

Bibliografía

- Baskin CC & JM Baskin (1998) *Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination*. Elsevier.
- Cochran, WG (1941). The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. *Annals of Eugenics*, 11, 47–52.
- Copete MA, Herranz JM, Ferrandis P & E Copete (2015) Annual dormancy cycles in buried seeds of shrub species: germination ecology of *Sideritis serrata* (Labiatae). *Plant Biology*, 17(4), 798-807.
- David, HA (1952). Upper 5 and 1% points of the maximum F-ratio. *Biometrika*, 39(3/4), 422-424.
- Estrelles E, Güemes J, Riera J, Boscaiu M, Ibars AM & M Costa (2010) Seed germination behaviour in *Sideritis* from different Iberian habitats. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 09-13.
- Gómez-Campo, C (2002) *Long term seed preservation: the risk of using inadequate containers is very high*. Monographs ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid 163: 1-10.
- Morales R, Quintanar A & FJ Cabezas (2010). Labiatae (En) Morales, R., Quintanar A., Cabezas F.J., Pujadas A.J., & Cirujano S. *Flora Ibérica XII: Verbenaceae-Labiatae-Callitricaceae*. 24-496. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Penfield, S (2017) Seed dormancy and germination. *Current Biology*, 27(17), R874-R878.
- Penfield S & DR MacGregor (2017). Effects of environmental variation during seed production on seed dormancy and germination. *Journal of experimental Botany*, 68(4), 819-825.
- Pérez-García F, González-Benito ME & C Gómez-Campo (2008). Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. *Seed Science and Technology*, 36(2), 407-422.
- Santiago A, Herranz JM & P Ferrandis (2013). El banco de germoplasma vegetal del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha: implicaciones para la conservación "ex situ" de flora silvestre. *Sabuco: Revista de estudios albacetenses*, (9), 95-111.
- Solberg S Ø, Yndgaard F, Andreassen C, Von Bothmer R, Loskutov IG & Å Asdal (2020) Long-term storage and longevity of orthodox seeds: A systematic review. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1007.
- Van Treuren R, de Groot EC & TJ van Hintum (2013) Preservation of seed viability during 25 years of storage under standard genebank conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4), 1407-1421.

REDBAG: más de 20 años impulsando la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España

REDBAG: more than 20 years promoting ex situ conservation of wild plants in Spain

■ AGUSTÍ AGUT ESCRIG¹, JOSÉ IGNACIO ALONSO-FELPETE² y BRAIS HERMOSILLA LORENZO¹

1. Jardín Botánico de Olarizu; Unidad de Anillo Verde y Biodiversidad, Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz; Araba/Álava; País Vasco; España. aagut@vitoria-gasteiz.org
2. Herbario LEB "Jaime Andrés Rodríguez"; Universidad de León; León; Castilla y León; España.

Resumen / Abstract

Se presentan los trabajos realizados por la Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres y Fitorrecursos Autóctonos (REDBAG) durante los últimos años para el desarrollo e impulso de la conservación *ex situ* de la flora silvestre española. Durante 2020-2021 la REDBAG lideró la asesoría para la redacción de las "Directrices para la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024). Durante 2022-2023, ha coordinado la "Evaluación del estado de la conservación *ex situ* de las especies de flora incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y propuestas de mejora". Este estudio ha permitido, por una parte, conocer cuál es la situación actual de la conservación *ex situ* de la flora vascular silvestre protegida a nivel estatal y, por otra parte, definir las prioridades de actuación de los nuevos Banco Nacional de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre y el Banco de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre en Red, cuya creación y funcionamiento se establecen en el Real Decreto 159/2022. Además, se han identificado las principales carencias de información sobre las accesiones conservadas, que deberían resolverse urgentemente para favorecer una toma de decisiones estratégica bien fundamentada en el futuro.

The work carried out by the Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres y Fitorrecursos Autóctonos (REDBAG) during the last years for the development and promotion of ex situ conservation of Spanish wild flora is presented. During 2020-2021, REDBAG led the consultancy for the drafting of the "Directrices para la conservación ex situ de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024). During 2022-2023, REDBAG has coordinated the "Evaluación del estado de la conservación ex situ de las especies de flora incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y propuestas de mejora". This study has made it possible, on the one hand, to know the current situation of ex situ conservation of wild vascular flora protected at the state level and, on the other hand, to define the priorities for action of the new Banco Nacional de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre and the Banco de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre en Red, whose creation and operation are established in Real Decreto 159/2022. Furthermore, major information gaps on conserved accessions have been identified, which should be urgently resolved to support well-informed strategic decision-making in the future.

Palabras clave / Keywords

Banco de germoplasma, prioridades de conservación
Germplasm bank, conservation priorities

Introducción y antecedentes

Los bancos de germoplasma especializados en la conservación de plantas silvestres juegan un papel clave y fundamental en las políticas de conservación de la biodiversidad. En función de las necesidades, cada vez es más frecuente que los técnicos e investigadores de los centros de conservación *ex situ* participen activamente en el diseño, desarrollo y ejecución de programas de conservación *in situ*, destinados a que todas las acciones que permitan la preservación de plan-

tas silvestres en sus biotopos y hábitats naturales (Bacchetta *et al.*, 2008).

Aunque la finalidad sea conservar las especies *in situ*, en el medio natural, antes que *ex situ*, en la realidad y en la práctica ambos métodos son necesarios, puesto que, en algunas ocasiones las comunidades pueden llegar a un grado de vulnerabilidad tan elevado o crítico que es necesario reforzar o



Figura 1. Logotipo de la REDBAG.

asistir las poblaciones mediante técnicas de la conservación *ex situ* (Vovides *et al.*, 2013). De modo que, la conservación *ex situ* de especies amenazadas en jardines botánicos y bancos de germoplasma resulta fundamental para la ejecución de planes de restauración y/o de recuperación de poblaciones (Godefroid *et al.*, 2011).

Para cumplir los objetivos de la Estrategia Global para la Conservación de Plantas (GSPC), los países deben aspirar a conservar al menos el 75% de sus especies amenazadas en colecciones *ex situ* genéticamente representativas, preferiblemente en el país de origen, y al menos el 20% de las especies amenazadas deben estar disponibles para planes de recuperación y programas de restauración (Meta 8) (Sharrock, 2020). Con el fin de identificar las carencias existentes en los bancos de germoplasma y determinar la situación de partida, es necesario evaluar las colecciones de conservación *ex situ* (Ferrando-Pardo *et al.*, 2016).

Del mismo modo, es importante evaluar el éxito de iniciativas coordinadas de conservación de plantas *ex situ* (Rivière & Müller, 2018), como las redes nacionales e internacionales de bancos de germoplasma. En este sentido, en España resulta necesario evaluar las colecciones conservadas por el conjunto de la Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres y Fitorrecursos Autóctonos (REDBAG) y el resto de los centros de conservación de flora silvestre activos existentes y no adheridos a esta red estatal.

La REDBAG (Fig. 1) se constituyó el 15 de noviembre de 2002 en el seno de la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB) (<https://aimjbotanicos.es/redbag/>).

Desde entonces, forman parte de ella los miembros de la AIMJB que tienen un banco de germoplasma, así como otros bancos dependientes de diferentes instituciones, igualmente activos en la gestión y conservación de especies silvestres y otros recursos fitogenéticos. En sus inicios estaba integrada por 13 miembros, actualmente, reúne a 32: 23 bancos de germoplasma en activo, 7 centros actualmente inactivos y 2 nuevos centros que han solicitado su adhesión (Fig. 2).

En 2011 la Sociedad Española de Biología de Conservación de Plantas (SEBiCoP) elaboró el "*Informe sobre el cumplimiento del Objetivo 8 de la Estrategia Global de Conservación Vegetal (GSPC) en relación a la flora vascular española*", sobre los taxones susceptibles de conservación *ex situ*, en el que proporcionaba un listado de especies de las cuales no se tenía constancia que estuvieran siendo conservadas en ningún banco de germoplasma (Güemes *et al.*, 2011).

Las carencias detectadas en este informe en cuanto a la dificultad para poder acceder a información actualizada sobre el material que realmente se estaba conservando, impulsaron a la AIMJB-REDBAG a desarrollar el portal OpenREDBAG (<https://www.redbag.es/openredbag/>), con el doble objetivo de: (1) hacer más accesibles los datos de especies que conservan los bancos nacionales y (2) facilitar a dichos bancos una herramienta que permitiera publicar las accesiones conservadas y todos sus datos relacionados.

El trabajo de coordinación realizado por el Jardín Botánico Atlántico para materializar dicho proyecto hizo posible que, posteriormente, por encargo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante MITECO), en el marco de la "Asistencia técnica para la recolección de germoplasma y desarrollo de protocolos de manejo *ex situ* de plantas protegidas en España" realizada para TRAGSATEC, la AIMJB-REDBAG elaborara el documento base para el "Informe de evaluación del estado de conservación *ex situ* de las especies incluidas en el CEEA y propuestas de mejora" (MITECO, 2018), donde se analizó la información de 12 bancos de germoplasma de flora silvestre.

El trabajo de coordinación realizado por el Jardín Botánico Atlántico para materializar dicho proyecto hizo posible que, posteriormente, por encargo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante MITECO), en el marco de la "Asistencia técnica para la recolección de germoplasma y desarrollo de protocolos de manejo *ex situ* de plantas protegidas en España" realizada para TRAGSATEC, la AIMJB-REDBAG elaborara el documento base para el "Informe de evaluación del estado de conservación *ex situ* de las especies incluidas en el CEEA y propuestas de mejora" (MITECO, 2018), donde se analizó la información de 12 bancos de germoplasma de flora silvestre.

Situación actual

En abril de 2019, en las Jornadas Técnicas de la AIMJB celebradas en el Jardín Botánico-Histórico de La Concepción (Málaga), el Jardín Botánico de Olarizu (Vitoria-Gasteiz) asumió la coordinación de la REDBAG, prosiguiendo el trabajo realizado previamente desde el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz primero, y posteriormente desde el Real Jardín Botánico Juan Carlos I de la Universidad de Alcalá de Henares.

Durante este último lustro la REDBAG, mediante la participación de todos sus miembros y en coherencia con sus objetivos fundacionales, ha continuado asesorando al MITECO, por medio de TRAGSATEC, en distintas fases del desarrollo e impulso de la conservación *ex situ* de la flora silvestre española.

En primer lugar, durante el bienio 2020-2021 la REDBAG lideró la asesoría para la redacción de las "Directrices para la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024), aprobadas el pasado mes de julio del 2024. En segundo lugar, tras la aprobación del "Real Decreto 159/2022, de 1 de marzo, sobre conservación de los recursos genéticos forestales y de la flora silvestre", durante el bienio 2022-2023, la REDBAG ha participado en la "Asesoría y revisión experta en relación con las tareas necesarias para la puesta en marcha del Banco Nacional de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre y del Banco de Germoplasma Forestal y de Flora Silvestre en Red" (en adelante BNGFS y Banco en Red), cuya creación y funcionamiento se establecen en dicho Real Decreto.

En este contexto, la REDBAG ha coordinado los trabajos para realizar una nueva "Evaluación del estado de la conservación *ex situ* de las especies de flora incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEa), en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y propuestas de mejora". El objetivo de dicha evaluación es doble: por una parte, conocer cuál es la situación actual de

la conservación *ex situ* de la flora vascular silvestre protegida a nivel estatal y, por otra parte, establecer un orden de prioridades en la planificación de los nuevos BNGFS y Banco en Red, así como proponer líneas de acción para cubrir las principales carencias detectadas en las colecciones conservadas.

En el año 2022 se solicitaron los datos de accesiones conservadas de los taxones incluidos en la última actualización del LESRPE y CEEA (RD 139/2011) y posteriores modificaciones que habían afectado a la flora vascular (Orden AAA/1351/2016 y Orden TED/1126/2020) hasta la fecha. Para ello, la REDBAG realizó, en primera instancia, una petición general a todos los bancos de germoplasma de flora silvestre en activo y, en segunda, se contactó uno por uno con aquellos bancos que no dieron respuesta a la primera petición. Los datos no fueron obtenidos directamente de OpenREBAG porque se observó que muchos centros no contaban con la publicación actualizada de sus colecciones. Por esta razón, con el fin de obtener información lo más actualizada y comparable posible, se suministró a todos los bancos una base de datos homogénea con una serie de descriptores distribuidos en varias categorías, que incluía los datos disponibles en la evaluación anterior (MITECO, 2018) y permitía incorporar nuevas accesiones y nuevos datos sobre estas. A diferencia de la evaluación anterior, también se solicitaron datos relativos a la caracterización del material conservado y a sus usos: cantidad de semillas, existencia de duplicados, viabilidad de las accesiones, ensayos de germinación, ensayos de cultivo y propagación, uso en análisis genéticos y/o programas de restitución. De este modo, se obtuvieron datos actualizados sobre 2834 accesiones de taxones protegidos en el LESRPE y el CEEA, procedentes de recolecciones realizadas entre los años 1968 a 2022, conservadas en 20 bancos de germoplasma:

1. Banco de Germoplasma Vegetal del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha
2. Banco de Germoplasma del Jardín Botánico de la Universidad de Alcalá
3. Banc de Germoplasma del Jardí Botànic de Barcelona
4. Banco de Germoplasma de la Diputación Foral de Gipuzkoa
5. Banco de Germoplasma del Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo
6. Banco de Germoplasma Vegetal UPM "César Gómez Campo"
7. Banco del Germoplasma de Real Jardín Botánico de Madrid-CSIC
8. Banc de Germoplasma Vegetal de les Illes Balears - JBS
9. Banco de Germoplasma del Jardín de Aclimatación de la Orotava
10. Banc de Llavors del Jardí Botànic de la Universitat de València
11. Banco de Germoplasma del Jardín Botánico de Olarizu Vitoria-Gasteiz
12. Banco de Germoplasma de la Universidad de Salamanca
13. Banc de Llavors de la Garrotxa
14. Banco de Germoplasma "GERMHUAL" de la Universidad de Almería
15. Banco de Germoplasma del Jardín Botánico Atlántico
16. Banco de Germoplasma de Flora Silvestre de la Región de Murcia
17. Banco de Germoplasma de Flora Silvestre Valenciana de la Generalitat Valenciana
18. Banco de Germoplasma de la Universidad Rey Juan Carlos
19. Banco Genético de la Biodiversidad de Extremadura
20. Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz

Retos de futuro

El análisis de los datos proporcionados por los bancos ha permitido establecer las líneas prioritarias de actuación para el BNGFS, en consonancia con las prioridades establecidas en las "Directrices para la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024), que se han organizado en tres categorías:

PRIORIDAD 1. Conservar *ex situ* aquellos taxones protegidos que todavía no se conservan en ningún banco.

PRIORIDAD 2. Aumentar la representatividad geográfica de las muestras conservadas en los bancos.

PRIORIDAD 3. Aumentar el número de duplicados conservados: actuando como reservorio de duplicados de aquellos taxones y accesiones que sólo se conservan en un banco. Puesto que el artículo 9.2 del RD 159/2022 establece que "*el BNGFS será depositario preferente de un duplicado de dichos taxones (referidos al Anexo 1.3 del RD), salvo que se justifique que se está conservando adecuadamente en otra instalación*".

De este modo, la puesta en marcha del BNGFS permitirá dar respuesta desde la Administración General del Estado a las necesidades de conservación *ex situ* de las especies protegidas que todavía no están siendo debidamente conservadas.

Por otra parte, la creación del Banco en Red permitirá corregir las principales carencias detectadas en cuanto a las dificultades de acceso a la información sobre el material conservado en algunos centros de conservación, así como en relación a la homogeneidad y la calidad de dichos datos. Para ello, el Banco en Red, conforme establece el artículo 10 del RD 159/2022, ya ha iniciado los trabajos para asumir las funciones de mantener actualizada y lo más completa posible dicha información, con el fin de poder evaluar debidamente tanto la situación de la conservación *ex situ* a nivel estatal como el estado de conservación de las accesiones de la flora protegida española. Así mismo, está trabajando en establecer el uso generalizado de identificadores únicos persistentes de las poblaciones conocidas y de las accesiones conservadas de la flora protegida a nivel estatal para mejorar en la creación de inventarios inequívocos y facilitar futuras evaluaciones y estrategias de conservación. Todo esto facilitará la priorización y la toma de decisiones estratégicas sobre la necesidad de recolectar material genético de determinados taxones y/o poblaciones.

En toda esta labor la adhesión de los bancos de germoplasma al Banco en Red parece decisiva, puesto que podrán adherirse tanto los que existen en activo, como aquellas otras instituciones que deseen aportar y compartir información sobre el germoplasma que están conservando o las poblaciones de taxones protegidos que gestionan. La adhesión al Banco en Red, por su parte, facilitará el establecimiento de acuerdos de colaboración entre las comunidades autónomas que carecen de la infraestructura necesaria y los distintos bancos de germoplasma para que puedan convertirse en sus "Centros de Referencia", tal y como se define en las "Directrices para la conservación *ex situ* de la flora silvestre en España" (MITECO, 2024) y se establece en los artículos 11.3 y 11.4 del RD 159/2022, y así dar soporte a las necesidades de conservación *ex situ* e *in situ* de la biodiversidad vegetal en cada territorio.

Además de todo lo expuesto, como oportunidad de mejora en futuras evaluaciones sobre la situación de la conser-



Figura 2. Distribución geográfica de los bancos de germoplasma miembros de la REDBAG.

vación *ex situ* de la flora silvestre española, se considera que sería interesante incluir los taxones considerados bajo la nueva figura de “Pariente Silvestre de los Cultivos” propuesta en la reciente “Estrategia Nacional de Conservación de Parientes Silvestres de los Cultivos y Plantas Silvestres de Uso Alimentario” (MAPA, 2022), así como todas las especies protegidas en el ámbito de la Unión Europea presentes en España.

En cuanto al uso de las accesiones para translocaciones *in situ*, es evidente que muchas veces todavía existe una descoordinación entre conservadores y restauradores que impide o dificulta en gran medida poder evaluar este aspecto de forma correcta. Por esta razón, para futuras evaluaciones se considera necesario, por una parte, incorporar información no solamente de los bancos de germoplasma, sino también de las administraciones competentes en materia de biodiversidad y, por otra parte, se

sería necesario avanzar en cada caso en el estudio específico de la variabilidad intrataxón, para determinar si la diversidad *in situ* está suficientemente bien representada en las colecciones *ex situ*, que debería ser la finalidad última de los bancos de germoplasma.

Agradecimientos

A todos los bancos de germoplasma y jardines botánicos que han facilitado sus datos para realizar los distintos trabajos en el marco de los contratos firmados entre la AIMJB-REDBAG con TRAGSATEC para el “Apoyo en el desarrollo de diferentes tareas para la puesta en marcha del BNGFS” por encargo del MITECO. A los técnicos de TRAGSATEC y del nuevo BNGFS.

Bibliografía

- Bacchetta G, Bueno Sánchez A, Fenu G, Jiménez-Alfaro B, Mattana E, Piotto B & M Virevaire (2008) *Conservación ex situ de plantas silvestres*, 375 pp. Gijón: Principado de Asturias. <https://medioambiente.asturias.es/documents/646140/754464/Conserv-exsitu.pdf>
- Di Santo LN & JA Hamilton (2021), Using environmental and geographic data to optimize *ex situ* collections and preserve evolutionary potential. *Conservation Biology*, 35: 733-744. <https://doi.org/10.1111/cobi.13568>
- Ferrando-Pardo I, Ferrer-Gallego P, & E Laguna-Lumbreras (2016) Assessing the conservation value of *ex situ* seed bank collections of endangered wild plants. *Israel Journal of Plant Sciences*, 63(4): 333-346. https://brill.com/view/journals/ijps/63/4/article-p333_333.xml
- Godefroid S, Rivière S, Waldren N, Boretos R, & T Vanderborcht (2011) To what extent are threatened European plant species conserved in seed banks? *Biological Conservation*, 144 (5): 1494-1498. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320711000383?via%3Dihub>
- Güemes J, Blasco P, Carrió E, Ochoa M & M Sánchez (2011) *Informe sobre el cumplimiento del Objetivo 8 de la Estrategia Global de Conservación Vegetal (GSPC) en relación a la flora vascular española. Propuesta de los taxones susceptibles de conservación ex situ y de ser objeto de planes de actuación*. Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas (inédito).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2022) *Estrategia Nacional de Conservación de Parientes Silvestres de los Cultivos y Plantas Silvestres de Uso Alimentario*. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-deproduccion/mapa_estrategiadeconservacion_04_tcm30-636650.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2018) *Informe de evaluación del estado de conservación ex situ de las especies incluidas en el CEEA y propuestas de mejora* (inédito).
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2024) *Directrices para la conservación ex situ de la flora silvestre en España*. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/esp-prot-especial/Directrices%20conservacion-de-especies%20ex-situ.pdf>
- Molina Pertíñez AS & A García-Fernández (2023) Revisión de la Base de Datos de Translocaciones en España: Trans-Planta 2.0. *Conservación Vegetal* 27: 56. <https://revistas.uam.es/conservacionvegetal/article/view/18428/16666>
- Rivière S & JV Müller (2018) Contribution of seed banks across Europe towards the 2020 Global Strategy for Plant Conservation targets, assessed through the ENSCONET database. *Oryx*, 52 (3): 464-470. <https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/contribution-of-seed-banks-across-europe-towards-the-2020-global-strategy-for-plant-conservation-targets-assessed-through-the-ensconet-database/6CFC33B415B8BAE66062386D9FEB070B>
- Sharrock S (2020) *Plant Conservation Report 2020: A review of progress in implementation of the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada and Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. *Technical Series* No. 95: 68 pp. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-95-en-hr.pdf>
- Vovides AP, Iglesias C, Luna V & T Balcázar (2013) Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. *Botanical Sciences*, 91(3): 239-250. <https://doi.org/10.17129/botsci.5>