose simultáneamente. Tales simposios consisten en sesiones de 2 horas divididas en seis comunicaciones orales de 20 minutos, elegidas por el Comité Científico en

atención a su interés para la audiencia, calidad científica y balance de temáticas.

Durante la segunda mitad de 2022 pueden enviarse propuestas de simposios a través de la web del IBC (<https://ibcmadrid2024.com/index.php>), donde están publicadas las pautas para elaborar las sugerencias y alojada la propia secuencia de pantallas que guían en la cumplimentación de la propuesta.

Los botánicos españoles tenemos una gran oportunidad para mostrar nuestras investigaciones a través de multitud de simposios, bien proponiendo temáticas y organizándonos con colegas de todo el mundo, bien sugiriendo más adelante -con la inscripción- comunicaciones que pudieran tener cabida en los simposios seleccionados durante el primer semestre de 2023.

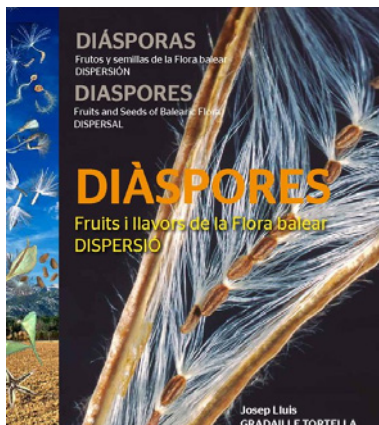
JUAN CARLOS MORENO SAIZ ■
Depto. de Biología (Botánica)
Universidad Autónoma de Madrid

¡ÚLTIMAS UNIDADES! DATE PRISA SI NO TE QUIERES QUEDAR SIN LA TUYA



Bolsas y camisetas ecológicas (unisex) con dos estampaciones diferentes basadas en ilustraciones de *Lotus gomerythus* y *Fritillaria legionensis*, ambas especies amenazadas.

Para más información sobre tallas y precios consulta nuestra tienda online: <https://www.conservacionvegetal.org/tienda/>



■ Diásporas. Frutos y semillas de la Flora balear. Dispersión.

Josep Lluís Gradaille Tortella y Josep Bonet Capellà. 2022. 546 pp. Fundació Jardí Botànic de Sóller - Museu Balear de Ciències Naturals. Sóller. ISBN 978-84-09-37211-9

Desde el Jardí Botànic de Sóller, una de las entidades más comprometidas con la conservación de la flora silvestre en todo el Mediterráneo Occidental, se nos ofrece este libro de extraordinaria factura, que sin duda pasará a ser un referente de primer orden en el conocimiento de las semillas, frutos u otras estructuras equivalentes de dispersión. Editado en gran formato, con papel de alta calidad, tapa dura y encuadernado en rústica, esta obra viene de la mano de Josep Lluís Gradaille, director del citado centro desde su fundación hasta época reciente, quien se ha encargado de la mayoría de los textos, y del conocido fotógrafo Josep Bonet, depurado experto en macrofotografía, quien ha aportado ilustraciones de extraordinaria calidad, difícilmente superables. Para los textos, se ha contado con la colaboración relevante de dos de los principales expertos europeos en ecología de semillas, Anna Traveset (IMEDEA. CSIC) y Costas Thanos (Universidad Nacional y Kapodistria de Atenas). Algunos apartados del libro, en especial los capítulos introductorios, están ampliamente complementados con ilustraciones, a cargo de Marcelo Pinto y Francesca Benàsser. Otros seis colaboradores han trabajado en diferentes capítulos como coautores, revisores, correctores o traductores del texto, y ocho más han aportado también fotografías.

El libro es una edición trilingüe en catalán, castellano e inglés, de la que el texto de los capítulos introductorios contiene las ilustraciones en la versión principal, en catalán. Además de una introducción general de sus autores, se inicia con secciones de corte notablemente didáctico, donde se explican los tipos de frutos, semillas u otros tipos de diásporas o diseminulos, y la importancia y variedad de tipos de dispersión. La clasificación aportada abarca los tipos y subtipos de dispersión de todo tipo de diásporas, añadiendo además una aclaradora indicación etimológica del origen de los términos usados para definirlos.

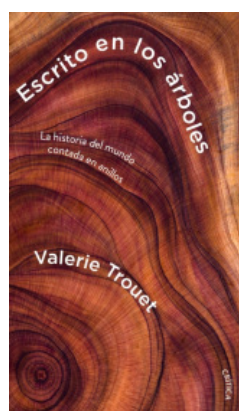
La mayoría del libro la ocupan las fichas de 376 taxones, que reúnen gran parte de las 2036 fotografías de la obra. Las fichas están ordenadas sucesivamente por tipos de dispersión, familias y nombres de las especies, todas ellas a su vez por orden alfabético. En su gran mayoría corresponden a plantas nativas, debiendo destacarse, la abundancia de los endemismos balearicos, ibero-balearicos y tirrenicos. Cada ficha posee las tres versiones idiomáticas en la misma página, e incluye para cada especie el tipo y subtipo de dispersión, nombre científico y popular, y descripción de sus frutos, semillas, esporas u otras diásporas. Además de numerosas fotografías de plana completa intercaladas en-

tre las anteriores, existen páginas monográficas sobre los tipos de dispersión de algunas especies, los ciclos vitales de pteridófitos, y datos de interés etnobotánico para taxones concretos. Completan este apartado sendos índices ordenados por familias y por nombres científicos de los taxones tratados.

La calidad de la obra es indudable, con aspectos gráficos difícilmente mejorables, y una notable sencillez y valor didáctico de los textos, que anima a su lectura. Desde estas líneas, cabe felicitar a los autores y a la entidad editora por el innegable acierto de esta publicación.

EMILIO LAGUNA¹ y JAIME GÜELMES².

1. Centro para la Investigación y Experimentación Forestal (CIEF).
2. Jardí Botànic de la Universitat de València.



■ Escrito en los árboles: La historia del mundo contada en anillos.

Valerie Trouet (Autora), Pedro Pacheco González (Traductor). 2021. 328 pp. Editorial Crítica. ISBN: 978-84-91-99307-0

Pese a tener un objeto de estudio que resulta familiar para la mayoría de personas, y que suele despertar el interés y la curiosidad de quien descubre su existencia, la dendrocronología (estudio de los anillos de los árboles) no ha tenido portavoces que divulgaran sus hallazgos de forma rigurosa y amena para el gran público... hasta ahora.

“Escrito en los árboles” es un libro de ciencia engendrado por una investigadora con décadas de experiencia en su campo, pero a la vez es un libro que pretende contagiar el entusiasmo hacia su sujeto de estudio, y lo consigue. La autora no solo llena sus páginas con datos y estudios sino que también relata numerosos experimentos (muchos vividos en primera persona) y anécdotas personales que nos acercan a la vida de alguien enamorada de la dendrocronología.

Aunque se trata de una disciplina joven, nacida a principios del s. XX, esta ciencia ha enriquecido y afinado exponencialmente nuestra comprensión de fenómenos en la encrucijada entre la climatología y la historia. En sus dieciséis capítulos, la obra nos ilustra las múltiples aplicaciones de la dendrocronología para extraer secuencias pluriseculares (incluso milenarias) de temperatura, pero también información sobre sequías e inundaciones, erupciones volcánicas, impacto de huracanes, régimen de incendios o incluso fenómenos climáticos de amplio alcance, como el patrón

ENOS (El Niño y La Niña) o las corrientes de chorro atmosféricas. Estando estrechamente vinculada, como su propio nombre indica, al paso del tiempo, también se ha recurrido a la dendrocronología no solo para trazar la historia del clima, sino también la de objetos y construcciones humanas, utilidad que ya se puso en práctica al poco de su nacimiento.

Uno de los puntos fuertes de la obra es ir más allá del mero dato científico y colocarlo en diálogo con las sociedades humanas preteritas. Sin caer en el determinismo climático, ofrece multitud de ejemplos en los que el destino de una civilización pudo verse afectado, en mayor o menor medida, por el clima que les tocó vivir, y por las respuestas culturales a él. Desde el imperio romano hasta el uigur de las estepas mongolas, desde los jemer en Camboya hasta los indios pueblo ancestrales del noroeste americano, conocer mejor el papel del pasado y cómo se desarrolló el diálogo entre clima y sociedad aporta datos muy valiosos que pueden ser de gran utilidad en el presente. Y la dendrocronología, que igual sirve para fechar la madera de un violín Stradivari que para identificar la señal de una explosión nuclear, es una ciencia que tiene mucho que aportar, a través de la lectura e interpretación de algo a la vez tan ordinario y tan extraordinario como los anillos de los árboles.

El libro incluye numerosos gráficos y esquemas en blanco y negro para facilitar la comprensión de conceptos clave en la interpretación dendrocronológica, que cualquier lector no versado en la materia agradecerá.

AINA S. ERICE

Bióloga, investigadora y divulgadora (aina@ainaerice.com)



A review of European progress towards the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020

Debbie J. Pain, Philippe Bardin, Nicola Hutchinson, Erika Pénzesné Kónya & Michael Krause. 2021. PLANTA EUROPA y Plantlife International. 168 pp. Sin ISBN.

Con retraso ha visto la luz la publicación del informe europeo sobre la marcha de la Estrategia Global de Conservación Vegetal (GSPC por sus siglas en inglés) para la década pasada. El libro ha sido coordinado por la federación Planta Europa (a la que pertenece SEBiCoP) y por la organización *Plantlife*, y ha contado con la participación de 32 colaboradores procedentes de buena parte del continente. Aunque su propósito es ofrecer una visión general de la conservación vegetal europea, sus resultados y conclusiones se basan en datos nacionales, y ya avisan los redactores desde el inicio que solo un cuarto de los países presentó su informe correspondiente.

El volumen comienza con el diagnóstico sobre el estado de conservación de las plantas en el mundo y en Europa, para repasar a continuación el papel de las principales amenazas para la diversidad vegetal: pérdida y degradación de los hábitats, especies invasoras, cambio climático y otros riesgos emergentes como la demanda creciente de productos forestales o el declive de los insectos polinizadores.

El grado de cumplimiento de los cinco Objetivos de la GSPC, a través de sus dieciséis Metas, ocupa la sección central del informe. Del primero, *Comprender y fundamentar la diversidad de las especies vegetales*, reconocen los autores un esfuerzo considerable en el conocimiento de la flora y en la creación de recursos *online*, pero también un largo trecho todavía hasta evaluar el estado de conservación de todas las plantas europeas. El segundo Objetivo, *Conservar la diversidad vegetal*, se halla encaminado, aunque ciertamente a menor velocidad, debido a la escasez de planes de recuperación, a las presiones ejercidas sobre las plantas fuera de las áreas protegidas y a una escasa red de conexión entre estas. El Objetivo de *Utilizar la diversidad vegetal de manera sostenible* se sostiene sobre la aplicación de herramientas como por ejemplo CITES o el Protocolo de Nagoya, si bien los autores llaman la atención sobre el hecho que las directrices o sistemas de certificación del uso sostenible de especies de utilidad humana son voluntarios y no tiene plena implantación continental. Los avances sobre el cuarto Objetivo, *Promover la formación y concienciación sobre la diversidad de especies*, son los que mejor nota relativa reciben, si bien aún deben impulsarse sectores agro-ecológicos, infraestructuras verdes y políticas sectoriales y educativas para poner en valor nuestra dependencia de las plantas y revertir la célebre ceguera a las mismas. Por último, con vistas a *Crear capacidad para la conservación de la diversidad vegetal*, el informe se muestra pesimista por cuanto la capacidad para llevar a cabo dicha tarea se ha erosionado en muchos países europeos debido a la falta de financiación. El contrapeso más positivo lo proporciona el auge de la ciencia ciudadana, aunque con ello no se compensa la debilidad creciente ante los problemas de la biodiversidad en general y de las plantas europeas en particular.

El libro está bien presentado, someramente ilustrado y se enriquece con numerosas tablas y ventanas de texto sobre experiencias exitosas o recursos generados para la conservación vegetal. Una de tales ventanas está dedicada a SEBiCoP, la única sociedad científica en Europa consagrada específicamente a la conservación de la diversidad vegetal.

Este volumen, así como los que le precedieron sobre periodos anteriores, constituye un interesante material de consulta para revisar el "estado del arte" en Europa de los progresos –siempre lentos e insuficientes– en la protección de la biodiversidad, en este caso de su componente vegetal.

Puede descargarse el libro electrónico desde el enlace:

https://fr.plantaeuropa.com/_files/ugd/f48a29_8929cc87ecd74b0ea43a419740b2ca63.pdf.

JCMS

■ Calendas de Biodiversidad / Soci@ del mes

En el siguiente link (<https://www.conservacionvegetal.org/grupo-de-trabajo/#my-tabs|2>) se pueden ver y descargar las calendas que se han ido publicando mensualmente desde enero del 2022 y que se corresponden con:

Enero: Los efectos negativos del ozono troposférico en la polinización. S. Prieto Benítez, R. Ruiz Checa, I. Fernández González, R. Alonso del Amo & V. Bermejo Bermejo.

Febrero: Biodiversidad y resiliencia climática. Á. Enrique Salvo Tierra.

Marzo: Proyecto PHY2SUDOE: "Avanzando en la aplicación de estrategias innovadoras de fitogestión en zonas contaminadas del espacio SUDOE". A. Agut Escrig & B. Hermosilla Lorenzo.

Abril: Fluctuaciones a corto plazo en el censo de pies reproductores de dos geófitos catalogados en Huesca. J. Puente Cabeza.

Mayo: El Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Comunidad de Madrid (CREA): de 1992 a 2022, 30 años con un balance nada positivo. F. Martínez García.

Junio: Poblaciones amenazadas del endemismo ibero-norteafricano *Nepeta hispanica*. I. Ramos Gutiérrez, M. Fernández-Mazuecos.

Julio: Un musgo invasor y su historia jamás contada ... ¡o más bien jamás escuchada!. G. Sicilia-Pasos, A. Losada-Lima, L. S. Jay-García, A. Martins, Manuela Sim-Sim & J. Patiño

Agosto: Red Andaluza de Jardines Botánicos y Micológico. L. Plaza Arregui.

Septiembre: Plan de recuperación y conservación de los helechos en Andalucía. J.M. López Vázquez.

Octubre: Nueva lista de taxones protegidos y amenazados en Aragón. J. Puente Cabeza.

Noviembre: La etnobotánica en el aula. Un método para la conservación natural y cultural, la motivación y el aprendizaje. L. Gutiérrez García, J. Blanco Salas, J. Sánchez Martín, I. Corbacho Cuello & T. Ruiz Téllez

A su vez en <https://www.conservacionvegetal.org/grupo-de-trabajo/> se pueden consultar las distintas fichas de "nuestr@ soci@ del mes" desde Enero a Noviembre 2022:

Enero: Marta Nieto Lugilde, Shaw Lab, Duke University (NC, USA). Postdoctoral associate.

Febrero: Joana Cursach, Laboratorio de Botánica, Depto. de Biología, Universidad de las Islas Baleares. Profesora contratada doctora.

Marzo: Carles Burguera, Jardí Botànic Marimurtra. Conservador del herbario y banco de germoplasma.

Abril: Sara Santamarina, Depto. de Gestión y Biodiversidad Ambiental, Universidad de León. Investigadora predoctoral.

Mayo: Raúl Lois Madera, Depto. de Gestión y Biodiversidad Ambiental, Universidad de León. Investigador predoctoral.

Junio: Jaime Pereña, Universidad de Málaga. Personal Docente e Investigador.

Julio: Andros Solakis, Depto. de Botánica y Fisiología Vegetal. Universidad de Málaga.

Septiembre: Iván Rodríguez Buján, Universidade da Coruña. Investigador contratado grupo BioCost.

Octubre: Antonio Picornell Rodríguez. Investigador Postdoctoral Junta de Andalucía PAIDI 2020.

Noviembre: Joshua Borràs, Universitat de les Illes Balears. Investigador predoctoral.

La publicación de este boletín *online* se ha realizado gracias a:



Comité Editorial

Ruth Jaén Molina, Felipe Martínez y Mario Mairal

Comité Científico

Ruth Jaén Molina, Mario Mairal y Felipe Martínez
Juan Carlos Moreno, Emilio Laguna y Pedro Sosa

Revisión de artículos (colaboradores externos de este número)

José Antonio Algarra, Estrella Alfaro, Juan Antonio Calleja, Mercedes Castellano, Juli Caujapé, David Cuerda, Antonio Díaz, Miguel A. González, Águedo Marrero, Santiago Martín, Marta Martínez, Mario Fernández-Mazuecos, Sonia Molino,

David Padilla, Manuel Peinado, Rosario Rebolé y Alfredo Reyes.

Comisión de Botánica, Departamento de Biología

Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid
C/ Darwin 2, Cantoblanco, E-28049 Madrid
Tel.: 914 978 105. Fax: 914 978 344
Correo electrónico: conservacion.vegetal@uam.es
<https://www.conservacionvegetal.org/conservacion-vegetal/>

Diseño y maquetación: Argonauta Diseño

Depósito legal: M-25612-2013

e-ISSN: 2952-0959

DOI: <https://doi.org/10.15366/cv2021.26>