

BANCO DE SEMILLAS DEL JARDÍN BOTÁNICO CANARIO “VIERA Y CLAVIJO”- UACSIC: 35 AÑOS CONSERVANDO LA BIODIVERSIDAD DE CANARIAS

MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ PÉREZ & NEREIDA CABRERA GARCÍA

Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo” - Unidad Asociada al CSIC, c/ Camino del Palmeral nº 15, 35017, Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, e-mail: magonzalezp@grancanaria.com

Recibido: Abril 2019

Palabras Clave: Banco de semillas, Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”, Conservación

Key words: Seed bank, Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”, Conservation

RESUMEN

En el presente artículo se describe la historia del Banco de Semillas del Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”- Unidad Asociada al CSIC, desde sus orígenes hasta la actualidad. Se aportan cifras de como el Banco de Semillas ha ido representando la riqueza de la flora canaria en sus depósitos hasta alcanzar más de 4.800 accesiones, lo que lo convierte en el cuarto Banco de Semillas de España en número de accesiones, el mayor de la región Macaronésica y uno de los más importante de Europa. En el Banco de Semillas del JBCVC-UACSIC se hallan representados 564 taxones endémicos canarios, lo que supone el 88% de los endemismos actualmente reconocidos. Así mismo, el 94% de los endemismos insulares amenazados de Gran Canaria están representados en el Banco. Por otro lado, desde el Banco de Semillas se han enviado muestras a 145 jardines botánicos e instituciones dedicadas a la investigación de 33 países, lo que es otro indicativo de la importancia de la flora canaria a nivel mundial.

ABSTRACT

This article describes the history of the Seed Bank of the Botanical Garden “Viera y Clavijo” - Unidad Asociada al CSIC, from its origins to the present day. Figures are provided on how the Seed Bank has represented the richness of the Canarian flora in its resident collections, which at present host 4,800 accessions, making it the fourth Spanish Seed Bank in number of accessions, the largest in the Macaronesian region, and one of the most important in Europe. There are 564 endemic taxa represented in Seed Bank of the Botanical Garden “Viera y Clavijo” - UACSIC, which amount 88% of the presently recognized Canarian endemics. In this sense, 94% of endangered island endemics of Gran Canaria are represented in the Bank. On the other hand, the Seed Bank has shipped samples to 145 botanical gardens and research institutions belonging to 33 countries, which is another indication of the importance of the Canarian flora worldwide.

INTRODUCCIÓN

La investigación, divulgación y conservación de la biodiversidad, y especialmente de la flora endémica y amenazada de un área son prioritarias para la gestión sostenible de los recursos naturales genéticos. Los bancos de germoplasma son esenciales para la conservación *ex-situ* de la biodiversidad genética. Ya desde 1894 se crea el primer banco de semillas en San Petersburgo como una colección de semillas de plantas cultivadas (BACCHETTA *et al.*, 2008). En los años cincuenta aparecen nuevos centros en Europa y Estados Unidos, pero también enfocados a la conservación del germoplasma de plantas cultivadas de interés para la alimentación. Los bancos de germoplasma dedicados a la conservación de plantas silvestres aparecen más tarde, como el de la Universidad de Politécnica de Madrid creado por Gómez Campo en 1966 (IRIONDO, 2009). En la actualidad los bancos de germoplasma juegan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad de cultivares y plantas silvestres, contribuyendo activamente con el Convenio de Diversidad Biológica (Rio de Janeiro, 1992).

El Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”- Unidad Asociada al CSIC del Cabildo de Gran Canaria (JBCVC-UACSIC en adelante) es una institución creada por el Cabildo de Gran Canaria a iniciativa del botánico Eric Ragnor Sventenius en 1952, y dedicada desde entonces a la conservación, investigación y divulgación de la flora de las Islas Canarias (MARRERO-RODRIGUEZ *et al.*, 2016). Sin embargo, no es hasta 1983 cuando se crea el Banco de Semillas del Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo” bajo la dirección del Dr. David Bramwell, y con la supervisión de la bióloga Paloma Maya. Posteriormente, en 1990 tomaría las riendas del Banco de Semillas la bióloga Alicia Roca. En el contexto nacional fue el tercer banco de semillas de esta naturaleza que se constituyó, después del de la Universidad Politécnica de Madrid, creado por el Profesor Gómez Campo en 1966 (IRIONDO, 2009) y un año después del Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz (1982) impulsado por el Dr. Esteban Hernández Bermejo (HERNÁNDEZ-BERMEJO & HERRERA-MOLINA 2009).

Durante sus primeros años de vida, el Banco de Germoplasma se encontraba limitado a unos pequeños laboratorios en el centro de investigación del Jardín Canario. Es en el año 2005 cuando se terminan las obras de reforma de las nuevas instalaciones del Banco de Germoplasma, un edificio de 250 m², financiado con fondos del proyecto BASEMAC. En la actualidad el Banco de Semillas consta del equipamiento necesario para llevar a cabo investigaciones (cámaras de flujo laminar, lupas estereoscópicas, microscopio electrónico, germinadoras, etc.) y conservación (cámara de envasado, cámara de secado, vitrinas verticales de congelación, cámara de refrigeración y cámara de congelación) del material depositado en el banco (Figura 1).

En número de accesiones depositadas, el Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC ocupa la cuarta posición a nivel nacional, con unas 4.866 accesiones, estando detrás de la Universidad Politécnica de Madrid (5.132 accesiones), el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz (7981 accesiones) y el Real Jardín Botánico Juan Carlos I (16.384 accesiones) creado en 1995 (REDBAG. www.redbag.es).



Figura 1. Sala de Conservación de Semillas del Banco de Germoplasma (JBCVC-UACSIC).

Estas cifras son insignificantes si las comparamos con la colección del Millenium Seed Bank Project, proyecto que pretende recopilar el 25% de las especies vegetales del planeta para el 2020, y que actualmente tiene depositadas 87.500 accesiones de 39.100 especies diferentes (EASTWOOD & LININGTON, 2012). Sin embargo, la principal función del Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC es, en primer lugar, la de conservar los endemismos y especies amenazadas de Canarias, y en la actualidad esta meta se está alcanzando con un 88% de los endemismos canarios (Figuras 2 y 4) y un 94% de los endemismos insulares amenazados de Gran Canaria representados en el Banco (Figura 5). En segundo lugar, el Banco está dedicado a representar la diversidad de los endemismos y taxones nativos de distribución amplia o más restringida, pero con varias poblaciones en más de una isla, y que en muchas ocasiones presentan acusada fragmentación genética, cuando no taxones nuevos (GARCÍA-VERDUGO *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-PÉREZ *et al.*, 2009).

En estos años de existencia el Banco de Semillas no ha realizado únicamente funciones de conservación, sino que también ha llevado a cabo proyectos de investigación nacionales e internacionales (MACFLOR, ENCLAVE, GERMOPLASMA-2016, PHOENIX, BIOCLIMAC, CAVEGEN, ENSCONET, BASEMAC), fruto de los cuales son diversas publicaciones (VILCHES *et al.*, 2004; ROCA *et al.*, 2005; ROCA *et al.*, 2006).

Otro aspecto importante en la conservación es la divulgación. En este sentido el Banco de Semillas también ha participado en la difusión de la flora canaria mediante presentación en congresos y jornadas técnicas (OLIVA *et al.*, 2010; 2011; 2012; 2015; CABRERA *et al.*, 2011; CABRERA *et al.*, 2012; OLANGUA & ROCA, 2012; 2015). Por otro lado, también se ha llevado a cabo divulgación en las jornadas de puertas abiertas que se llevan realizando los últimos años y en las que centros escolares de toda la isla, así como grupos interesados, tienen la oportunidad de visitar los diferentes departamentos de investigación del JBCVC-UACSIC. Así mismo, y también durante la semana de la ciencia se han impartido charlas del Banco de Germoplasma en centros escolares de la isla.

El objetivo del presente trabajo es reflejar la labor realizada por el Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC en estos 35 años de historia y la importancia de este en la conservación de la flora canaria.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo se elaboró una base de datos utilizando el programa Excel 2016 (Microsoft Office) en el que se combinaron en una hoja de cálculo el Listado de Especies Silvestres de Canarias (ARECHAVALETA *et al.*, 2010), el Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España (BAÑARES *et al.*, 2004) y el registro de depósitos del Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC. La base de datos generada permite consultar las accesiones, depositadas en el Banco de cada taxón incluido en el Listado de Especies Silvestres de Canarias. Este archivo incluye datos sobre la distribución de los diferentes taxones y su representación insular en el Banco de Germoplasma, además del grado de amenaza. Esta base de datos se utilizó para elaborar los listados de especies endémicas y amenazadas depositadas en el Banco, por año, grado de amenaza o isla.

RESULTADOS

Depósito de semillas en el Banco

El material que se encuentra en el Banco de Germoplasma se ha depositado a través de diferentes fuentes:

a) Proyectos de investigación en los que participa el JBCVC-UACSIC

El Banco de Germoplasma colabora en multitud de proyectos de investigación nacionales e internacionales, los cuales son las principales fuentes de material vegetal para el banco.

b) Campañas de recolección del propio Banco

El Banco de Germoplasma conjuntamente con otros departamentos del Jardín Botánico organiza periódicamente campañas de recogida de material vegetal tanto en Gran Canaria, como en otras islas, así como fuera del archipiélago.

c) Planes de recuperación

La mayoría de los planes de recuperación de las especies canarias amenazadas recogen la necesidad de depositar material en los bancos de germoplasma como una medida para garantizar la conservación ex-situ de las especies amenazadas.

d) Material del propio Jardín Botánico

Las semillas que producen las plantas cultivadas en el Jardín Botánico se recolectan y son utilizadas principalmente para elaboración del *Index Seminum*. A este respecto, la taxonomía del material recolectado está perfectamente determinada y se conoce la procedencia u origen. Así mismo, se evita la recogida de semillas de aquellas plantas cultivadas susceptibles de haber sido objeto de hibridación en el Jardín Botánico.

Tratamiento de las semillas en el Banco de Germoplasma

Una vez las muestras están en el banco se registra en la base de datos del Banco de Semillas y se le proporciona un Número de Banco. Se realiza una primera inspección para determinar el estado de madurez de las semillas, así como para detectar la presencia de contaminación (insectos, hongos, etc.). A continuación, las semillas son sometidas a un secado inicial (15% humedad relativa (HR), a 15°C durante más de una semana). Posteriormente se lleva a cabo la limpieza del material, mediante tamices o separadores gravimétricos, hasta conseguir el menor número de restos de otros materiales (hojas, flores, frutos, etc.). A continuación, las semillas son desecadas durante 1 mes (15% HR, 15°C). En este tiempo, se realizan fotografías de las mismas mediante lupa estereoscópica y con microscopía electrónica, así como toma de datos de biometrías. Se llevan a cabo también pruebas de germinación para determinar la viabilidad de las muestras antes de su conservación (MAYA *et al.*, 1988; MAYA & PONCE, 1989; ISTA, 2004). Durante el proceso de secado se toman medidas de la actividad del agua (Aw) para evaluar el grado de desecado (RAO *et al.*, 2007), hasta obtener un contenido de humedad de 3-7 % (FAO/IPGRI, 1994) para pasar al envasado de las semillas. Por otro lado, debemos tener en mente que por cada 1% que se reduce el contenido de humedad de la semilla se duplica la vida útil de la semilla (HARRINGTON, 1972). Las semillas se envasan en tubos o frascos con cierre hermético etiquetados con un código de barras que da acceso directo a la Base de Datos. En ese mismo recipiente se introduce algodón hidrófobo que separa las semillas del gel de sílice. El gel atrapa la humedad impidiendo el deterioro del material. Las muestras permanecen una semana en observación para determinar que no hay entrada de humedad en el recipiente que las contiene, lo cual se detecta por el cambio de color que sufre el gel de sílice. Al final del proceso las muestras son conservadas en cámaras a -18°C, donde permanecen hasta su germinación en el futuro.

En relación con la germinación de material depositado en el Banco de Germoplasma, en sus 35 años de historia se han llevado a cabo más de 2.000 pruebas de germinación en 1.193 accesiones diferentes, lo que supone que se han ensayado aproximadamente el 25% de las accesiones del banco. A nivel de especie, se han realizado pruebas de germinación en 464 taxones diferentes, lo que representa el 88% de los taxones depositados en el Banco. Las pruebas de

germinación nos permiten determinar la viabilidad de las semillas depositadas en el banco, así como las condiciones de conservación. Al respecto, se han realizado pruebas de germinación de especies depositadas en el banco de semillas durante más de dos e incluso tres décadas obteniéndose unos porcentajes de germinación (%) considerables como por ejemplo en *Gonospermum canariense* (DC.) Less. (100%), *Isoplexis isabelliana* (Webb & Berthel.) Masf. (100%), *Periploca laevigata* [Sol. in] Aiton (96%) y *Argyranthemum broussonetii* (Balb. ex Pers.) Humphries (90%). Esto, indica el buen estado de conservación del material depositado en el Banco, así como la fiabilidad de las condiciones de temperatura y humedad en las que se han almacenado.

Evolución del Banco de Germoplasma

En estos 35 años de historia el Banco de Semillas del JBCVC-UACSIC se han depositado más de 4.866 accesiones de 525 especies silvestres canarias, 320 muestras de duplicados de otros bancos de semillas y 435 muestras de cultivares antiguos de Gran Canaria, además de 377 depósitos en proceso. Sin embargo, la entrada de material en el Banco de Germoplasma ha sido irregular en los diferentes años (Figura 2), oscilando de tan solo 5 accesiones en 2014 a las 393 en 1999. En este mismo sentido, el depósito de nuevos taxones en el Banco de Germoplasma también ha variado en estos años, siendo evidentemente mayor en los primeros años de historia del Banco de Germoplasma, aunque se siguen depositando nuevos taxones debido también a la incorporación de material de fuera del archipiélago canario, llegando en la actualidad cerca de 900 taxones diferentes depositados (Figura 3). En la actualidad hay depositadas semillas también de otras localidades de la región Macaronésica, como Marruecos, Madeira, Azores y Cabo Verde.

Como se ha comentado anteriormente, una de las principales funciones del banco de semillas del JBCVC-UACSIC es conservar los endemismos y especies más amenazadas de Canarias. En este momento el Banco de Germoplasma alberga el 60% de los endemismos insulares del archipiélago con diferente representación de cada isla (Figura 4). Así, la isla mejor representada es Gran Canaria, de la cual hay depositadas muestras del 83% de los endemismos descritos para la isla. En un porcentaje similar (80%), se encuentran representados en el Banco endemismos insulares de Fuerteventura. El resto de islas tienen una representación menor de sus endemismos, que varía entre un 40% (El Hierro) y un 60% (La Palma).

Fruto de todo este trabajo el Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC es reconocido nacional e internacionalmente formando parte de REDBAG (Red española de bancos de semillas), y de ENSCONET (La Red Europea para la Conservación de Semillas Silvestres). Así mismo, el Banco de Germoplasma participa anualmente en el *Index Seminum* organizado por la Asociación Ibero-Macaronésica de Jardines Botánicos (AIMJB), de la cual el JBCVC-UACSIC es socio fundador.

Por otro lado, el Banco de Germoplasma realiza toma de datos de biometrías de las semillas depositadas y registro fotográfico digital mediante microscopía estereoscópica y electrónica, disponiendo en la actualidad de más de 12.000 imágenes.

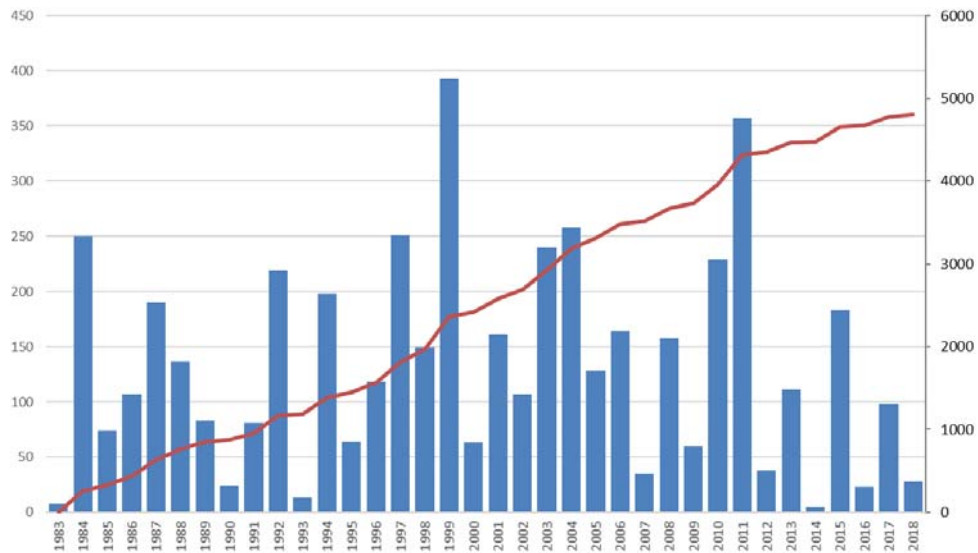


Figura 2. Accesiones depositadas en el Banco de Germoplasma del JBCVC en sus 35 años de historia. Las barras azules representan el número de accesiones depositadas cada año, y la línea roja incremento del número de accesiones totales depositadas en el Banco.

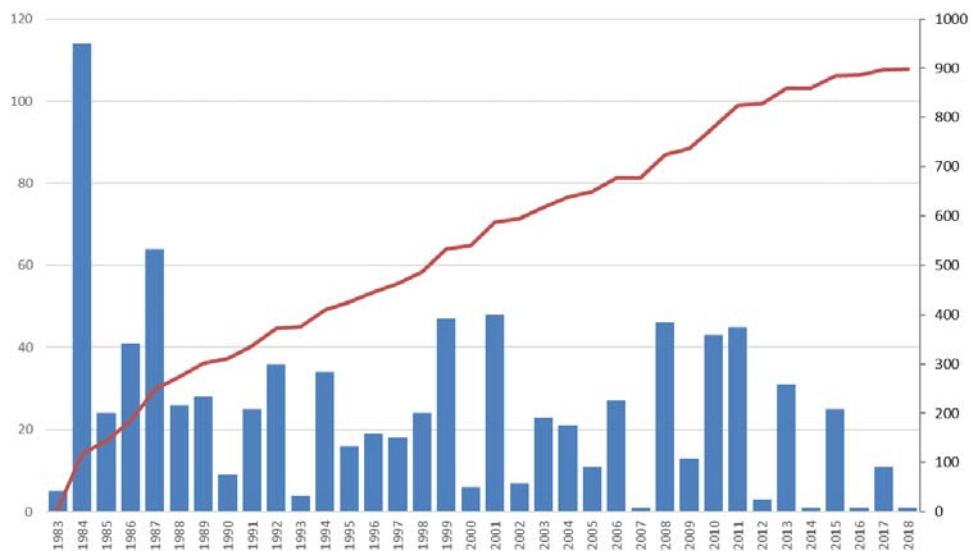


Figura 3. Nuevos taxones depositados en el Banco de Germoplasma del JBCVC en sus 35 años de historia. Las barras azules representan el número de nuevos taxones depositados cada año, y la línea roja incremento del número de taxones totales depositados en el Banco.

El Banco de Germoplasma y la flora amenazada

Uno de los objetivos del Banco de Germoplasma es la conservación a largo plazo y la accesibilidad del germoplasma de las especies endémicas, raras y amenazadas de la flora canaria a fin de protegerlas. En el presente el Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC recopila el 75% de los endemismos insulares amenazados (Figura 5). Este porcentaje alcanza el 94% en el caso de los endemismos de Gran Canaria que tienen algún grado de amenaza.

El Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC ha participado en la recuperación de especies amenazadas, como por ejemplo *Limonium tuberculatum* (Boiss.) Kuntze (siempreviva rosada). Especie presente del sur de Gran Canaria y que desapareció por la presión del boom turístico, y que posteriormente fue recuperada gracias a su cultivo en el Jardín Botánico Canario y al material genético que se encontraba depositado en el Banco (BAÑARES *et al.* 2004).

Otro caso similar es el *Lotus kunkelii* (Esteve) Bramwell & D. H. Davis (yerbamuda de Jinámar), un endemismo de Gran Canaria considerado en peligro crítico de extinción en cuyos planes de recuperación el Banco de Germoplasma ha colaborado en todo el proceso. De forma similar el Banco ha participado de forma directa en otros muchos planes de recuperación de la flora canaria, aportando o recibiendo material para su depósito. Entre los mismos podemos citar los planes de recuperación de: *Atractylis preauxiana* Sch.Bip., *Bencomia sphaerocarpa* Svent., *Caralluma burchardii* N.E.Br., *Cheirolophus duranii* (Burchard) Holub, *Crambe sventenii* B. Peters.ex Bramwell & Sunding, *Helianthemum bramwelliorum* Marrero Rodr., *Helianthemum bystropogophyllum* Svent, *Helianthemum gonzalezferreri* Marrero Rodr., *Helianthemum inaguae* Marrero Rodr., González Martín & González Artilles, *Helianthemum juliae* Wildpret, *Helianthemum teneriffae* Coss, *Isoplexis chalcantha* Svent. & O'Shan., *Lotus berthelotii* Masf, *Lotus kunkelii* (Esteve) Bramwell & Davis, *Lotus maculatus* Breiff, *Lotus pyranthus* P.Pérez, *Onopordon nogalesii* Svent, *Pericallis hadrosoma* (Svent.) B. Nord., *Salvia herbanica* A.Santos & M.Fernández, *Sideritis discolor* Webb ex Bolle, *Solanum vespertilio* [Sol. in] Aiton subsp. *doramae* Marrero Rodr. & González Martín, *Stemmacantha cynaroides* (C.Sm.) Dittrich.

Semillas por el Mundo

Son muchos los jardines botánicos, universidades y otras instituciones dedicadas a la investigación y conservación que han solicitado semillas al Banco de Germoplasma del JBCVC-UACSIC, a través de las desideratas del *Index Seminum*, catálogo de semillas que estos centros de investigación y conservación publican anualmente, para el intercambio libre y gratuito de material vegetal. En este sentido, el Banco de Germoplasma ha enviado 2378 accesiones de su material a 145 instituciones diferentes de 33 países de cuatro de los cinco continentes (Figura 6). El mayor número de peticiones corresponden al resto de España (327), seguido muy de cerca por Alemania (304) y Francia (232). Esta gran demanda e interés es otra evidencia de la importancia y relevancia que tiene la flora de Canarias a nivel mundial.

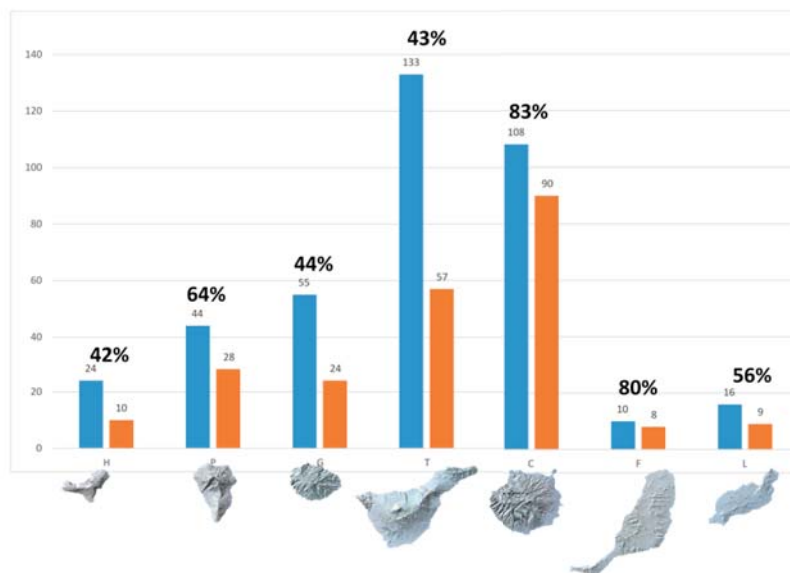


Figura 4. Representación de los endemismos insulares del archipiélago canario en el Banco de Germoplasma del JBCVC. Las barras azules representan el número de endemismos insulares, y la barra naranja representa el número de esos endemismos insulares depositados en el banco.

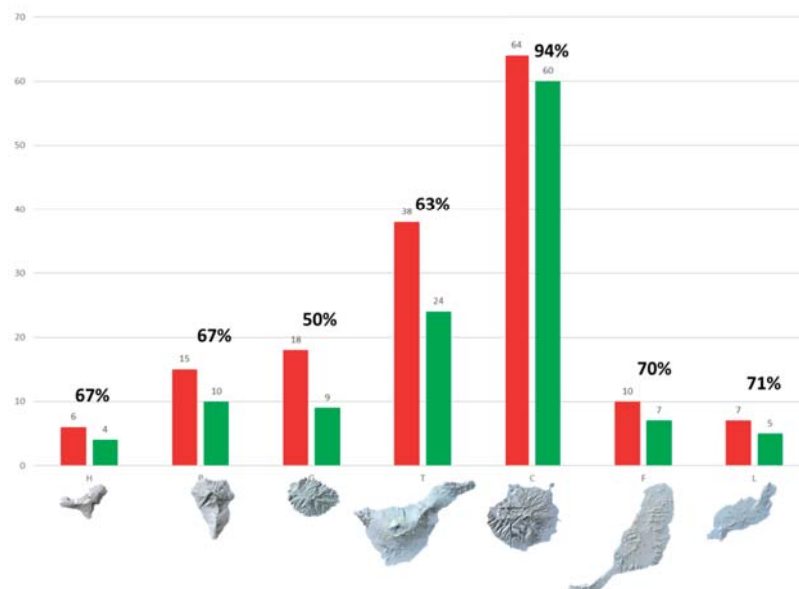


Figura 5. Representación de los endemismos insulares amenazados del archipiélago canario en el Banco de Germoplasma del JBCVC. Las barras rojas representan el número de endemismos insulares amenazados, y la barra verde representa el número de esos endemismos insulares amenazados depositados en el banco.

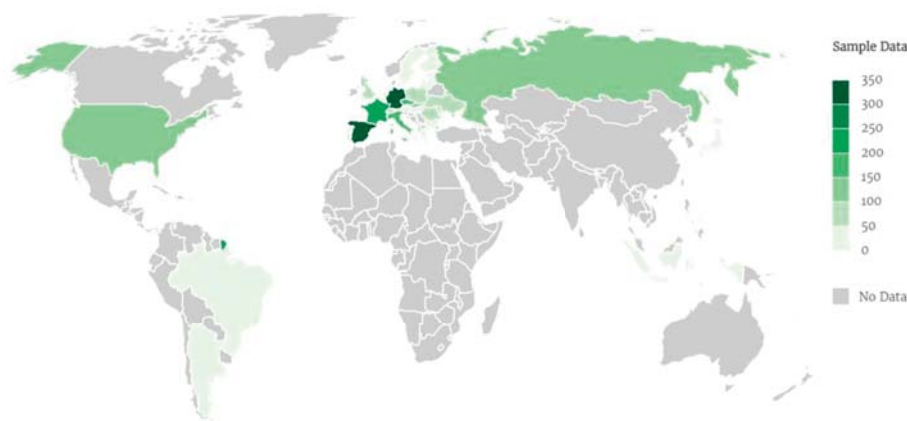


Figura 6. Mapa de la distribución de las semillas del Banco de Germoplasma del JBCVC enviadas a otras regiones del mundo a través del *Index Seminum*.

FUTURO DEL BANCO DE GERMOPLASMA

El futuro inmediato del Banco de Germoplasma del JBVC pasa por disponer de representación de todos los endemismos canarios amenazados o no amenazados mediante accesiones, así como una representación significativa de la variedad genética existente en las poblaciones naturales de cada taxón en el Banco. Por otro lado, el futuro próximo es la caracterización y la estimación de la proporción de la diversidad genética natural que representa el germoplasma depositado en el banco utilizando técnicas moleculares, lo cual cada vez está jugando un importante papel en la gestión de los recursos genéticos.

En la actualidad el Banco de Germoplasma participa como socio en el proyecto MACFLOR del cual el JBCVC-UACSIC es el jefe de fila, y cuyo principal objetivo es elaborar un Atlas de Biología Reproductiva de la Flora Macaronésica con aplicaciones para la conservación y donde se describen, además de modelos reproductivos, tipos de semillas y embriones de más de 200 taxones.

AGRADECIMIENTO

Este artículo refleja el esfuerzo de todas aquellas personas que de forma regular o puntual han trabajado o colaborado en algún momento de la historia del Banco de Germoplasma, aportando su tiempo, dedicación y esfuerzo. Especial mención a Paloma Maya en sus comienzos y Alicia Roca, como responsables del Banco de Semillas del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" en estos 35 años, y gracias a las cuales es reconocido nacional e internacionalmente.

REFERENCIAS

- ARECHAVALETA, M., S. RODRÍGUEZ, N. ZURITA & A. GARCÍA (coord.), 2010.- *Lista de especies silvestres de Canarias. Hongos, plantas y animales terrestres. 2009*. Gobierno de Canarias. 579 pp.
- BACCHETTA, G., A. BUENO SÁNCHEZ, G. FENU, B. JIMÉNEZ-ALFARO, E. MATTANA, B. PIOTTO & M. VIREVAIRE, (Eds.). 2008.- *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Principado de Asturias / La Caixa.
- BAÑARES Á., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO & CRTIZ S., eds. 2004.- *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- CABRERA, N., A. ROCA & F. OLIVA, 2011.- Conservación de la flora silvestre en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo. Reunión Científica: *Bancos de Germoplasma, Reservorios de Biodiversidad*. Ayuntamiento de León, La Oficina Verde y la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, España.
- CABRERA, N., A. ROCA & F. OLIVA, 2012.- Conservación de la flora silvestre en el Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo. Reunión Científica: *III Jornadas Técnicas de los Jardines Botánicos. Real Jardín Botánico Juan Carlos I, Libro de Resúmenes* - Alcalá, Madrid, España.
- EASTWOOD R., & S.H. LININGTON, 2012.- The Millennium Seed Bank Project. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 90: 211-213.
- FAO/IPGRI, 1994.- *Genebank standards. Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Plant Genetic Resources Institute*. Rome.
- GARCÍA-VERDUGO C., M. SAJEVA, T. LA MANTIA, C. HARROUNI, F. MSANDA & J. CAUJAPÉ-CASTELLS, 2015.- Do island plant populations really have lower genetic variation than mainland populations? Effects of selection and distribution range on genetic diversity estimates. *Molecular Ecology*. 24, 726-741.
- GONZÁLEZ-PÉREZ M.A., SOSA P.A., BATISTA F. 2009.- Genetic variation and conservation of the endangered endemic *Anagyris latifolia* Brouss. ex Willd. (Leguminosae) from the Canary Islands. *PI Syst Evol* 279:59-68
- HERNÁNDEZ-BERMEJO, E. & F. HERRERA-MOLINA, 2009.- El Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz: 25 años conservando la flora de Andalucía. *El Botánico* 3(2): 18-23.
- HARRINGTON, J.F. 1972.- Seed storage and longevity. In Kozlowski T.T, (edit.). *Seed Biology. Volume 3. Insects, and seed collection, storage, testing and certification*. New York, Academic Press, pp: 145-245.
- IRIONDO J.M. 2009.- En memoria del Profesor César Gómez Campo. *Ecosistemas* 18 (3): 38-39.
- ISTA, 2004.- International rules for seed testing. Edition 2004. *The international seed testing association (ISTA)*. Bassersdorf, CH-Switzerland.
- MAYA, P. & M. PONCE, 1989.- Algunos datos sobre la interacción entre la luz y temperatura en la germinación de algunas especies de Asteraceae de Canarias. *Botánica Macronésica* 17: 15-26
- MAYA, P., A. MONZON & M. PONCE, 1988.- Datos sobre la germinación de especies endémicas canarias. *Botánica Macronésica* 16: 67-79.
- MARRERO-RODRÍGUEZ A., M.C. GIL-VEGA, M.C. CRUZ-MERCADAL & Y. FARALDO-MENDIETA, 2016.- El Herbario Las Palmas de El Museo Canario, revisión taxonómica y nomenclatural. *Botánica Macaronésica* 29: 55- 72.
- OLANGUA. M. & A. ROCA, 2012.- Project BIOCLIMAC: Climate Change and Reproductive Success. The case of two threatened Canaries endemic species of the genus *Attractylis* L. (Cardueae: Asteraceae). *International Symposium FloraMac 2012, Libro de Resúmenes*: 102. Funchal, Madeira, Portugal.
- OLANGUA. M. & A. ROCA, 2015.- Seed-Banks: Something more than Noah's ark for seed conservation. *International Symposium FloraMac 2015, Libro de Resúmenes*: 45. Las Palmas de Gran Canaria.
- OLIVA, F., A. ROCA, A. MARRERO, N. CABRERA, R. JAÉN, J. CAUJAPÉ-CASTELLS, L. GOUVEIA, JÁ. CARVALHO, F. FERNANDES, A. GOULART & N. RODRIGUES, 2010.- BIOCLIMAC: Anticipating Climate Change. *International Symposium FloraMac 2010, Libro de Resúmenes*: 74. Ponta Delgada, Azores, Portugal.
- International Symposium FloraMac 2015, Libro de Resúmenes*: 45. Las Palmas de Gran Canaria.
- OLIVA, F., A. ROCA, A. MARRERO, N. CABRERA, R. JAÉN, J. CAUJAPÉ-CASTELLS, L. GOUVEIA, JÁ. CARVALHO, F. FERNANDES, A. GOULART & N. RODRIGUES, 2010.- BIOCLIMAC: Anticipating Climate Change. *International Symposium FloraMac 2010, Libro de Resúmenes*: 74. Ponta Delgada, Azores, Portugal.

- OLIVA, F., A. ROCA, A. RAMOS MARTÍNEZ, O. SATURNO HERNÁNDEZ & N. CABRERA, 2011.- *Lotus kunkelii* (Gran Canaria) Conservación ex situ e in situ. V *Congreso de Biología de la Conservación de Plantas, Libro de Resúmenes*. Es Mercadal (Menorca), España.
- OLIVA, F., A. ROCA, A. MARRERO, N. CABRERA, R. JAÉN, J. CAUJAPÉ-CASTELLS, L. GOUVEIA, F. FERNANDES, J.A. CARVALHO, A. GOULART, & C. FREITAS, 2012.- Conservation measures within the framework of the BIOCLIMAC PROJECT (MAC/1/CD67). *International Symposium FloraMac 2012, Libro de Resúmenes*: 104, Funchal, Madeira, Portugal.
- OLIVA, F., N. CABRERA & A. ROCA, 2015. Germinación de especies macaronésicas del género *Lotus*. *Floramac 2015, Libro de Resúmenes*: 79. Las Palmas de Gran Canaria.
- RAO, N.K., J. HANSON, M.E. DULLOO, K. GHOSH, D. NOWELL & M. LARINDE, 2007.- Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. *Bioversity International*, Roma, Italia.
- CAUJAPÉ-CASTELLS J., A. ROCA, I. GOMES, & Á. MARRERO, 2006.- CAVEGEN banco de semillas, banco de Genes y Herbarios, colaborando con Cabo Verde. *Rincones del Atlántico* 3: 152-153
- ROCA, A., B. VILCHES, R. JARDIM, J.A. CARBALHO, F. FERNANDES, J. MELO, 2005.- BASEMAC: banco de semillas de Macaronesia. Conservando para el futuro. *Rincones del Atlántico* 2: 122-125
- VILCHES, B., A. ROCA, J. NARANJO, B. NAVARRO, D. BRAMWELL & J. CAUJAPÉ-CASTELLS, 2004.- Estructura espacial de la variación genética de *Erysimum albescens* (cruciferae) en Gran Canaria: implicaciones para la conservación ex situ en bancos de germoplasma. *Botánica Macaronésica* 25: 15-30