

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.