SALAMANCA, Revista de Estudios, 68, 2024, pp. 195-215
ISSN: 0212-7105

UN BANCO DE SEMILLAS EN SALAMANCA. LA CLAVE PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD VEGETAL

Seed Bank in Salamanca. The Key to Preserve Plant Biodiversity

Silvia Sánchez Durán
Universidad de Salamanca

RESUMEN: La biodiversidad vegetal se está reduciendo rápidamente en todo el mundo, de ahí la necesidad de potenciar su conservación. Los bancos de germoplasma conservan *ex situ*, principalmente semillas, para tener la posibilidad de regenerar ecosistemas, reforzamiento de poblaciones (*Astragalus devesae*) o reintroducciones (*Senecio coincyi*). Comentamos los procedimientos más habituales de un banco de germoplasma, desde la identificación de prioridades hasta la obtención de nueva planta. Desde Salamanca llevamos muchos años conservando especies en peligro de extinción (*Delphinium fissum* subsp. *sordidum*, *Omphalodes brassicifolia*) y cualquier otra especie de interés dando especial importancia a la flora de la dehesa salmantina.

PALABRAS CLAVE: semillas; conservación; biodiversidad; dehesa; Salamanca.

ABSTRACT: Plant biodiversity is rapidly decreasing worldwide, hence the need to enhance its conservation. Germplasm banks mainly conserve seeds *ex situ* for the possibility of ecosystems regeneration, population reinforcement (*Astragalus devesae*) or reintroductions (*Senecio coincyi*). We comment the most usual procedures of a germplasm bank, from the identification of priorities to the obtaining of new plants. From Salamanca, we have been conserving endangered species (*Delphinium fissum* subsp. *sordidum*, *Omphalodes brassicifolia*) and any other species of interest for long time, giving special importance to the flora of the Salamanca dehesa.

KEY WORDS: seeds; conservation; biodiversity; dehesa; Salamanca.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el desarrollo de la agricultura, la conservación de semillas se ha convertido en una actividad imprescindible para mantener los ciclos de siembra y recolección; si bien, la idea de preservar semillas de diferentes especies de todo el mundo y garantizar su viabilidad a largo plazo surgió en los años 20 y 30 del siglo XX.

Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943) fue el primer científico que vio la enorme importancia de conservar los recursos fitogenéticos (cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura). Organizó expediciones botánico-agronómicas por todo el mundo mientras desarrollaba su teoría de los centros de origen de las plantas cultivadas (donde fueron domesticadas las plantas que se cultivan en la actualidad) y creaba la mayor colección de semillas del mundo de la época.

En el último siglo se han perdido miles de variedades locales de las especies cultivadas y unas tres cuartas partes de su diversidad genética, generada a lo largo de 10.000 años de agricultura, caminando hacía una uniformidad genética preocupante. Pero no sólo las plantas cultivadas se están viendo mermadas, las especies silvestres siguen un camino semejante.

Necesitamos desarrollar conocimientos, técnicas, métodos, leyes, etc., para evitar la pérdida de diversidad genética vegetal.

1.1. CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Un hito importante de cara a incrementar la conservación de semillas de plantas silvestres fue la Cumbre de la Tierra, de la Organización de las Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro en 1992, para evitar la pérdida de diversidad biológica y que quedó materializada en el Convenio de Diversidad Biológica (CDB)[1].

En el preámbulo del CDB figura que las Partes Contratantes (países, organizaciones, etc.) que han firmado el convenio y, por ello, se obligan a cumplirlo, son conscientes de los valores no sólo ecológicos de la diversidad biológica y sus componentes, sino también genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos, estéticos, etc.

También se señala que los Estados son responsables de la conservación de su diversidad biológica y de la utilización sostenible de sus recursos biológicos; que es fundamental para la conservación de la diversidad biológica el hacerlo *in situ*, en los ecosistemas y hábitats naturales, pero a la vez señala el interés de la adopción de medidas *ex situ*, preferentemente en el país de origen.

1. Instrumento de ratificación del Convenio sobre la Diversidad Biológica, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. *Boletín Oficial del Estado (BOE)* núm. 27, 1994, pp. 3113-3125.

En las sucesivas reuniones de las partes se precisan con mayor detalle algunas de las consideraciones que sólo son esbozadas en el convenio. A título de ejemplo, se puede destacar la gran importancia que tiene el Protocolo de Nagoya de 2010, de cara a conseguir una distribución justa y equitativa de los beneficios que surgen de la utilización de los recursos genéticos, contribuyendo así a la conservación y al uso sostenible de la biodiversidad[2].

Con el CDB como base, se crea el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) en la Conferencia de la FAO, el 3 de noviembre de 2001. Los objetivos del Tratado son la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización. Se señala que está en total armonía con el CDB, para una agricultura sostenible y la seguridad alimentaria[3].

En el preámbulo dejan clara la alarma por la constante erosión de estos recursos que son materia prima indispensable para el mejoramiento genético de los cultivos y que la conservación, prospección, recolección, caracterización, evaluación y documentación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura son esenciales.

1.2. Conservación *in situ* y *ex situ*

Merecen especial atención algunos de los artículos del CDB; principalmente los que hacen referencia a la conservación, tanto *ex situ*, como *in situ*.

En el artículo 8 se trata la conservación *in situ* y, entre otras cosas, señala que hay que elaborar directrices para la selección, el establecimiento y la ordenación de áreas protegidas, como por ejemplo espacios naturales (parques nacionales, parques naturales), microrreservas, etc. También señala que se rehabilitarán y restaurarán ecosistemas degradados y se procederá a la recuperación de especies amenazadas; que se impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies invasoras. Incluso señala que será necesario el apoyo financiero y de otra naturaleza para la conservación *in situ* porque al conservar una especie en el lugar donde se desarrolla, también se protege el resto del ecosistema.

En el artículo 9 se trata la conservación *ex situ*, es decir, en lugares fuera de los hábitats donde se encuentren naturalmente las especies y se señala que se adoptarán medidas para la conservación *ex situ* de componentes de la diversidad

2. SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica*. Montreal: Convenio sobre la Diversidad Biológica, Naciones Unidas, 2011, 27 pp.

3. *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2009, 60 pp.

biológica; se establecerán y mantendrán instalaciones para su conservación; se adoptarán medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción; que todo debe ser reglamentado y que se gestionará la recolección de recursos biológicos de los hábitats naturales; se cooperará en el suministro de apoyo financiero y en el establecimiento y mantenimiento de instalaciones para tal efecto en países en desarrollo.

Por lo tanto, la conservación *ex situ* es una respuesta a la dificultad de mantener poblaciones viables *in situ*, necesaria para la conservación de los recursos genéticos vegetales, en situaciones especiales o críticas (por ejemplo, cuando su extinción es inminente), especies con algún grado de amenaza, como prevención (como en el caso de poblaciones con un número muy reducido de ejemplares) o las plantas que se hallen en peligro sean raras, endémicas, etc. Por lo que complementa la conservación *in situ*, sobre todo cuando se aplican medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de especies amenazadas, para introducirlas nuevamente en sus hábitats naturales, así como promover una mayor conciencia del valor de la biodiversidad mediante la educación no formal, pero de esto, se hablará más adelante.

Por lo tanto, el CDB y el TIRFAA hablan de la importancia de conservar los recursos genéticos *ex situ*, algunos de los espacios de conservación creados a tal efecto son los bancos de germoplasma (BGs).

2. BANCOS DE GERMOPLASMA

El germoplasma es cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios de una generación a otra, por lo que el germoplasma vegetal alude a estructuras de plantas que lleven las características genéticas para formar la siguiente generación; puede tratarse de esporas, tejidos o partes de plantas, incluyendo sus células y compuestos con información genética y principalmente, como veremos, las semillas.

Su conservación es una actividad que se realiza desde hace tan sólo unas décadas. Hacia 1960 sólo había en el mundo tres bancos: el Vavilov de San Petersburgo en Rusia, el Gatersleben en Alemania y el Fort Collins en los Estados Unidos de Norteamérica.

España también fue pionera en la conservación, pues en 1966 se creó el primer banco de germoplasma del mundo especializado en la conservación de plantas silvestres[4].

La preservación de semillas de plantas con interés alimentario es primordial, el 90% de las accesiones son de especies de interés para la alimentación mundial (trigo, maíz o arroz). Pero conservar especies silvestres también es muy importante

4. BACCHETTA, G.; BUENO SÁNCHEZ, A.; FENU, G.; JIMÉNEZ-ALFARO, B.; MATTANA, E.; PIOTTO, B. & VIREVAIRE, M. (eds). *Conservación ex situ de Plantas Silvestres*, Asturias: Obra Social La Caixa y Principado de Asturias, 2008, 378 pp.

ya que pueden servir para realizar restauración ecológica, reforzamientos de poblaciones que estén en claro retroceso, o reintroducciones en aquellas zonas donde está documentado que existía una especie, después desapareció y que interesa incluirla de nuevo en ese lugar.

Pero ningún BG, conserve lo que conserve, puede existir de manera aislada. Siempre se debe trabajar coordinadamente entre distintos bancos. En España contamos con la Red Española de Bancos de Germoplasma de Plantas Silvestres (RedBaG) que fue creada en el año 1992, por la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos. También hay redes del Mediterráneo (GenMedOC), europeas (ENSCONet), etc., en las que participan algunos bancos españoles.

Muy importante es el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF). Entre sus líneas de trabajo figura la documentación e Inventario Nacional de la Red de Colecciones de Recursos Fitogenéticos; el mantenimiento de un duplicado de seguridad de todas las colecciones españolas que se conservan por semillas en el Banco base; prospección y recolección de variedades locales en peligro de extinción; el mantenimiento de los bancos activos españoles de cereales y leguminosas; así como la caracterización y evaluación de las colecciones de los bancos activos.

Son muy importantes también las especies forestales, que se conservan en el Banco de Germoplasma Forestal en Red.

Ya de ámbito internacional hemos de recordar el Banco del milenio, de Kew, con gran cantidad de muestras conservadas y el Banco mundial de Svalbard, enorme almacén subterráneo que puede llegar a almacenar cuatro millones y medio de accesiones, en el archipiélago noruego de Svalbard. Nació para asegurar que, tras una catástrofe mundial, tuviésemos semillas para poder realizar cultivos agroalimentarios.

Todas estas estructuras y redes están amparadas por distintas estrategias internacionales para la conservación, como las Listas Rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) que, aunque no representan una forma de protección, la elaboración de estas listas siguiendo las categorías de la UICN, constituye un elemento fundamental para la protección de la flora[5].

2.1. Tipos de bancos de germoplasma

El objetivo principal de los bancos de germoplasma es el almacenamiento y conservación de material genético viable a largo plazo como células (polen), tejidos (meristemos) u órganos (frutos y semillas). El que sea viable implica que esté vivo y, por lo tanto, en el momento que se decida, pueda germinar o crecer.

5. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): Versión 3.1*. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN, 2012, 34 pp.

La manera más habitual de conservar la mayoría de este material es reduciendo su humedad hasta un 5% aproximadamente y después congelando cada vial con la muestra a -18 ºC, pero es de interés conocer ciertos aspectos en el caso de las semillas en lo que respecta a la respuesta a la desecación, pudiendo clasificarse en tres grupos: semillas ortodoxas, que pueden perder una buena parte de su contenido en humedad sin dañarse y, por ello, pueden ser conservadas previa desecación, pues pueden sobrevivir con un 2-5% de humedad durante años; recalcitrantes, semillas que no serán viables si se reduce la humedad y semillas intermedias, que, como su propio nombre indica, soportan una relativa pérdida de su contenido de humedad y continúan viables.

En España somos afortunados ya que la mayor parte de la flora de climas templados tiene semillas ortodoxas (el 97% de las plantas herbáceas no acuáticas presentan este tipo de semillas); mientras que son recalcitrantes o intermedias las semillas de muchas plantas que proceden de climas tropicales, aunque también lo son las especies del género *Quercus* (encinas, robles, …), castaños, olmos, avellanos, tejo o especies acuáticas.

Toda esta información nos lleva a considerar los posibles tipos de bancos existentes según el material a conservar.

– Bancos de semillas (ortodoxas): el método más extendido de conservación de germoplasma vegetal, pues es el más eficaz, económico y seguro para la conservación de las especies con semillas ortodoxas y presentan la ventaja de tener muchos registros en poco espacio.
– Bancos de esporas: son necesarios para pteridófitos (helechos en sentido amplio) y briófitos (musgos y hepáticas). Estas esporas, en algunas ocasiones, pueden llegar a tener una cierta importancia por estar presentes en los captadores aerobiológicos y ser algunas consideradas cancerígenas[6].
  Bancos de germoplasma de campo: son las infraestructuras que tienen una –sección o espacio para cultivar plantas y conservan la variabilidad genética manteniendo los ejemplares en el campo. Importante en el caso de especies que no producen semillas o éstas son recalcitrantes y si es interesante el mantenimiento de clones (por ejemplo, patata, plátano o frutales en general). En el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) se conservan variedades de vid como clones libres de virus y dispuestos para ser utilizados. En este caso, no se quiere variabilidad genética en los cultivos, pues las nuevas plantaciones nunca se realizan a través de semillas. Este tipo de bancos tienen ciertos inconvenientes como la necesidad de poseer grandes extensiones de terreno, los costes de mantenimiento, el riesgo de

6. RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SÁNCHEZ REYES, E.; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Effects of meteorological factors on airborne bracken (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.) spores in Salamanca (middle-west of Spain)». *International Journal of biometeorology*. 53, 2009, Holanda, pp. 231-237. RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SÁNCHEZ REYES, E.; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Aerobiology of *Pteridophyta* spores: preliminary results and applications». *Working with Ferns: Issues and Applications*, 2011, Springer, pp. 271-281.

pérdidas por plagas, enfermedades o anomalías climáticas, etc. La principal ventaja es la disponibilidad permanente de plantas.
– Crioconservación en nitrógeno líquido o en vapores de nitrógeno: es necesaria para especies que no pueden conservarse en bancos de semillas habituales con secado previo y constituye una alternativa a las colecciones de campo. Las ventajas de la crioconservación pueden ser su alta tasa de multiplicación, el mantenimiento del material libre de patógenos y sus bajos requerimientos de espacio frente a las colecciones de campo. Por otro lado, tienen algunos inconvenientes como la necesidad de desarrollar protocolos específicos para la mayoría de las especies y su coste relativamente alto. Con semillas recalcitrantes la crioconservación sería el único método factible para la conservación a largo plazo. En general, estas semillas son demasiado grandes y se emplean embriones o ejes embrionarios.
– Bancos de ADN: son útiles para los estudios de filogenia y sistemática, programas de ingeniería genética, como medida de seguridad para el futuro, etc.
– Bancos de polen: son complementarios para la investigación y conservación (sólo de material paterno). Para especies silvestres apenas se emplean, sí lo hacen para cultivadas y medicinales. Se pueden diferenciar granos de polen en función de su tamaño, forma, estructura, estado de desarrollo, contenido en agua o forma de agregarse[7].

La mayor parte de los BGs conservan semillas, por lo que se profundizará más en éstos.

3. BANCOS DE SEMILLAS

3.1. Elección de las especies con las que trabajar

Uno de los mayores hitos de un BG es la selección de especies o variedades prioritarias para la conservación *ex situ*. Se deben tener en cuenta las fronteras geográficas, las prioridades políticas, la información botánica disponible, la capacidad logística para el desarrollo de los proyectos, etc. No parece necesario explicar la importancia de cada uno de estos aspectos para decidir prioridades de un banco; pero parece claro que ningún banco podría trabajar con todas las plantas a la vez, debemos priorizar[8].

La máxima prioridad debe ser para las especies que tengan una figura de protección regional, nacional o supranacional. Las endémicas también merecen

7. SÁNCHEZ REYES, E. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. *Bee products-chemical and biological properties. Botanical classification*. Estados Unidos de América: Springer, 2017, pp. 3-19.

8. PEÑAS DE GILES, J. & GUTIÉRREZ CARRETERO, L. (eds.). *Biología de la Conservación. Reflexiones, propuestas y estudios desde el SE ibérico*. Almería: Instituto de estudios almerienses, Diputación de Almería, 2004.

tener un cierto grado de prioridad; si bien hemos de tener en cuenta que hay especies endémicas de una región más o menos extensa, como por ejemplo una provincia, mientras que otras pueden considerarse endémicas de la península ibérica, o del mediterráneo, etc. Las plantas que se hallen amenazadas, por las causas que sean, también deben ser consideradas como con un grado de prioridad, al igual que las especies raras. Conjuntando los datos de todo lo comentado antes deberemos establecer las prioridades en cuanto a las especies con las que vamos a trabajar.

En Salamanca, debemos tener en cuenta el DECRETO 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora[9]. Las especies incluidas en el Catálogo se clasifican en las categorías siguientes: en peligro de extinción, vulnerables, sensibles a la alteración de su hábitat, de interés especial, de atención preferente, con aprovechamiento regulado.

Las especies «en peligro de extinción» o «vulnerables» está prohibido destruirlas, mutilarlas, cortarlas o arrancarlas, incluida la alteración deliberada del suelo adyacente, de modo que evite su propagación, así como la recolección de sus semillas, polen o esporas, sin autorización administrativa previa de la Consejería de Medio Ambiente. También se necesita de esta autorización para poseer, naturalizar, transportar, vender, exponer para la venta, importar o exportar ejemplares vivos o muertos de las mismas, así como sus propágulos o restos.

Puesto que a cualquier BG le interesa la conservación de la diversidad genética en sus colecciones, tendremos en cuenta cómo puede afectarle los factores geográficos, ecológicos o históricos. Y también la propia vida de la planta, su estrategia reproductiva.

Es importante la detección de fenómenos que reducen la cantidad y la calidad del material de recolección como la limitación de polen y depresión por endogamia.

3.2. Recolección

El objetivo es conservar semillas de todas las variedades, poblaciones y especies de interés. Como se ha comentado, este material vivo debe ser viable, pero también representativo porque, si se han recolectado semillas procedentes de varios ejemplares de una población e incluso de varias poblaciones distintas de una misma especie, se obtendrá una clara variabilidad genética representada en la muestra. Recolectar semillas de las distintas poblaciones de cada especie parece lo ideal para tener accesiones con gran variabilidad genética, aunque no siempre será

9. DECRETO 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el *Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora*. Boletín Oficial de Castilla y León (B.O.C. y L.), 119, 2007, pp. 13197-13204.

posible, ni fácil. Por el contrario, si se conservan semillas de un solo individuo, la especie formaría parte de las accesiones del banco de germoplasma, pero la variabilidad genética de la muestra será mínima, el material genético recolectado no sería representativo de la especie o población en cuestión.

Es importante disponer de información sobre las poblaciones lo más actualizada y completa posible, incluyendo información general sobre la planta, su distribución, su evolución, su biología reproductiva, etc. y se realizarán campañas de campo para completar la información y mantenerla actualizada.

3.3. Protocolos de germinación

La semilla es una estructura de tamaño variable, desde muy pequeñas, como polvillo, hasta de más de 20 cm de diámetro. Pueden tener diferentes colores, formas y ornamentaciones. Normalmente estas características ayudan en su dispersión para que sean alejadas de la planta madre, por ejemplo, con la presencia de vilanos para transportarse por el viento como el diente de león, *Taraxacum dens-leonis* Desf., con ganchos para ser transportadas gracias a los animales como *Omphalodes brassicifolia* (Lag.) Sweet o con «alas» para desplazarse gracias al viento como, por ejemplo, *Acer monspessulanum* L.

Las semillas pueden no germinar tras la dispersión, aun siendo viables, porque presenten dormición, que es un estado de vida latente, no germinan cuando están en condiciones idóneas para hacerlo. No existe dormición cuando la madurez morfológica y la fisiológica coinciden al mismo tiempo.

Aunque para muchas especies raras o amenazadas no existe aún información a partir de la cual se pueda recurrir a los procedimientos exactos para inhibir la dormición, sí existen procedimientos generales que pueden ser empleados a tal efecto, como la estratificación o la escarificación.

La estratificación fría o vernalización consiste en la exposición de las semillas a temperaturas de entre 2 y 5 ºC en condiciones húmedas y aireadas durante periodos concretos, todo ello para simular la acción del invierno; por el contrario, la estratificación cálida o estivación consiste en la exposición de las semillas a temperatura de unos 15-20 ºC en condiciones húmedas, con una libre circulación de aire, simulando las condiciones del verano.

La escarificación se realiza a semillas con tegumentos seminales o endocarpios (cubierta) leñosos, muy duros e impermeables. Puede realizarse de manera mecánica: agujereado, corte o abrasión con arena o lija de los tegumentos externos con el fin de permitir la imbibición; mediante métodos químicos como inmersión en ácido sulfúrico al 96% o ácido clorhídrico 1N durante un tiempo variable, para ablandar o consumir parcialmente los tegumentos o mediante tratamiento en agua hirviendo y posterior remojo durante 12-24 horas, con el fin de reblandecer los tegumentos y favorecer su imbibición.

3.4. Conservación

El almacenamiento de las accesiones será realizado de acuerdo con los objetivos del banco, pero lo que se debe hacer es individualizar las accesiones tanto como sea posible, es decir, conservar en viales (envases) independientes los diferentes ejemplares o poblaciones.

Se pueden diferenciar distintos bancos si la conservación de sus semillas es a corto, medio o largo plazo. Por un lado, el banco activo es el que conserva las semillas a corto y medio plazo y donde se realizan envíos de muestras para mejoradores, científicos o agricultores y, por otro lado, el banco base, que se limita a la conservación a largo plazo y suele tener un duplicado de las accesiones de otros bancos de la Red (por seguridad).

También es destacable la aportación de los bancos de semillas del suelo que constituyen una fase crucial en el recambio de las poblaciones y la dinámica de comunidades. Pueden permitir la regeneración de la población después de perturbaciones intensas o prolongadas como incendios o cambios en el uso del suelo. Generalmente el fuego, la remoción de biomasa, etc., desencadenan que la latencia se rompa y logre la germinación.

Veremos a continuación la forma de proceder de un banco de germoplasma más o menos típico en Salamanca, comentando a la vez algunas variaciones aconsejables, desde la selección de prioridades hasta el cultivo y formación de semillas viables para nuevas accesiones, de cara al mantenimiento de las colecciones.

4. EL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (BG-USAL)

El BG-USAL, creado en 2008, es un servicio dinámico, que investiga y conserva *ex situ* material vivo, fundamentalmente semillas, requiriendo estudios previos de viabilidad y germinación.

El carácter activo de este banco se ve reflejado en un trabajo continuo con este material vivo, siendo preciso conocer cómo poder gestionarlo dentro de un contexto más amplio, conociendo la diversidad de cada especie mediante trabajos de campo y análisis de biología molecular.

En los inicios, se firmó un convenio con la Junta de Castilla y León para trabajar con plantas en peligro de extinción, con las que hemos seguido trabajando a lo largo de los años: *Astragalus devesae* Talavera, A. González & G. López; *Carex lainzii* Luceño, E. Rico & Romero Martín; *Omphalodes brassicifolia* (Lag.) Sweet; *Delphinium fissum* subsp. *sordidum* (Cuatrec.) Amich, Rico & Sánchez; *Geranium*

dolomiticum Rothm. y *Senecio coincyi* Rouy[10]. Se investigó también con alguna especie más en peligro de extinción, como *Luronium natans* (L.) Rafin.*; Veronica chamaepithyoides* Lam.; *Erodium paularense* Fern. Gonz. & Izco; *Puccinellia fasciculata* (Torrey) E. P. Bicknell; *Antirrhinum lopesianum* Rothm.*; Gyrocaryum oppositifolium* Valdés.

Con la obtención de un proyecto de infraestructuras (de unos 360.000 €), el BG-USAL cuenta con un equipamiento completo distribuido en dos salas localizadas en el Instituto de Investigación en Agrobiotecnología (CIALE) de la Universidad de Salamanca, donde se desarrollan tanto la fase de preparación de las muestras (limpieza, tamizado, deshidratación, pesado, germinación, etc.), como la de conservación (donde mantenemos las accesiones conservadas en cámaras frigoríficas y congeladores a diferentes temperaturas). Además, dispone de instalaciones adecuadas para la realización de ensayos de viabilidad y de los diferentes estudios de diversidad genética de las accesiones incorporadas, junto a la obtención de planta viva.

EL BG-USAL es socio de la REDBAG y de la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB), en este último caso como socio colaborador, al no existir en Salamanca un Jardín Botánico asociado al BG-USAL. Gracias a estas conexiones, colaboramos con muchos otros BGs consiguiendo distintos proyectos relacionados con la conservación vegetal, uno de ellos fue financiado por Tragsa-Tec y. junto a otros diez Bancos, trabajamos con unas 50 especies amenazadas en España; nosotros estudiamos *Thymelaea broteriana* Cout.; *Veronica micrantha* Hoffmanns. & Link; *Santolina semidentata* Hoffmanns. & Link; *Lythrum flexuosum* Lag.; entre otras[11].

En el BG se almacenan a corto, medio y largo plazo unas 200 especies de interés, con más de 1.500 accesiones de plantas aromáticas o medicinales, tanto silvestres como cultivadas o especies con algún grado de amenaza. También se conservan 500 variedades autóctonas de trigo hexaploide y 750 tetraploide, recogidas en toda la geografía española desde los años 20.

Insistimos en que la información bibliográfica previa sobre las especies en peligro de extinción es casi inexistente, por lo que resulta más complicada su recolección, protocolos de germinación, etc. y puede ser muy interesante la colaboración con otros BGs y especialistas botánicos para poder obtener información o incluso simplificar la recolecta y mantener duplicados.

10. SÁNCHEZ AGUDO, J.A.; SÁNCHEZ DURÁN, S.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SÁNCHEZ REYES, E. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Conservación de la flora amenazada en Castilla y león. Actividades del Banco de Germoplasma de la Universidad de Salamanca (BG-USAL)». En *V Congreso de Biología de la Conservación de Plantas,* 2011, Menorca, España, pág. 141.

11. VEGA ELICES, E.; FÉLIX RIBEIRO, K.A.; SÁNCHEZ DURÁN, S.; SÁNCHEZ REYES, E.; GARCÍA SÁNCHEZ, A. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Taxones castellano leoneses amenazados». En *VIII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*, 2017, Madrid, pág. 177.

Es el caso de una de las especies conservadas en el BG-USAL: *Centaurium somedanum* M. Laínz, endemismo cantábrico con un área de distribución restringida a unos pocos municipios de Castilla y León y Asturias. Es una pequeña planta herbácea que puede llegar a los 10 cm de altura; vive principalmente junto a fuentes, con aguas frías carbonatadas y en tremedales; zonas todas ellas ligadas al medio acuático y, por ello, con amenazas evidentes en toda su área de distribución. Los frutos son cápsulas que contienen numerosas semillas de pequeño tamaño, unas 200 micras, reticuladas, que maduran en septiembre u octubre[12].

La mayor parte de las poblaciones de esta especie tienen menos de 500 individuos. En el BG-USAL hemos considerado esta especie prioritaria por ser considerada como «Vulnerable» en el Catálogo de flora protegida de CyL, también porque se conocen unas pocas poblaciones de la especie y, además, se trata de un endemismo, amenazado y raro.

El estudio de las poblaciones se realizó en colaboración con el BG del Jardín Botánico Atlántico de Gijón. Entre los dos grupos comprobamos su distribución, biología en general, etc. y, ya en las poblaciones, localizábamos todos los ejemplares colocando banderas visibles desde lejos para conocer el número de individuos, densidad poblacional, su posible agrupamiento, etc.

Tenemos diseñadas fichas para la toma de datos en campo que son utilizadas en todas las salidas de recolección, sean fallidas o hayamos recogido semillas. En el caso de recolección fallida anotamos los problemas (por ejemplo, si las semillas están aún inmaduras), que servirán para sucesivos intentos de recolección. Las fichas deben ser muy completas y servir para estandarizar la toma de datos de especies independientemente del ecosistema en el que vivan. Figurarán espacios para la localización de la muestra, los recolectores, la pendiente del terreno, el tipo de suelo, la forma de recolección, etc.

Las muestras se depositan en bolsas de papel y se llevan al laboratorio lo antes posible para no influir en la viabilidad de las semillas.

Para la recolección se cumplen todas las indicaciones para trabajar con plantas en peligro de extinción como recolectar un máximo de un 5% de semillas, para que el resto puedan incorporarse al banco de semillas del suelo. Pero también el llevar siempre los permisos pertinentes; en nuestro caso de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta. Es más, para *Centaurium somedanum* M. Laínz, cuando la

12. JIMÉNEZ-ALFARO, B.; FERNÁNDEZ PASCUAL, E. & GARCÍA TORRICO, A.I. «*Centaurium somedanum*». En BAÑARES, Á.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (EDS.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2010*, 2010, Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) – Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid, pp. 100-101. BUENO SÁNCHEZ, A.; VALDERRÁBANO LUQUE, J. & FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. «*Centaurium somedanum*». En MORENO SAIZ, J.C.; IRIONDO ALEGRÍA, J.M.; MARTÍNEZ GARCÍA, F.; MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, J. & SALAZAR MENDÍAS, C. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2017*, 2017, Ministerio para la Transición Ecológica – Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid, pp. 86-87.

recolección de semillas se realizaba en poblaciones asturianas las semillas viajaban a Gijón y en los siguientes encuentros procedíamos a traer parte de las semillas con su pasaporte al BG-USAL, por supuesto con un acuerdo de trasferencia de material genético firmado por los directores de los dos bancos de germoplasma. Cuando la recolección se realizaba en León las semillas venían a Salamanca como primer paso, pues solamente nosotros disponíamos de permiso para recolectar semillas de plantas en peligro de extinción en Castilla y León. Así, conservamos duplicados de todas las recolecciones en los dos BG, algo también imprescindible para evitar posibles pérdidas por accidente.

Cuando las semillas ya se encuentran en las instalaciones del BG-USAL, se mantienen en un armario de postmaduración, para que todas ellas tengan el mismo grado de maduración y humedad, así conseguimos que la accesión sea más homogénea.

Después procedemos a la limpieza de la muestra, a su caracterización y realizamos pruebas de capacidad germinativa o viabilidad como, por ejemplo, la prueba del tetrazolio, que se realizará por protocolo en todas las muestras de las que se recolecten suficientes semillas, aunque con las especies amenazadas hay que proceder con sumo cuidado; este análisis es importante pues no deben conservarse muestras en el BG-USAL de semillas no viables.

Tras esto, se decide, según el número de semillas que tiene la muestra, cuantas se destinan a conservación a largo plazo, a corto plazo o para ensayos de germinación. Una vez decidido esto, el paso siguiente es conservar las accesiones correspondientes. En nuestro caso, las semillas se secan de manera controlada hasta llegar al 5% de humedad, si las semillas van a ser empleadas en un tiempo relativamente breve, la conservación en frigorífico a 4 ºC será la opción, pero si van a ser conservadas durante más tiempo, se congelarán a -18 ºC. El almacenamiento lo realizamos añadiendo silicagel en cada vial como indicador de cambio de humedad; pues su aumento es factor principal para que esa accesión pierda viabilidad. La temperatura más baja y la menor humedad son los dos factores que condicionan principalmente la duración de la conservación.

En el BG-USAL los viales (tubos de vidrio) donde conservamos las semillas tienen silicagel, encima algodón hidrófugo, luego las semillas y encima más algodón. El cierre del vial ha de ser hermético. Aunque para conservar material a largo plazo el sellado a la llama de los tubos con la muestra parece totalmente aconsejable, nosotros conservamos las accesiones en tubos con cierre hermético, pues nos permite la reutilización del material de vidrio. Tras esto, varios viales se introducen en un nuevo bote con silicagel y cierre hermético, todos ellos bien etiquetados.

Ahora les llega el turno a las semillas que han sido destinadas para la realización de protocolos de germinación, pero antes, debemos saber si éstas presentan dormición, en ese caso, se realizarán los pretratamientos comentados para romperla y posteriormente aplicar los protocolos de germinación determinados que, en el caso de especies de interés agroalimentario están muy estandarizados, pero son

desconocidos en el caso de las amenazadas, por lo que en muchas ocasiones hay que proceder mediante ensayo y error, teniendo en cuenta que no tenemos gran cantidad de semillas. En cualquier caso, se procederá a introducir las semillas en cámaras de germinación con condiciones controladas de humedad, temperatura e iluminación, con ciclos día/noche o incluso rampas para reproducir el atardecer y anochecer, si fuese necesario.

Se obtenga o no un buen porcentaje de germinación, todas las plántulas crecidas en las cámaras de incubación serán trasplantadas a alveolos llegando así al último paso, la producción o propagación de planta para regenerar colecciones y accesiones nuevas, pues las semillas que germinen las dejaremos crecer para que formen flores y semillas y cerrar así el ciclo.

En todo momento se actualizarán los datos del pasaporte con todos los resultados obtenidos de todas las actuaciones realizadas con los lotes de semillas y se generará documentación de las nuevas accesiones. Es más, toda esta información recopilada de cada especie acompañará a los intercambios de semilla.

En este sentido, se han creado acuerdos y convenios con otras muchas entidades para traspasar material genético, como con el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF), el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), el Vivero Forestal Central de Valladolid (VFC) o el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) en este último caso, no sólo para el traspaso de material genético, sino también para la creación de una base de datos conjunta sobre las accesiones conservadas.

Tras la obtención de planta se pueden realizar varias acciones, entre ellas, reforzamientos o reintroducciones, a la vez que se obtienen flores, frutos y nuevas semillas.

4.1. Reforzamiento

La decisión de realizar un reforzamiento de una población viene dada cuando se comprueba que el número de ejemplares va disminuyendo paulatinamente, o cuando parte de la población tiene amenazas serias para poder seguir subsistiendo.

Para explicar las acciones que se llevan a cabo, lo haremos con un ejemplo realizado desde el BG-USAL, el reforzamiento de una especie en «Peligro de Extinción»: *Astragalus devesae* Talavera, A. González & G. López[13].

Se trata de un endemismo abulense del que cuando iniciamos el proceso de reforzamiento se conocían solamente dos poblaciones, las dos en área muy

13. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, J.; VALCÁRCEL NÚÑEZ, V; FIZ PALACIOS, O. & VARGAS GÓMEZ, P. «*Astragalus devesae*». En BAÑARES, Á.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (EDS.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. 2004, Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N., Madrid, pp. 132-133.

reducida y con pocos ejemplares; por ello fue elegida especie prioritaria para el BG-USAL[14].

Los frutos son legumbres prácticamente indehiscentes, que quedan junto a la planta madre de un año para otro. Parte de las semillas quedan formando el banco de semillas de suelo.

Una de las poblaciones vive sobre suelos mixtos con arenas calizas y silíceas y la otra sobre arenas graníticas ácidas. Esta última población, en Collado del Mirón, cuenta con un número muy reducido de ejemplares, pues hemos contado algún año tan solo dos (debido a que se han eliminado muchos de ellos por movimiento de tierras con maquinaria pesada justo donde está la población) y otros años había hasta 18 plantas, quizás por germinación de alguna semilla de las que se hallan en el banco de semillas de suelo.

La otra población, en Padiernos, tiene unos doscientos ejemplares, aunque a los problemas de tener cerca escombreras y ser lugar de extracción de áridos, con suelos degradados, se añade que está dividida en dos subpoblaciones por el trazado, en uso durante bastantes años, de un circuito de motocrós. Las escombreras se eliminaron, la extracción de áridos cesó y el circuito de motocrós fue oficialmente prohibido para esas actividades; aunque los años siguientes al entrar en vigor la prohibición se veía con cierta frecuencia alguna moto y quad que parecían esperar a que terminásemos con la toma de datos y tenemos fotos de plantas de *Astragalus devesae* Talavera, A. González & G. López con las huellas de una moto de motocrós que ha pasado por encima.

Es importante remarcar la importancia de que las personas del lugar sepan que tienen viviendo junto a ellos «una joya» y que ellos mismos estén concienciados de su conservación, antes de intentar ocultarla y encerrarla entre vallados. Con esta especie se ha realizado también formación y sensibilización sobre su conservación tanto en Padiernos como en Salamanca y otros lugares.

La población con muy pocos ejemplares la hemos dado casi por perdida, desde el principio, aunque sigue estando presente. La otra población, con esas dos subpoblaciones separadas por el circuito de motocrós nos pareció ideal para intentar reforzarla.

Previa reunión y visto bueno de la Delegación territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León en Ávila y el ayuntamiento de Padiernos iniciamos el proceso de reforzamiento, para, además, intentar que una parte de los ejemplares del reforzamiento se plantasen en las proximidades de la pista. Esto nos permitió que no fuese utilizada maquinaria para eliminar la pista de motocrós y que las nuevas plantas pudiesen irla colonizando, junto a otras especies que conviven con ella.

14. FELIX RIBEIRO, K.A.; SÁNCHEZ AGUDO, J.A.; SÁNCHEZ DURÁN, S.; VEGA ELICES, E. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Attempts to save a Spanish endemism Astragalus devesae Talavera, A. González & G. López (Fabaceae) from extinction». En *Turkish Journal of Botany*, 43:1, Article 10, 2019, pp. 116-125.

Elegimos los ejemplares de los que obtendríamos los frutos. En el laboratorio procedimos a la extracción de las semillas, posterior limpieza, postmaduración, pruebas de viabilidad y llegamos a los protocolos de germinación.

Para la obtención de planta nos enfrentamos al problema de que la cubierta que presentan sus semillas es muy gruesa. Procedimos para estandarizar el método y que pueda servir nuestra actuación para cualquier otro investigador, a lijar la cubierta, pasarla por una llama, cortar ligeramente sin dañar el embrión. Estas pruebas no son fáciles de estandarizar, pues una mayor presión con la lija, más tiempo junto a la llama u una incisión más profunda en la cubierta podrían hacer que las semillas no germinasen.

Decidimos introducir las semillas en ácido sulfúrico y pareció que podría funcionar. El mejor dato de germinación lo obtuvimos sumergiendo las semillas en ácido sulfúrico durante una hora[15].

Las semillas germinadas en las cámaras de incubación las pasamos a contenedores apropiados y cuando tenían un tamaño aceptable realizamos los trámites para el reforzamiento. En esta fase colaboró el personal del equipo de investigación, personal de Delegación territorial de Medio Ambiente y del Ayuntamiento.

La planificación tuvo en cuenta reforzar las dos subpoblaciones, pero también intentar que las nuevas plantas fuesen creciendo hacia la zona de rodadura de la pista. Este reforzamiento se realizó durante dos años consecutivos y podríamos decir que ha sido un éxito[16].

Hemos comentado la existencia de dos poblaciones, aunque una de ellas con muy pocos ejemplares. Pero unos años después del reforzamiento la guardería ambiental nos informó de que habían visto una nueva población. La visitamos con gran ilusión y está muy bien conservada, en una finca privada con los dueños implicados en la conservación y por ello consideramos que no tendrá problemas. Ahora ya tenemos para esta especie tres poblaciones.

4.2. Reintroducción

Se decide realizar una reintroducción cuando está perfectamente documentada la presencia de una especie en una determinada zona durante un tiempo y posteriormente también está documentado que no ha vuelto a ser vista, que ha desaparecido de la zona. En este momento, siempre de acuerdo con las autoridades

15. SÁNCHEZ DURÁN, S.; SÁNCHEZ AGUDO, J.A.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SÁNCHEZ REYES, E. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Estudios germinativos de *Astragalus devesae* Talavera. A. González & G López (Leguminosae): una especie en peligro de extinción en Castilla y León, España». En *V Congreso de Biología de la Conservación de Plantas*, 2011, Menorca, España, pág. 178.

16. SÁNCHEZ DURÁN, S.; FÉLIX RIBEIRO, K.A.; VEGA ELICES, E.; SÁNCHEZ REYES, E.; SÁNCHEZ AGUDO, J.A. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. «Reforzamiento de una especie en peligro de extinción: *Astragalus devesae*». En *VIII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas,* 2017, Madrid, pág. 68.

medioambientales, se pueden empezar los estudios para introducirla de nuevo en ese hábitat del que quizás nunca debió desaparecer.

Realizamos el reforzamiento de la especie *Senecio coincyi* Rouy en el Pinar de Hoyocasero, Ávila. Esta planta fue descrita por Georges Rouy en 1890 con ejemplares colectados en el pinar de Hoyocasero[17].

Se la creía endémica de la provincia de Ávila, pero parece que hay una población en la provincia de Zamora. Está relacionada con hábitats próximos a márgenes de arroyos, prados higroturbosos o pequeñas turberas y también se encuentra en «Peligro de Extinción».

Entre la Delegación territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León en Ávila, la Universidad Politécnica de Madrid y el BG-USAL, decidimos buscar más poblaciones en la provincia de Ávila, encontradas algunas nuevas, no localizadas antes, por la Guardería Forestal; tomamos la decisión de recolectar semillas de ciertas poblaciones, quizás las más emparentadas con Hoyocasero; realizar la limpieza, postmaduración…

Las semillas germinaron muy bien y una buena cantidad de ellas las trasladamos al Vivero Forestal Central de la Junta de Castilla y León, que participó en esta acción controlando su crecimiento, floración y fructificación, al igual que hicimos nosotros en nuestro invernadero.

Cuando dispusimos de gran cantidad de plantas de tamaño correcto las llevamos a los sitios elegidos, que consistieron en dos parcelas experimentales. Llevamos bastantes ejemplares y los colocamos a distintas distancias del borde del arroyo y también dentro y fuera de los cercados para la experimentación.

La plantación de alrededor de 200 ejemplares ha tenido éxito desigual; pues los que fueron plantados fuera del cercado no han sobrevivido a los dos años, quizás por la falta de agua y por el pisoteo del ganado al acercarse al arroyo; mientras que los ejemplares plantados dentro de los cercados han sobrevivido casi todos, sobre todo los que fueron plantados en las proximidades del agua.

Con los años el cercado sigue en su sitio y los ejemplares plantados dentro continúan viviendo sin problema.

17. MARTÍNEZ GARCÍA, F.; GARCÍA ÁLVAREZ, S.; RUBIALES, J.M.; GARCÍA-AMORENA, I. & GUERRERO GARCÍA, S. «Senecio coincyi». En BAÑARES, Á.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2008*. 2008, Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino), Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas, Madrid, pp. 116-117.

4.3. Semillas de salamanca en el BG-USAL

Con la buena localización del BG-USAL, en Salamanca, provincia con gran diversidad vegetal que debemos proteger, hemos conservado y trabajado con gran cantidad de especies de la zona como:

Delphinium fissum subsp. *sordidum* (Cuatrec.) Amich, Rico & J. Sánchez.

La especie está catalogada como «En peligro» en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España[18]. En Castilla y León aparece recogida en el Decreto 63/2007, de 14 de junio, dentro del listado de especies «En peligro de extinción». Se trata de una Ranunculácea de tallos simples de hasta metro o metro y medio de altura y una inflorescencia con hasta 40 flores violetas con espolón. Pertenece al conjunto de las conocidas como «Espuela de Caballero», algunas muy empleadas como ornamentales.

Hemos estudiado la especie y su evolución durante muchos años y recolectado semillas de cuatro poblaciones distintas, una en Villarino de los Aires, dos en Linares de Riofrío y otra en Béjar. La especie no presenta amenazas graves de conservación en las poblaciones conocidas, a pesar del bajo número de ejemplares que puedan presentar durante algunos años, salvo en el caso de la población de Villarino de los Aires (Salamanca), donde puede que la expansión de *Iris germanica* L. (especie subespontánea e invasora), afecte a los ejemplares allí desarrollados. De hecho, esta especie está empezando a tapizar grandes extensiones en el Teso, por lo que puede llegar a ocasionar su desaparición y la de otras especies localizadas allí. También es importante remarcar que en la zona tiene lugar una romería, algunos años multitudinaria, que podría afectar a la población, por lo que consideramos de suma importancia que las personas que acuden a la romería sean conscientes de que existe una planta en peligro de extinción y que, gracias a una labor de sensibilización, se preocupen de que siga viviendo sin problemas.

Lo que también es importante es que, a pesar de haber realizado infinidad de protocolos de germinación a estas semillas, aparentemente viables, no se han obtenido resultados positivos.

Omphalodes brassicifolia (Lag.) Sweet

Esta especie aparece recogida en el Decreto 63/2007, dentro del listado de especies «En peligro de extinción» en Castilla y León[19]. Se trata de una Boraginácea anual con

18. GONZÁLEZ TALAVÁN, A.; BERNARDOS HERNÁNDEZ, S.; DELGADO SÁNCHEZ, L. & AMICH GARCÍA, F. «Delphinium fissum subsp. sordidum». En BAÑARES, Á.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. 2004*, Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N., Madrid, pp. 672-673.

19. DELGADO SÁNCHEZ, L.; MUÑOZ CENTENO, L.M.; SANTOS VICENTE, M. & RICO HERNÁNDEZ, E. «*Omphalodes brassicifolia*». En *Fichas Catálogo de Flora Protegida en Castilla y León*. Decreto

tallo que puede superar el metro de altura, inflorescencia ramificada con flores blanquecinas que suelen tener 4 frutos ovalados con dientes estrechos de extremo curvado.

Hemos identificado gran cantidad de ejemplares localizados en 5 poblaciones diferentes en los términos municipales de Aldeacipreste y Montemayor del Río, todas ellas con un buen número de ejemplares. La especie se protege en pequeños reductos de rebrotes jóvenes de roble melojo (*Quercus pyrenaica* Willd.) y junto a muros de separación de fincas y a pesar del reducido espacio en el que se desarrollan, presentan un buen estado de conservación hasta el momento. Como curiosidad, esta especie ha servido de inspiración para crear el logo que hasta el momento hemos utilizado para el BG-USAL.

Antirrhinum lopesianum Rothm

Especie catalogada como «En peligro» en el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España[20], con dos poblaciones en Zamora y un par de ellas también en Salamanca, en las Arribes del Duero (Aldeadávila de la Ribera y Corporario), todas ellas con escaso número de ejemplares. Pertenece a la familia de las Escrofulariáceas, con tallos pilosos de hasta medio metro y hojas también densamente blanco-pubescentes, sus flores son blanquecinas con nervios púrpuras y tiene una cápsula donde están las semillas que son extremadamente pequeñas (0,5-0,6 mm). Su hábitat característico está en zonas de fisuras anchas en paredones y extraplomados silíceos. Esta especie es muy sensible a la sequía, y los nuevos tallitos que se producen acusan rápidamente la falta de agua y se secan. Se le conoce como el «Dragón de las Arribes», claramente emparentado con las «bocas de dragón» por el aspecto de sus flores muy utilizadas como ornamentales.

Por otro lado, nuestra provincia es dehesa, de hecho, la que más extensión tiene de este ecosistema en toda Castilla y León[21], por lo que hemos considerado de gran importancia conservar semillas de este hábitat tan emblemático y tan necesario, aunque no se encuentren amenazadas, ya que sí tiene gran interés su conservación porque la dehesa está en peligro de desaparecer tal y como la conocemos, debido a plagas y enfermedades del arbolado[22], ausencia de reforestación con especies

63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora. B.O.C. y L., 119, 2008, pp. 1-11.

20. GONZÁLEZ TALAVÁN, A. BERNARDOS HERNÁNDEZ S. & AMICH GARCÍA, F. «Antirrhinum lopesianum». En BAÑARES, Á.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J.C. & ORTIZ, S. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. 2004*, Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N., Madrid, pp. 586-587.

21. GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M. (coord.). *El libro de las dehesas salmantinas*. Salamanca: Junta de Castilla y León, 1992, 948 pp.

22. SÁNCHEZ, J.; VALLE, C.J.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; SÁNCHEZ, J.A.; DELGADO, L. & DE LA MORA GONZÁLEZ, G. *Delimitación y Cartografía de la extensión de la Seca/decaimiento (oak decline) en las dehesas de Salamanca*. Salamanca: Diputación de Salamanca. Área de fomento. Dpto. de medioambiente y servicios urbanos, 2014, 36 pp.

arbóreas jóvenes y sanas, problemas con especies invasoras, despoblación en las zonas rurales y abandono del monte, cambio climático, etc. Por ello, consideramos importantísimo tener accesiones para, en algún momento, poder repoblar las zonas en las que sea necesario, siempre teniendo en cuenta la buena gestión de las explotaciones[23].

Se ha creado una sección dentro del BG-USAL específicamente para las accesiones originarias de la dehesa. Se han delimitado distintos sectores de actuación y en cada uno de ellos se han recolectado semillas de árboles, arbustos y plantas herbáceas, intentando que quede representada toda la biodiversidad genética de cada sector y, por ello, toda la biodiversidad vegetal de las dehesas.

4.4. Formación y sensibilización sobre conservación de plantas

El BG-USAL ha participado en la organización de gran cantidad de ferias, talleres y jornadas relacionados con la conservación de la biodiversidad. Nos parece esencial ya que somos conscientes de la importancia de sensibilizar a la población, y sobre todo a los jóvenes, en estos temas, ya que «si no lo conoces, no lo amas… y si no lo amas, no lo proteges».

En este sentido, algunas de las actividades destacables son: la realización de una tesis doctoral sobre «elaboración, implementación y evaluación de un programa de sensibilización», destinado a alumnos de enseñanza secundaria para fomentar el conocimiento y el respeto de especies de plantas amenazadas y hongos presentes en la Comunidad de Castilla y León y conservar la biodiversidad; también hemos participado en varias ferias, durante muchos años, para dar a conocer la importancia de la conservación vegetal, como en la Feria Agropecuaria de Salamanca (SalamaQ) o en la Feria Hispanolusa de Productos Ecológicos en Zamora (ECOCULTURA), con exposiciones de semillas y frutos, talleres de semillas, dando importancia a la potencialidad del cultivo de trufa negra en Salamanca[24], etc.

Hemos impartido gran cantidad de conferencias sobre bancos de germoplasma y conservación de la biodiversidad, como sobre *Astragalus devesae* Talavera, A. González & G. López en las Jornadas técnicas sobre conservación de *A. nitidiflorus* Jiménez Mun. & Pau en Cartagena, donde se publicó un libro divulgativo[25].

23. SÁNCHEZ MARTÍNEZ, C.; BENITO PEÑIL, D.; GARCÍA DE ENTERRÍA, S.; BARAJAS CASTRO, I.; MARTÍN HERRERO, N.; PÉREZ RUIZ, C.; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J.; SÁNCHEZ AGUDO, J.A.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D.; GALANTE PATIÑO, E.; MARCOS GARCÍA, M.A. & MICÓ BALAGUER, E. *Manual de gestión sostenible de bosques abiertos mediterráneos*. Salamanca: Castilla Tradicional, 2012, 148 pp.

24. SÁNCHEZ, S.; SÁNCHEZ, S. & SÁNCHEZ, J. «Nota técnica: Primer éxito en el cultivo de trufa negra en el oeste de la península ibérica y posibilidades de expansión». En *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*,115(2), 2019, Zaragoza, pp. 112-119.

25. JORDÁN GONZÁLEZ, E.; MARTÍNEZ RIVERA, R.; MARTÍNEZ GONZÁLEZ, R. & CAVA MIÑANO, M. *Manual de custodia del territorio para la conservación del Garbancillo de Tallante*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2013, 82 pp.

También hemos colaborado para la redacción de otros libros divulgativos para la conservación de la dehesa[26], colaborando con la Reserva Biológica de Campanarios de Azaba de la Fundación Naturaleza y Hombre.

Tutorizamos gran cantidad de Trabajos de Final de Máster (TFM) de biología de la conservación o agrobiotecnología y realizamos gran cantidad de publicaciones y comunicaciones a congresos de conservación de plantas.

Hemos colaborado con varios colegios e institutos para que niños y adolescentes conociesen las instalaciones y actividades del Banco de Germoplasma. También nos han visitado representantes del Parlamento Europeo para conocer vocabulario relacionado con los bancos de germoplasma.

Y, por supuesto, colaboramos en los años Internacionales de la ONU, en el día Internacional de la Fascinación por las plantas organizando cada 18 de mayo distintos eventos relacionados con la conservación de plantas, colaborando en alguno de ellos con la Oficina Verde de la USAL con los que, además, hemos colaborado en el diseño y mantenimiento del Laboratorio Vivo y del Bosque Conmemorativo de árboles singulares de la USAL.

26. SÁNCHEZ MARTÍNEZ, C.; MARTÍN HERRERO, N.; GARCÍA DE ENTERRÍA, S.; PÉREZ RUIZ, C.; SÁNCHEZ AGUDO, J.A.; RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, D. & PEREIRA DOS SANTOS, H. *El gran ecosistema del Oeste Ibérico*. Santander: Cantabria Tradicional, Fundación Naturaleza y Hombre, 2013, 356 pp.