

**EL BANCO DE GERMOPLASMA VEGETAL
DEL JARDÍN BOTÁNICO DE CASTILLA-
LA MANCHA: IMPLICACIONES PARA
LA CONSERVACIÓN *EX SITU* DE FLORA
SILVESTRE**

Por

Alejandro SANTIAGO GONZÁLEZ ⁽¹⁾

José M^a HERRANZ SANZ ⁽¹⁾

Pablo FERRANDIS GOTOR ⁽¹⁾

Recibido: 20-octubre-2011

Aprobado: 14-mayo-2012

⁽¹⁾ Instituto Botánico. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, s/n. 02071. Albacete.

RESUMEN

El Banco de Germoplasma Vegetal (BGV) del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (JBCLM) se inició a principios del año 2008 en el marco del proyecto “Creación de un banco de germoplasma de flora silvestre amenazada en el JBCLM”, financiado por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Este banco se diseñó con la idea de conservar semillas de tipo ortodoxo (aquellas que admiten desecación hasta el 4-5% de humedad y temperaturas bajas) pertenecientes a especies de flora amenazada en la región, aunque con el transcurso del tiempo se ha ido ampliando el abanico de especies objeto de recolección y conservación. En junio de 2011, el número de accesiones conservadas ascendía a 577, que corresponden 415 taxones autóctonos pertenecientes a 60 familias de fanerógamas. De las accesiones conservadas, 164 corresponden a especies amenazadas (taxones incluidos en la Lista Roja de Flora Vascular Española y/o en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha). Asimismo, un número elevado (93) de las accesiones del banco corresponden a especies de interés forestal incluidas en la Estrategia de Conservación y Uso Sostenible de Recursos Genéticos Forestales. Las 320 accesiones restantes corresponden a especies de interés ornamental, aromático o medicinal.

Palabras clave: banco de germoplasma, conservación *ex situ*, almacenamiento de semillas a largo plazo, Jardín Botánico de Castilla-La Mancha.

ABSTRACT

The Germplasm Bank of the Botanical Garden of Castilla-La Mancha was started in early 2008, within the project “Creation of a germplasm bank of threatened wild flora in the Botanical Garden of Castilla-La Mancha”, funded by the local Government of Castilla-La Mancha Region. The main goal was to conserve orthodox seeds (those which tolerate desiccation up to 4-5% of water content and low temperatures) of threatened plant species. However, the status range of taxa included in the collection has been increasing as the project progressed. Up to June 2011, 577 accessions of 415 autochthonous taxa, belonging to 60 phanerogam families, were conserved. Many of them (164) are threatened taxa (those included in the Red List of Spanish Vascular Flora and/or the Regional Catalogue of Threatened Species of Castilla-La Mancha), in correspondence with the original vocation of the bank, i.e. *ex situ* conservation of plant taxa with narrow geographical range. In addition, many accessions (93) in the bank belong to species with forest interest included in

the Strategy for Conservation and Sustainable Use of Genetic Forest Resources. The remaining 320 accessions correspond to species with ornamental, aromatic, and medicinal interest.

Key words: seed bank, *ex situ* conservation, long term seed storage, Castilla-La Mancha Botanical Garden.

INTRODUCCIÓN

La Península Ibérica, con unos 1500 endemismos a nivel de subespecie, es el territorio con mayor número de endemismos del continente europeo (Sainz-Ollero & Moreno, 2002). A falta de un recuento exhaustivo, la cifra de endemismos ibéricos en Castilla-La Mancha puede aproximarse a los 350 (Herranz y cols., 1993). Esta diversidad florística silvestre castellano-manchega se ha ido deteriorando por la degradación, fragmentación y destrucción de los hábitats, así como por la introducción de especies invasoras. Un cambio global debido a la acción humana directa que lleva consigo una pérdida ingente de biodiversidad y que se ve agravado por situaciones más complejas, como el cambio climático, que podrían estar igualmente relacionadas de forma indirecta con la actividad del ser humano (Herranz y cols. 2009).

Existe toda una serie de razones que justifican plenamente los esfuerzos encaminados a la conservación de las especies vegetales, tales como el valor económico de las plantas —real o potencial— como fuente de recursos para la humanidad, su papel en la regulación y estabilización de procesos ambientales, y su valor científico y cultural, sin olvidar el valor ético inherente a cualquier especie, lo cual se traduce en el derecho a la existencia de cualquier forma de vida fruto del proceso evolutivo (Ferrandis y del Olmo 2007).

Es en este punto donde la conservación *ex situ* de especies vegetales silvestres ha adquirido un papel muy relevante en el ámbito de la conservación, ya que complementa y apoya de una forma decisiva las actuaciones realizadas *in situ* (sobre el terreno), dirigidas a la conservación de las poblaciones silvestres y sus hábitats naturales (Iriando, 2001).

El banco de germoplasma de semillas silvestres ha demostrado ser una poderosa herramienta de conservación *ex situ*, como demuestra el reconocimiento que ha recibido esta figura a nivel internacional en el artículo 9 del Convenio sobre Diversidad Biológica y en el Objetivo 8 de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal (Sarasan & al., 2006).

Una de las primeras referencias que tenemos sobre la conservación *ex situ* de germoplasma vegetal mediante la aplicación de un método científico, lo constituye el Instituto N. I. Vavilov en San Petersburgo, creado hacia 1925 por Nikolai I. Vavilov (1887-1943), por lo que podría ser considerado el precursor de los modernos bancos de germoplasma. En 1943 se fundó en Alemania el Instituto de Investigación de Cultivos Vegetales conocido actualmente como IPK- Gatersleben y al finalizar la Segunda Guerra Mundial, en los Estados Unidos de América se crea en 1953 el USDA-ARS National Seed Storage Lab (NSSL) en Fort Collins, Colorado, todos destinados a la conservación de semillas de uso agrícola. Pero no fue hasta 1966 que se creó el primer banco de germoplasma dedicado a la conservación de recursos fitogenéticos de flora silvestre, en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), por iniciativa del Profesor César Gómez Campo, el cual podría ser considerado el “padre” de la conservación *ex situ* de flora silvestre.

La mayor parte de las semillas de climas templados y mediterráneos son “tolerantes a la deshidratación” (Hong y cols., 1998), es decir, se pueden desecar hasta un contenido de humedad del 3-4% y almacenar hasta -20°C sin problemas. A las semillas de este grupo se les conoce como semillas ortodoxas. En el extremo opuesto encontramos las semillas recalcitrantes, que son aquellas sensibles a la deshidratación, por lo que no pueden desecarse por debajo de un contenido de humedad relativamente alto (12-31%) sin pérdida de viabilidad, ni ser mantenidas a baja temperatura. Afortunadamente, este tipo de semillas representan únicamente el 7% de las casi 7000 especies, pertenecientes a 65 familias, estudiadas hasta la actualidad desde este punto de vista (Hong y cols., 1998).

En Castilla-La Mancha la mayor parte de las especies poseen semillas ortodoxas, probablemente debido a la necesidad que tienen sus semillas de superar, manteniendo la viabilidad, las condiciones de sequía estival propias de la región mediterránea, teniendo en cuenta que muchas de las especies que encuentran su hábitat en esta región diseminan sus semillas a finales de primavera o en verano.

El Profesor Gómez Campo (2002) desarrolló un sistema de conservación de semillas ortodoxas basado en la ultradesecación con gel de sílice, encapsulado hermético y posterior congelación. Este sistema ha demostrado su eficacia, mediante el estudio de la viabilidad después de 38 años de conservación *ex situ* en su banco, en el que obtuvo un 97,8 % con respecto a la viabilidad inicial (Gómez Campo y cols., 2007). El éxito de su sistema adquiere más valor si se compara con los resultados publicados por el banco

estadounidense NPGS-USDA en Fort Collins, que solamente consiguió un 63,8% respecto a la germinación inicial de material fresco recién recolectado en semillas con la misma antigüedad de conservación, usando un sistema distinto para su preservación en el que se primaba la congelación frente la ultradeseccación y hermeticidad (Walters y cols, 2005).

Siguiendo la línea de trabajo del Profesor Gómez Campo, en el Instituto Botánico de la Universidad de Castilla-La Mancha nació el Banco de Germoplasma Vegetal del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha (en adelante, BGV del JBCLM). El objetivo principal de este banco es la recolección y conservación *ex situ* de aquellos taxones con semillas ortodoxas que se encuentran en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno y cols., 2008) y/o en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas (CREA), creado por el Decreto 33/1998, de 5 de mayo (D.O.C.M., 1998) y modificado por el Decreto 2000/2001, de 6 de noviembre (D.O.C.M., 2001). Estas listas incluyen 434 taxones vegetales, 12 en la categoría de “En peligro de extinción”, 139 en la categoría “Vulnerable” y 283 en la categoría “De Interés Especial”. También se le presta una atención especial a aquellos taxones que cuentan con planes de recuperación (ver Imagen 1) o de conservación aprobados (*Erodium paularense*). Otro grupo de taxones con interés es el incluido en la Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales (ECRGF) (M.I.M.A.M., 2006).

Otro objetivo del BGV del JBCLM es la recolección y conservación de germoplasma de aquellos táxones que, aunque no se encuentren bajo ninguna

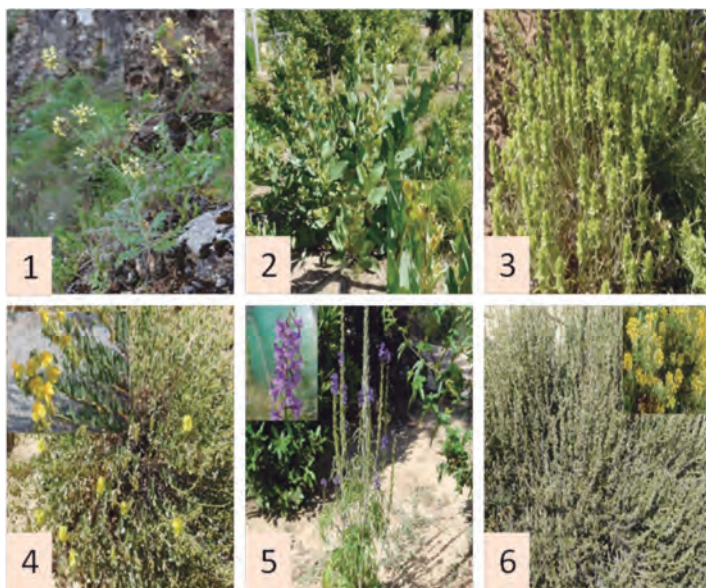


Figura 1. Especies objetivo del BGV del JBCLM, con plan de recuperación aprobado:

- (1) *Coincya rupestris* subsp. *rupestris*,
- (2) *Atropa baetica*,
- (3) *Sideritis serrata*,
- (4) *Helianthemum polygonoides*,
- (5) *Delphinium fissum* subsp. *sordidum*,
- (6) *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus*.

figura de protección por sí mismos, son taxones endémicos o relicticos en la región castellano-manchega, poseen interés por su uso (medicinal, aromático, etc.) o se encuentran formando parte de las comunidades vegetales a las que alude el catálogo de Hábitat de Protección Especial de Castilla-La Mancha (Decreto 199/2001, de 6 de noviembre de 2001).

1. MATERIAL Y MÉTODOS

1.1 RECOLECCIÓN DEL MATERIAL

El momento óptimo en el que se pueden encontrar semillas maduras recién dispersadas para cada especie se determinó mediante estudios *a priori* de la biología reproductiva y la fenología de la misma. Para cada taxón diana, se estableció al menos una localidad para la recolección mediante el estudio de recursos bibliográficos diversos, que fue verificada *in situ*. Mediante una salida de campo se comprobó el estado fenológico real del taxón y la idoneidad de los individuos donantes. La salida de campo para la recolección se realizó una vez determinado el momento óptimo para la población seleccionada, tanto por el número de individuos como por el estado fitosanitario de éstos. En los taxones de mayor interés y con más de una población se repitió este proceso, creando varias accesiones de poblaciones diversas para asegurar la máxima variabilidad genética.

Las semillas no deben ser recolectadas hasta que estén completamente maduras. Las semillas inmaduras de la mayoría de las especies no germinan, y morirán al desecarse (Harrington, 1972). El estado de madurez de las semillas fue determinado *in situ* mediante la “prueba de corte”, que permite realizar una aproximación sobre el estado general de la semilla. Para ello se observa si los tejidos están turgentes, sanos, con el color típico de cada especie (generalmente blancos o marfileños; Img. 2) y sin daños producidos por patógenos o insectos.

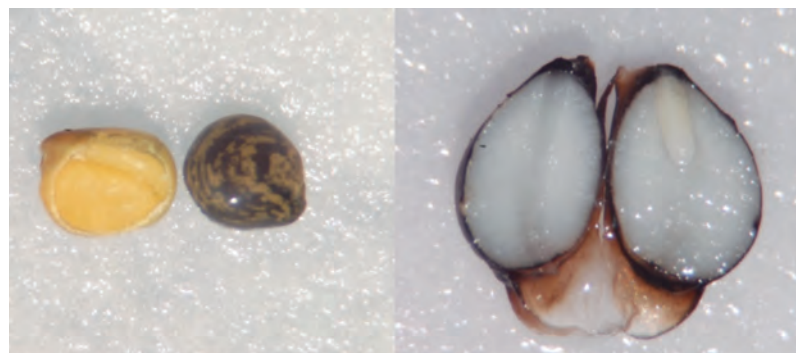


Figura 2. Prueba de corte de semillas maduras y sanas. Se observan el endospermo y embrión blancos o marfileños y turgentes.

Las recolección de las semillas maduras se realizó utilizando bolsas de papel o algodón, mientras que para los frutos carnosos se emplearon bolsas de plástico convenientemente aireadas. Por cada taxón se realizó un pliego de herbario o una serie de fotografías, en el caso de especies amenazadas, con el fin de asegurar su correcta determinación.

Durante la recolección fueron registrados los datos relativos a la determinación taxonómica realizada por el recolector, localidad de recogida, municipio, provincia, altitud, hábitat, recolector, coordenadas UTM y fecha de recolección. Todos estos datos asociados a cada muestra o entrada han sido incluidos en una base de datos informatizada (Herranz y cols., 2011).

1.2 LIMPIEZA Y SELECCIÓN

El material recolectado en el campo, fue depositado en la sala de limpieza del BGV del JBCLM. En dicha sala se procede según corresponda con la naturaleza del material recolectado (Tabla 1):

Tabla 1. Tipos de frutos que se recolectan en el BGV del JBCLM y técnicas utilizadas para conseguir extraer las semillas.

Tipo	Método de limpieza
Frutos carnosos	Triturado, lavado bajo agua fría
Bayas	Triturado, lavado bajo agua fría
Gálbulos	Triturado, lavado con arena y agua fría
Arilos	Raspado, lavado bajo agua fría
Estróbilo	Triturado, tamizado
Cápsulas	Triturado, tamizado, soplado
Espigas	Aventado, tamizado
Silicuas, silículas	Soplado, tamizado
Aquenios	Raspado, tamizado
Legumbres	Triturado, flotación

En el caso de los frutos carnosos, bayas, gálbulos, arilos o cualquier otra estructura carpoide que pudiera ser fácilmente putrescible, se realizó una limpieza inmediata de la pulpa para evitar la degeneración e incluso la pérdida de viabilidad de las semillas.

Para obtener una muestra homogénea se mantuvo un periodo de post-maduración de alguna semana, depositando las semillas limpias en una bandeja aireada en la misma habitación ($T \leq 20^{\circ}\text{C}$; $H \leq 40\%$; Probert, 2003).

Después de la revisión del estado fitosanitario general de la muestra y pasada, en su caso, la cuarentena en el laboratorio del BGV del JBCLM, se

procedió a la valoración de los lotes de entrada, mediante test de viabilidad (test de tetrazolio) y/o de germinación en cámaras de germinación (Ibercex F2, ± 0.5 °C). Las temperaturas fluctuantes 15/4°C, 20/7°C y 25/10°C utilizadas en los test de germinación simulan la media de las temperaturas máximas y la media de las temperaturas mínimas respectivamente de otoño y primavera, que se registran típicamente en la región de Castilla-La Mancha (Elías-Castillo & Ruiz-Beltrán, 1981).

Con una balanza de precisión (Gram precision, serie AS-STA, resolución 0,1 mg) obtuvimos el peso inicial de cada muestra así como la estimación del número de semillas. El valor que nos indica la humedad interna de las semillas de la muestra se obtuvo con una balanza para medición de humedad (PCE-MB 50, resolución 0,01% humedad/contenido en seco). Este último valor de humedad interna de las semillas frescas recién recolectadas resultó fundamental para guiar la toma de decisiones en cuanto a la duración del proceso de desecado.

1.3 DESECADO

Para la desecación de las muestras de semillas ortodoxas se utilizaron cámaras de desecado con cerrado hermético y gel de Sílice (Fig. 3).



Figura 3. Cámara de desecación hermética donde se depositaron las muestras en cajas de papel, para permitir el trasiego de humedad entre las semillas y el gel de sílice colocado sobre placas Petri bajo las muestras.

Mediante el pesaje de las semillas se controló el peso que debe perder cada muestra para alcanzar el porcentaje de humedad deseado, y por lo tanto determinar cuándo ha llegado el momento de pasar a la siguiente etapa.

El BGV del JBCLM dispone de dos grandes cámaras de refrigeración instaladas en una habitación aislada de la zona de limpieza, en las que fueron introducidas las réplicas, debidamente encapsuladas y codificadas, reunidas en jarras herméticas (Fig. 5). Estas cámaras refrigeradoras mantienen las semillas a temperaturas bajo cero (entre -10°C y -20°C).



Figura 5. Jarras herméticas en el interior de la cámara de refrigeración (-10°C) que albergan de forma hermética los tubos de vidrio, con las semillas y el gel de sílice indicador, previamente sellados a la llama.

2. RESULTADOS

Desde marzo de 2008 (inicio del proyecto) a julio de 2011 (momento de redacción del presente trabajo), se han realizado prospecciones en todas las provincias de la región e incluso en territorios colindantes, en un total de 140 municipios. Como resultado de estas salidas de campo se han recolectado 577 accesiones de 415 taxones diferentes, correspondientes a 60 familias (Tabla 2).

Tabla 2: Número de accesiones y porcentaje de cada familia botánica en la colección del BGV del JBCLM.

Familia botánica	Accesiones	%	Familia botánica	Accesiones	%
Aceraceae	1	0,2	Leguminosae	28	4,8
Amoryllidaceae	26	4,5	Lentibulariaceae	1	0,2
Anacardiaceae	4	0,7	Liliaceae	15	2,6
Apocynaceae	1	0,2	Linaceae	5	0,9
Aquifoliaceae	1	0,2	Malvaceae	3	0,5
Aristolochiaceae	1	0,2	Myrtaceae	1	0,2
Berberidaceae	3	0,5	Oleaceae	12	2,1
Betulaceae	1	0,2	Onagraceae	1	0,2
Boraginaceae	2	0,4	Paeoniaceae	3	0,5
Campanulaceae	3	0,5	Papaveraceae	1	0,2
Caprifoliaceae	15	2,6	Plantaginaceae	1	0,2
Caryophyllaceae	25	4,3	Platanaceae	1	0,2
Celastraceae	1	0,2	Plumbaginaceae	5	0,9
Chenopodiaceae	5	0,9	Polygonaceae	1	0,2
Cistaceae	38	6,6	Primulaceae	2	0,3
Compositae	24	4,2	Punicaceae	1	0,2
Cornaceae	2	0,3	Ranunculaceae	25	4,3
Cruciferae	77	13,3	Resedaceae	4	0,7
Cupressaceae	8	1,4	Rhamnaceae	6	1
Cyperaceae	4	0,7	Rosaceae	30	5,2
Dipsacaceae	1	0,2	Rutaceae	4	0,7
Ephedraceae	1	0,2	Santalaceae	2	0,3
Ericaceae	1	0,2	Saxifragaceae	3	0,5
Gentianaceae	1	0,2	Scrophulariaceae	20	3,5
Gramineae	12	2,1	Solanaceae	13	2,2
Grossulariaceae	1	0,2	Thymelaeaceae	1	0,2
Guttiferae	1	0,2	Umbelliferae	16	2,8
Iridaceae	3	0,5	Verbenaceae	1	0,2
Juncaceae	1	0,2	Violaceae	1	0,2
Labiatae	104	18	Zygophyllaceae	2	0,4

Como puede verse en la Figura 6, que representa un histórico de las accesiones recolectadas, éstas comenzaron en el año 2000 con algunas recolecciones que se hicieron para una pequeña colección de la Unidad de Botánica y Ecología de la E.T.S.I.A. de Albacete, que posteriormente pasaría a formar parte de los fondos del BGV del JBCLM. Se observa perfectamente en dicha figura cómo no se consigue un incremento significativo en el número de accesiones hasta el inicio de la actividad del BGV del JBCLM, en 2008.

El 28% de estas accesiones (164) corresponden a especies amenazadas incluidas en la Lista Roja de Flora Vasculare Española y/o en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha. De ellas, el 2% están “En Peligro Crítico”, el 6% “En Peligro”, el 10% son “Vulnerables” y el 10% de “Interés Especial”. En el BGV del JBCLM están representadas to-

das las especies botánicas con Plan de Recuperación aprobado en Castilla-La Mancha: *Coincya rupestris* subsp. *rupestris*, *Atropa baetica*, *Sideritis serrata*, *Helianthemum polygonoides*, *Delphinium fissum* subsp. *sordidum*, *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus* (Img.1). También han sido recolectadas semillas de 40 especies (con un total de 93 accesiones, el 16%) incluidas en la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales (ECRGF; *Genista umbellata*, *G. cinerea*, *G. florida*, *Cistus populifolius*, etc.). El resto de accesiones, 56%, corresponden a taxones con potencialidad medicinal, aromática, mejora genética de especies cultivadas, ornamental o con interés para intercambio con otros jardines botánicos o centros de investigación.

En cuanto a los elementos florísticos que componen la colección de accesiones del BGV del JBCLM, 193 accesiones (34%) corresponden a endemismos ibéricos, 57 accesiones (10%) a endemismos iberonorteafrikanos, 37 accesiones (6%) a elementos estrictamente mediterráneos y 202 (35%) a elementos mediterráneos y eurosiberianos, siendo solo 88 accesiones (10%) las que corresponden a elementos cosmopolitas (Fig. 6).

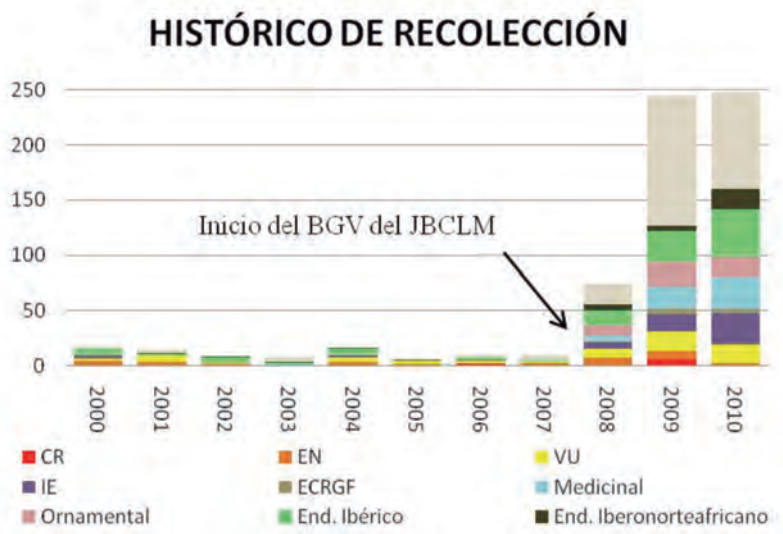


Figura 6: Histórico de recolecciones en el BGV del JBCLM, en el se incluyen las accesiones procedentes de recolecciones de la Unidad de Botánica y Ecología (2000-2008) y las realizadas por el BGV del JBCLM (2008-2010). CR: taxones en peligro crítico de extinción; EN: taxones en peligro de extinción; VU: taxones vulnerables; IE: taxones de interés especial (según la Lista Roja de Flora Vasculare 2010 y/o el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha). Bajo la abreviatura ECRGF se han agrupado los taxones que están en la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Todos los pasos que hemos realizado para la conservación de las accesiones, están destinados a aumentar la longevidad de las semillas, pues ésta se duplica por cada reducción de 5°C en la temperatura y por cada reducción de un 1% en el contenido de humedad (Harrington, 1972). Es decir, una semilla silvestre que en el momento de ser recolectada contenga un 10% de humedad puede mantener su viabilidad hasta 10 años si la conservamos a 20°C. Si esa misma semilla la deshidratamos hasta un 5% de humedad y la conserváramos refrigerada a -5°C habríamos conseguido aumentar esos 10 años 1024 veces, aproximadamente 10.000 años ($10 \times 2^5 \times 2^5$).

Esas longevidades no han podido ser demostradas más allá de los 40 años de conservación de los estudios del Profesor Gómez Campo, por razones obvias, pero sí se han encontrado casos en la naturaleza que confirman esta teoría. Este es el caso de *Lupinus arcticus*, una leguminosa cuyas semillas habían permanecido a -5°C en un glaciar de Groenlandia durante 6000 a 8000 años y seguían siendo viables (Porsild y cols. 1967).

Dada la eficacia del sistema utilizado para la conservación de las semillas ortodoxas, por al menos cientos de años, podríamos decir que las cámaras de refrigeración del BGV del JBCLM hacen la función de una auténtica caja negra de la diversidad vegetal castellano-manchega. Esta eficacia justifica que se continúe la labor de recolección de semilla ortodoxas, de al menos aquellas especies que se encuentran bajo alguna figura de protección, como es el caso del 44% (28+16) de las accesiones recolectadas hasta la fecha. Por otra parte, el hecho de que un 34% de las accesiones conservadas pertenezcan a endemismos ibéricos y un 10% a endemismos iberonorteafricanos está relacionado con el interés prioritario del banco en flora amenazada, ya que muchas de las especies pertenecientes a estos grupos corológicos suelen estar amenazadas por tener una distribución geográfica muy restringida. En el futuro, la conservación *ex situ* en bancos de germoplasma podría adquirir un valor estratégico notable, ante la realidad de un proceso acelerado de pérdida de diversidad biológica, al que apuntan los numerosos informes y trabajos de investigación hechos públicos durante estas últimas décadas. La existencia de estos datos nos hace prever que la tendencia actual de pérdida de biodiversidad debida entre otras causas a la degradación, fragmentación y destrucción de los hábitats, introducción de especies invasoras y modificaciones en el clima afectarán, sin duda, a la vegetación a escala global y regional (Herranz y cols, 2009; Ferrandis y cols, 2011).

Por otro lado, las especies de plantas raras y amenazadas se consideran prioritarias en el ámbito de la conservación de la diversidad biológica a causa

de su distribución geográfica restringida, su amplitud ecológica reducida y su vulnerabilidad ante procesos de deriva genética, depresión por entrecruzamiento de parientes próximos y fenómenos estocásticos (Meffe y Carroll 1994, Primack 2000). Por ello, la labor preferente del BGV del JBCLM ha sido y debe seguir siendo la conservación de las semillas de las especies vegetales silvestres presentes en esta región, que pudieran desaparecer o ver reducida sensiblemente sus áreas de distribución geográfica actual, su número de poblaciones y/o su número de individuos. (Herranz y cols., 2011).

El material conservado en el BGV del JBCLM podría ser de gran valor en circunstancias probables de extinciones poblacionales e incluso de especies. Prueba de ello es que ya ha servido para la realización de refuerzos de poblaciones de especies amenazadas en sus hábitats naturales en Castilla-La Mancha (*Coinceya rupestris* subsp. *rupestris*, *Delphinium fissum* subsp. *sordidum*, *Nepeta hispanica*, *Sisymbrium cavanillesianum*, *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus*, *Senecio auricula*, *Helianthemum guerrae*, *H. polygoides*, *Sideritis serrata* y *S. chamaedryfolia*) y se ha utilizado también en la producción vegetal de especies destinadas a las zonas de Ecosistemas Regionales y Colección sistemática del Jardín Botánico de Castilla-La Mancha.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se desarrolló en el marco del proyecto “Creación de un banco de germoplasma de flora silvestre amenazada en el JBCLM”, con la financiación de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Los autores agradecen a Miguel A. Copete, Julián García, M. Elena Copete, Arancha Andrés y Esmeralda Martínez su colaboración inestimable en el proceso de recolección de accesiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Eliás-Castillo F. & L. Ruiz-Beltrán. (1981). *Estudio agroclimático de la región de Castilla-La Mancha*. Neografis, Madrid.
- Ferrandis P., E. Martínez-Duro, M.A. Copete, J.M. Herranz. (2011). Medidas actuales de conservación de la flora y de los recursos fitogenéticos en Castilla-La Mancha. Espacios naturales protegidos, instalaciones ex situ y colecciones de germoplasma. En: *Protección de la diversidad vegetal y de los recursos fitogenéticos en Castilla-La Mancha*. J.E. Hernández Bermejo & J.M. Herranz (eds.). Instituto de Estudios Albacences y Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, pp. 317-342.

- Ferrandis, P. & J.J. del Olmo. (2007). *Manual de Sensibilización Ambiental*. Altabán, Albacete.
- Gómez-Campo, C. (2002). Long term seed preservation: the risk of selecting inadequate containers is very high. *Monographs ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid*, 163: 1-10
- Gómez-Campo, C. (2007). A guide to efficient long term seed preservation. *Monographs ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid*, 170: 1-17
- Harrington J.F. (1972). Seed storage and longevity. In: *Seed Biology*. Volume 3. *Insects, and seed collection, storage, testing and certification*. Kozłowski T.T. (ed) New York, Academic Press, pp. 145-245.
- Herranz, J.M.; J.J. Martínez Sánchez, & J. De las Heras. (1993). Aportación al conocimiento del endemismo ibérico e iberonorteafricano en la flora vascular de la provincia de Albacete. *Ecología*, 7: 179-201.
- Herranz J.M., M.A Copete., P. Ferrandis. (2009). Posibles efectos del cambio climático sobre las especies vegetales en Castilla-La Mancha. En: *Impactos del Cambio Climático en Castilla-La Mancha*. A. Rodríguez, H. Fernández & I. Rojano (eds). Fundación General de Medio Ambiente, pp. 293-317.
- Herranz J.M.; J.E. Hernández, A. Santiago & P. Ferrandis. (2011). Diseño y prioridades para un banco de germoplasma en el JBCLM. Una respuesta ante el cambio climático y global. En: *Protección de la diversidad vegetal y de los recursos fitogenéticos en Castilla-La Mancha*. J.E. Hernández Bermejo & J.M. Herranz (eds.) Instituto de Estudios Albacetenses y Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, pp. 459-478.
- Hong T.D., S. Linington & R.H. Ellis. (1998). *Compendium of information on seed storage behaviour, I: A-H*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Iriondo, J.M. (2001). Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, 16(1): 5-24.
- Meffe G.K. & C.R. Carroll. (1994). *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, USA.
- M.I.M.A.M. (2006). *Estrategia española para la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos forestales*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 81
- Moreno, J.C., coord. (2008). *Lista Roja de 2008 de la Flora Vascular Española*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal y Sociedad Española de Biología de Conservación de Plantas.
- Porsild, A. E., C. R. Harrington & G. A. Mulligan. (1967) *Lupinus arcticus* Wats. Grown from Seeds of Pleistocene Age. *Science*, 158: 113-114

- Primack, R.B. (2000). *A Primer of Conservation Biology*. Second Edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, USA.
- Probert R.J. (2003). Seed Viability under Ambient Conditions, and the Importance of Drying. In: *Seed Conservation: turning science into practice*. Smith R.D., Dickie J.B., Linington S.H., Pritchard H.W & Probert R.J. (eds). Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 337-365.
- Sarasan V., R. Cripps, M.M. Ramsay, C. Atherton, M. McMichen, G. Prendergast & J.K. Rowntree. (2006). Conservation *in vitro* of threatened plants. Progress in the past decade. *In vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 42: 206-214.
- Sainz-Ollero, H. & J.C. Moreno. (2002). Flora vascular endémica española. En: *La Diversidad Biológica de España*. F.D. Pineda, J.M. de Miguel, M.A. Casado & J. Montalvo (eds.) Prentice Hall. Madrid, pp: 175-195.
- Walters C., L.M. Wheeler & J.M. Grotenhuis. (2005). Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research*, 15: 1-20.