

Capítulo 4

Desafíos y proyecciones

Carolina Pañitrur – De la Fuente.

Ingeniera Agrónoma, Dra.
carolina.panitrur@inia.cl

Lorena Barra B.

Ingeniera Agrónoma, Dra.

Fernando Ortega K.

Ingeniero Agrónomo, Dr.

Los bancos de germoplasma, como el Banco Base de Semillas (BBS) de INIA, juegan un rol muy valioso en la conservación de la diversidad genética de las plantas nativas, las cuales se encuentran amenazadas por factores como la destrucción de hábitats, cambio en el uso de suelo, sobreexplotación, invasión de especies exóticas y cambio climático (WWF, 2020). Estos bancos permiten complementar la conservación *in situ* de plantas silvestres, resguardando germoplasma (ej. semillas) para evitar la extinción de especies y disponer de este material para su investigación y/o restauración ecológica presente y futura (Maunder *et al.* 2004). Luego de 20 años conservando semillas de especies nativas (2001–2021), el BBS que pertenece a la Red de Bancos de Germoplasma de INIA, preserva cerca de un 28 % de la flora chilena. Esta diversidad no solo está representada por especies diferentes, sino también por poblaciones diferentes de la distribución natural de algunas especies, lo que significa que los esfuerzos de conservación realizados por el BBS han considerado, al menos de manera intrínseca, la variabilidad genética de estas. Futuros esfuerzos debieran enfocarse en evaluar la diversidad genética de las especies para asegurar las acciones de conservación y/o su restauración. En relación con esto, la diversidad filogenética, una medida de las características evolutivas de un grupo de taxones en el árbol filogenético (Faith 1992), también debiera ser evaluada en futuras investigaciones y esfuerzos de conservación, ya que es una aproximación que permite entender de mejor manera la diversidad y el potencial uso futuro de ciertas especies por el ser humano (Forest *et al.* 2007; Faith *et al.* 2018).

La actual colección de especies nativas del BBS de INIA se ha conformado gracias a diversos proyectos con financiamiento público y privado, nacional e internacional. Esto ha provocado que, en varios casos, la recolección se haya restringido a un grupo de especies o a una zona geográfica acotada de acuerdo al objetivo de cada iniciativa, lo que se traduce en un sesgo en los focos de conservación, ignorando otras zonas geográficas relevantes. Para cambiar esta limitante, se requiere de un mayor esfuerzo público-privado a objeto de coleccionar y conservar un mayor número de especies y representar una mayor proporción de los hábitats nacionales (Jorquera-Jaramillo *et al.* 2012). También sería necesario un mayor apoyo por parte del Estado para establecer programas permanentes de conservación en aquellas zonas más rezagadas y que son relevantes de conservación.

Un importante programa que permitió recolectar y conservar gran parte de la colección del BBS (> 60 % de la colección de especies nativas) fue el proyecto mundial conocido como "Banco de Semillas para el Milenio" (Millennium Seed Bank Partnership; **Figura 4.1**), coordinado por el Real Jardín Botánico de Kew (Reino Unido), con cual se dio inicio a la conservación de especies nativas en Chile (<https://www.kew.org/>). Con más de 10 años de duración (2001-2015), este proyecto permitió recolectar cerca de mil especies diferentes de la flora chilena, principalmente aquellas endémicas y amenazadas de las zonas árida y semiárida del país. Gracias a este programa, el equipo del BBS de INIA también realizó diversas investigaciones sobre la germinación de semillas, así como también propagaron algunas plantas y desarrollaron protocolos de germinación para varias de ellas. Adicionalmente, se recolectaron más de cuatro mil muestras de herbarios y realizaron diversas capacitaciones sobre la protección de la diversidad vegetal y el rol de la conservación *ex situ* (León-Lobos *et al.* 2010).

>60 % de la colección de especies nativas del Banco Base de Semillas de INIA proviene del Programa Internacional con el Jardín Botánico de Kew (Reino Unido)

En el mediano plazo, los esfuerzos de conservación debieran enfocarse en disminuir los vacíos de conservación de especies hasta ahora no resguardadas en el BBS, en particular aquellas plantas endémicas amenazadas. Especial relevancia tienen las especies de islas oceánicas, donde destaca la Reserva de la Biósfera del Archipiélago Juan Fernández ubicada en la Región de Valparaíso, las cuales presentan altos niveles de amenazas y actualmente están subrepresentadas en la colección del BBS de INIA. Respecto a Chile continental, las Regiones de Antofagasta y Atacama son también importantes, ya que en ellas se encuentran una proporción relevante de especies amenazadas que aún no han sido colectadas para su conservación (**Figura 4.2**). Además las especies del territorio austral (Regiones de Aysén y Magallanes), que comprenden la estepa magallánica y los

bosques magallánicos antárticos, también están muy subrepresentadas en la colección del BBS, por lo que gran parte de los esfuerzos de conservación deberían focalizarse en estas regiones geográficas (Pañitrrur-De la Fuente *et al.*, 2020).



Figura 4.1. Banco de Semillas para el Milenio del Real Jardín Botánico de Kew (Reino Unido).

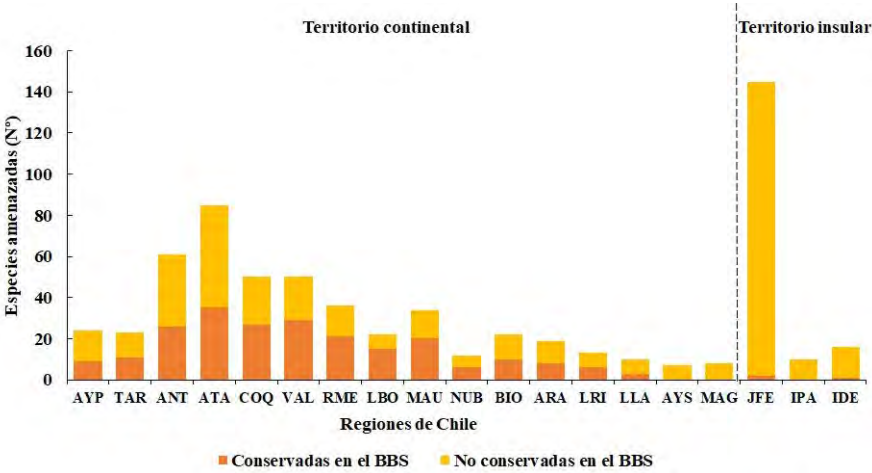


Figura 4.2. Especies endémicas conservadas y no conservadas en el Banco Base de Semillas por región administrativa de Chile. Donde: AYP, Arica y Parinacota; TAR, Tarapacá; ANT, Antofagasta; ATA, Atacama; COQ, Coquimbo; VAL, Valparaíso; RME, Metropolitana; LBO, Libertador Bernardo O'Higgins; MAU, Maule; BIO, Biobío; ARA, Araucanía; LRI, Los Ríos; LLA, Los Lagos; AYS, Aysén; MAG, Magallanes y la Antártica Chilena; JFE, Archipiélago de Juan Fernández; IPA, Isla de Rapa Nui; IDE, Islas Desventuradas. Fuente: Pañitrrur-De la Fuente *et al.*, 2020.

Por otro lado, considerando que un 16 % de las plantas amenazadas en Chile, evaluadas actualmente por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE, www.mma.gob.cl, agosto 2021) poseen esporas (plantas Pteridophyta y Lycopodiophyta) y no semillas, surge como desafío investigar y desarrollar nuevos métodos de conservación de estas especies. Esto concuerda con lo indicado por Blackmore & Walter (2007), quienes mencionan que uno de los desafíos de la Estrategia Global de Conservación de Plantas (GSPC por su siglas en inglés), del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), es estudiar de mejor manera los métodos de conservación para este tipo de especies, siendo la criopreservación el más adecuado y efectivo (Ballesteros *et al.*, 2006; Ballesteros *et al.*, 2012). Además, este método permitiría la conservación a largo plazo de plantas con semillas recalcitrantes, las cuales no soportan la deshidratación y, por tanto, no pueden ser almacenadas actualmente en un banco de semillas tradicional (conservación a -20°C y 15 %HRe), como el BBS de INIA. En este sentido, la Red

Un 16 % de las plantas amenazadas de Chile no pueden ser conservadas en un banco de semillas tradicional, ya que poseen esporas como unidad de dispersión.

de Bancos de Germoplasma de INIA, con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), está iniciando la investigación en el área de la criopreservación, con el fin de complementar y potenciar el trabajo de conservación de plantas realizado.

Finalmente, entre los desafíos generales que necesitan abordar los bancos de semillas como el BBS, están la mejora en la caracterización de la colección de especies nativas, incluyendo información fenotípica, genética y filogenética. Para ello, la investigación y colaboración entre entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales, que trabajan en conservación es primordial. Esto permitiría fomentar el uso e investigación de las especies nativas que Chile posee y que se resguardan en el banco de germoplasma de INIA. Por otro lado, es necesario abordar el rol del BBS de INIA con fines de restauración. Como mencionan León-Lobos *et al.* (2012), los bancos de semillas tienen una función fundamental en la conservación de la diversidad genética y las acciones de restauración. Para todo ello, sin embargo, es necesario fortalecer la investigación en conservación, fomentar las capacidades en término de infraestructura y recurso humano, así como incrementar el financiamiento público-privado para acciones y programas de conservación *ex situ* de la diversidad genética de especies amenazadas (León-Lobos *et al.* 2018a).

Para abordar los desafíos mencionados es importante tener presente los compromisos que Chile ha asumido internacionalmente en materia de conservación.

Por ejemplo, a través del **Convenio de Diversidad Biológica (CDB)**, ratificado por Chile en el año 1994, el país se comprometió a implementar acciones para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad (Ministerio del Medio Ambiente; <https://mma.gob.cl>). En particular, en el artículo 9 del Convenio, se establece la necesidad de los países firmantes de adoptar medidas para la conservación *ex situ*, estableciendo y manteniendo instalaciones para la conservación e investigación. A través del mismo convenio CDB, en el año 2010 se establecieron las **metas Aichi para la biodiversidad**, instando a los países firmantes a actualizar sus Estrategias Nacionales de Biodiversidad bajo un enfoque propuesto en el “Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020” (**Figura 4.3**). Este Plan, con cinco objetivos estratégicos y 20 metas mundiales, tiene como propósito salvar la diversidad biológica y mejorar sus beneficios para las personas. En este sentido, la meta 12 del Objetivo Estratégico “C” tiene directa relación con la labor que el BBS de INIA realiza. Esta meta establece que *“Para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive”* (CDB; <https://www.cbd.int>). Si bien para el cumplimiento de esta meta se han realizado avances a través del Programa de conservación de semillas nativas del BBS de INIA, a la fecha esto ha sido llevado a cabo principalmente con fondos internacionales, por lo cual se requiere de un mayor apoyo del Estado para la recolección, conservación e investigación de estas especies (León-Lobos *et al.*, 2018b).



Figura 4.3. Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y Metas Aichi establecidas en marco del Convenio de Diversidad Biológica del cual Chile es signatario.

Por otro lado, mediante el **Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO**, ratificado por Chile en el 2016, el país asume la responsabilidad de organizar un sistema eficaz y sostenible de

conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA). Esto incluye inventariar y recolectar, conservar *ex situ*, caracterizar, evaluar y documentar los recursos fitogenéticos (León-Lobos *et al.* 2018b). Respecto a esto último, es importante mencionar que, si bien INIA posee una política de documentación y acceso público al material conservado, ello no se enmarca dentro de un marco legal, debido a la inexistencia de una ley que regule el acceso a los recursos genéticos, por lo que se requiere avanzar como país en este aspecto. Por otra parte, la **Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**, de la cual Chile es miembro, ha planteado a través de sus "Perspectivas Ambientales al 2050", la necesidad de fortalecer las políticas públicas y los instrumentos para abordar de mejor manera las presiones directas sobre ella, a través de la promoción del uso sustentable, la inserción de los objetivos de biodiversidad en las políticas y planes intersectoriales, y la protección y restauración de ecosistemas y hábitats, entre otros aspectos (Ministerio del Medio Ambiente; <https://mma.gob.cl>).

Por todo lo indicado anteriormente, por la importancia de los recursos fitogenéticos nativos para la humanidad, así como con el fin de dar cumplimiento a los compromisos establecidos internacionalmente, es que se requiere asegurar la sostenibilidad y funcionamiento en el largo plazo de los bancos de semillas como el BBS de INIA. Es importante recordar que los recursos genéticos que se encuentran en el país son patrimonio de Chile y, por tanto, bienes públicos de la nación. Es así que el Estado tiene la responsabilidad de conservarlos y promover su uso sustentable (León-Lobos *et al.*, 2018b) tanto para las presentes como futuras generaciones.

Bibliografía

- Ballesteros, D., Estrelles, E., & Ibars, A. M. (2006). Responses of pteridophyte spores to ultrafreezing temperatures for long-term conservation in germplasm banks. *Fern Gazette*, 17(5): 293-302.
- Ballesteros, D., Estrelles, E., Walters, C., & Ibars, A. M. (2012). Effects of temperature and desiccation on *ex situ* conservation of nongreen fern spores. *American Journal of Botany*, 99(4): 721-729. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100257>
- Blackmore, S., & Walter, K. (2007). Assessing the conservation status of Pteridophytes, a challenge for the global strategy for plant conservation. *Fern Gazette*, 18(2): 71-76.
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biol. Conserv.* 61: 1-10. doi:10.1016/0006-3207(92)91201-3.
- Faith, D. P. (2018). "Phylogenetic Diversity and Conservation Evaluation: Perspectives on Multiple Values, Indices, and Scales of Application," in *Phylogenetic Diversity. Applicatons and Challenges in Biodiversity Science*, eds. R. A. Scherson and D. P. Faith (Cham: Springer International Publishing). doi:10.1007/978-3-319-93145-6.
- Forest, F., Grenyer, R., Rouget, M., Davies, T. J., Cowling, R. M., Faith, D. P., *et al.* (2007). Preserving the evolutionary potential of floras in biodiversity hotspots. *Nature* 445: 757-760. doi:10.1038/nature05587.
- Jorquera-Jaramillo, C., Alonso, J. M., Aburto, J., Karina, M.-T., Leon, M. F., Perez, M. A., Gaymer, C. F., & Squeo, F. (2012). Conservación de la biodiversidad en Chile : Nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. *Revista Chilena de Historia Natural*, 85: 267-280.
- León-Lobos, P. *et al.* (2010) 'The contribution of the Millennium Seed Bank Project to *ex situ* plant conservation in Chile', *Kew Bulletin* Vol. 65, (August 2015), pp. 595-601. doi: 10.1007/s12225-011-9246-3.
- León-Lobos, P., Way, M., Dávila, P., & Lima-Junior, M. (2012). The role of *ex situ* seed banks in the conservation of plant diversity and in ecological restoration in Latin America. *Plant Ecology & Diversity*, 5(2): 1-14. <https://doi.org/10.1080/17550874.2012.713402>
- León-Lobos, P., Barra-Bucarel, L., & Ortega-Klose, F. (2018a). Gestión para la conservación de la biodiversidad. Conservación *ex situ*. In *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos* (3rd ed., pp. 224-232). Santiago de Chile: Ministerio del Medio Ambiente.
- León-Lobos, P., Way, M. y Ortega-Klose, F. Planes de conservación ex-situ de diversidad vegetal aplicados en Chile. En: *Metodologías aplicadas para la conservación de la biodiversidad en Chile* (pp. 187-231). Pérez Quezada JF y Rodrigo P (Eds.). Serie Ciencias Ambientales N° 1. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

- Maunder, M., Guerrant, E.O., Havens, K. and Dixon, K.W. (2004). Realizing the full potential of *ex situ* contributions to global plant conservation. In: Guerrant Jr, Havens K, Maunder M, editors. *Ex situ* plant conservation: supporting species survival in the wild. Society for Ecological Restoration International. Center for Plant Conservation. Washington: Island Press. p. 389-418.
- Pañitru-De la Fuente, C., Ibáñez, B., S., León, M., Martínez-Tillería, K. & Sandoval, A. (2020). Conservation of native plants in the seed base Bank of Chile. June, 1-10.
- WWF (2020) Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.