

Informe final* del Proyecto KE001

Conservación del germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México. Fase 5

Responsable: Dra. Patricia Dávila Aranda
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
División de Investigación y Posgrado
Unidad de Biotecnología y Prototipos
Dirección: Av. de los Barrios # 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Mex., 54090 , México
Correo electrónico: gibarra@cieco.unam.mx
Teléfono/Fax: Tel: (55) 56 23 27 30 Fax: (55) 56 23 27 19 Morelia: 443 32 22730
Fecha de inicio: Junio 15, 2012.
Fecha de término: Abril 20, 2015.
Principales resultados: Base de datos, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Dávila Aranda, P. Rodríguez Arévalo I. y L. García Rojas. 2015. Conservación del germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México. Fase 5. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. KE001.** México D. F.

Resumen:

El proyecto "Conservación de germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México", fue planteado en el año 2002, para desarrollarse en 7 fases, cada una de las cuales implicaría la recolección de germoplasma vegetal en diferentes regiones áridas y semiáridas del país. Principalmente, con el apoyo de la CONABIO, aunado a los esfuerzos de los Reales Jardines Botánicos de Kew y la FES Iztacala de la UNAM, se han podido desarrollar hasta el momento 5 de las 7 fases propuestas. Con el desarrollo de las primeras 5 fases, la colección científica del Banco de Semillas FESI-UNAM, ha crecido hasta resguardar un total de 2131 accesiones de semillas correspondientes a 1172 especies y 89 taxa infraespecíficos, pertenecientes a 128 familias botánicas. Se cuenta también con 2131 ejemplares de herbario. La base de datos que respalda la colección del Banco, actualmente cuenta con 4264 registros. Las pruebas de calidad de las colecciones resguardadas que actualmente se han realizado e ingresado a la base de datos suman un total de 1451 ruebas de germinación y 1248 pruebas de disección.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

“Conservación del germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México. Fase 5”

INFORME FINAL

RESUMEN

El proyecto “Conservación de germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México”, fue planteado en el año 2002, para desarrollarse en 7 fases, cada una de las cuales implicaría la recolección de germoplasma vegetal en diferentes regiones áridas y semiáridas del país. Principalmente, con el apoyo de la CONABIO, aunado a los esfuerzos de los Reales Jardines Botánicos de Kew y la FES Iztacala de la UNAM, se han podido desarrollar hasta el momento 5 de las 7 fases propuestas. Con el desarrollo de las primeras 5 fases, la colección científica del Banco de Semillas FESI-UNAM, ha crecido hasta resguardar un total de 2131 accesiones de semillas correspondientes a 1172 especies y 89 taxa infraespecíficos, pertenecientes a 128 familias botánicas. Se cuenta también con 2131 ejemplares de herbario. La base de datos que respalda la colección del Banco, actualmente cuenta con 4264 registros. Las pruebas de calidad de las colecciones resguardadas que actualmente se han realizado e ingresado a la base de datos suman un total de 1451 ruebas de germinación y 1248 pruebas de disección.

ANTECEDENTES

Las cinco fases de este proyecto, que hasta ahora se han desarrollado, constituyen la continuidad de una estrategia de conservación de la flora de las regiones áridas y semiáridas de México, a través de la recolecta, procesamiento y almacenaje del germoplasma vegetal en regiones prioritarias para el país. Esta estrategia de conservación ha sido apoyada por la CONABIO a través de los proyectos BE018, EE024, GE002, HE008 y KE001.

Más de la mitad del territorio nacional está ocupado por recursos vegetales de zonas áridas y semiáridas (Dávila *et al.*, 2002; Flores-Villela y Geréz, 1994), esto representa al menos 100 millones de hectáreas, en las cuales se desarrollan diez tipos distintos de matorrales xerófilos, así como una gran variedad de pastizales y vegetación halófila (Rzedowski, 1993). Además, como sucede en gran parte del territorio mexicano, en estas regiones se encuentra una gran riqueza de especies y una gran cantidad de endemismos. Las formas de vida y los patrones de diversificación de muchos grupos taxonómicos que se originaron en otras regiones, alcanzan sus máximos niveles de diversidad, abundancia e importancia en las regiones secas (Dávila *et al.*, 2002; Dávila y Herrera-MacBryde, 1997). Tomando en consideración la importancia biológica de las zonas áridas y semiáridas, su rápido deterioro y la fragilidad de sus comunidades, es definitivamente indispensable continuar con las actividades de conservación *ex situ* del germoplasma vegetal, planteadas en este proyecto, con el fin de capturar una muestra adecuada de la diversidad genética de las especies vegetales que prosperan en estas regiones.

Este proyecto se ha centrado en las regiones prioritarias para la conservación, las cuales fueron definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arriaga *et al.*, 2000) y su prioridad ha sido, inicialmente, crear un banco de semillas, el cual fue oficialmente reconocido como colección biológica el 2 de septiembre de 2003 (Banco de Semillas FESI-UNAM) y, posteriormente, trabajar en el crecimiento y adecuada conservación de la colección. El Banco de Semillas FESI-UNAM, está vinculado directamente con el denominado “Millennium Seed Bank Project” de los Jardines Botánicos Reales de Kew, Inglaterra, cuyo objetivo principal es el de conservar muestras de germoplasma vegetal de la flora de las zonas áridas de todo el mundo (Slageren, 2003). El proyecto se inició en febrero de 2002, y tiene como base una serie de actividades desarrolladas desde el año 2000, tales como el entrenamiento técnico de personal de campo y de laboratorio, la recolecta de germoplasma vegetal y el desarrollo de proyectos de investigación sobre diferentes tópicos relacionados con el estudio de las semillas.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto fue planeado para realizarse en 7 fases, de las cuales, hasta el momento, se han llevado a cabo las primeras cinco. La primera estuvo dirigida a la recolección de germoplasma vegetal en la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y tuvo una duración de aproximadamente tres años (2002-2005). La segunda fase, se enfocó al trabajo en algunas regiones de los estados de Hidalgo (Reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán), Tlaxcala, Guerrero y Morelos (Sierra de Taxco-Huautla), además de una pequeña región del estado de Jalisco (2006-2007). La tercera fase se desarrolló principalmente en Aguascalientes, aunque también se recolectaron algunas accesiones en San Luís Potosí (2007-2008). La cuarta fase permitió que se recolectaran los estados de San Luís Potosí, Puebla, Morelos, Guerrero, Jalisco, Coahuila y Querétaro. Finalmente durante la quinta fase se recolectaron semillas de los estados de Baja California, Baja California Sur, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí y Zacatecas. Cabe aclarar, que durante las fases 4 y 5 del proyecto se recolectaron materiales en estados que ya habían sido trabajados en fases anteriores, pero en los que algunas especies importantes no se habían podido recolectar por diversas razones. De acuerdo con el plan original, el desarrollo de las siguientes fases implicaría la recolección de las Cuencas y Sierras del Norte en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, la Planicie Costera del Noroeste en los estados de Sonora y Sinaloa (Fase 6) y la península de Baja California (Fase 7). Sin embargo, dadas las condiciones de inseguridad en el país, es posible que las regiones que sean cubiertas en las fases siguientes puedan modificarse.

Por lo anteriormente expuesto, el **objetivo general** de la fase 5 de este proyecto fue, conservar el germoplasma a través de la recolección de 554 nuevas accesiones en los estados de Baja California, Baja California Sur, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí y Zacatecas, e incorporar toda la información asociada a las colecciones en la base de datos del proyecto.

MÉTODO

Todas las semillas de las especies representadas en el banco, han pasado por un muestreo y procesamiento rigurosos, que cumplen con los estándares internacionales para su almacenamiento a largo plazo (Brown y Marshall, 1995; Ellis *et al.*, 1985; Linington y Smith, 1985; Smith, 1995; Linington y Pritchard, 2000). Para cada colección, se tienen documentados datos taxonómicos (familia, género, especie, categoría infraespecífica, autoridad, año, etc.), ecológicos (hábitat y hábito, muestreo), etnobotánicos (usos) y fenológicos básicos (unidad de dispersión) los cuales se requieren antes y durante el procesamiento de las muestras.

La forma en que se realizó el trabajo durante la fase 5 del proyecto, ha sido la misma que fue planteada en las fases anteriores del mismo y consistió en lo siguiente:

Trabajo de campo

El muestreo siempre requiere de medidas apropiadas, dado que el germoplasma vegetal de las especies elegidas para conservar a largo plazo en un banco de genes debe significar una colección heterogénea, la cual incluirá la mayor variación genética posible (Brown y Marshall, 1995; Ellis *et al.*, 1985; RBG Kew). El método de recolección fue el siguiente:

1. Se recolectaron, cuando fue posible, frutos y semillas de un mínimo de 30 a 50 individuos de una población.
2. De cada individuo se recolectaron sólo el 20% del total de sus frutos.
3. Siempre se recolectaron frutos de la planta madre y se seleccionaron sólo los fisiológicamente maduros. En medida de lo posible no se recolectaron restos de materia vegetal como hojas y tallos, para evitar un incremento de humedad y temperatura en las muestras.
4. Se obtuvieron muestras de 4000 a 7000 semillas (colección heterogénea).
5. Se guardaron las muestras recolectadas en bolsas de papel o de tela de algodón, con su etiqueta respectiva.
6. Las muestras se mantuvieron en un lugar sombreado y sin humedad, durante su traslado al cuarto de desecación y procesamiento en el Banco de Semillas.
7. De cada taxón muestreado se colectaron seis duplicados de ejemplares de herbario, como respaldo para el Banco de Semillas y para su posterior verificación taxonómica, además de la posible donación a otros herbarios del país.
8. Se obtuvieron y registraron los datos en campo sobre cada taxón muestreado, la información se capturó en un formato prediseñado con campos de tipo taxonómico, ecológico, edáfico, etnobotánico y fenológico.

Trabajo de laboratorio

Esta fase del trabajo inició con la llegada de las muestras al laboratorio del Banco de Semillas e involucró diferentes fases:

1. Deshidratación inicial. Se llevó a cabo en el laboratorio y a una temperatura (23°C) y humedad relativa de 28% (ambiental), durante una semana. Todo esto con el fin de evitar el deterioro e infestación de las semillas, además de reducir paulatinamente la humedad de las muestras y evaluar el tipo de fruto o semillas para priorizar la limpieza de las mismas.
2. Evaluación de la calidad y fenología de la unidad de dispersión. Esta se realizó durante la limpieza de las muestras, con el objeto de determinar el método más adecuado y la calidad de las muestras mismas.
3. Limpieza. Esta actividad siempre fue manual, se ayudó del uso de tamices de diferente diámetro de malla, tapones de hule, charolas, navajas, bisturíes, pinzas, agujas, espátulas y guantes para abrir o triturar los frutos y para extraer y separar las semillas. También se utilizó una sopladora que permitió separar por diferencia de peso, las semillas llenas y maduras de las vacías o “vanas” y de los restos vegetales presentes en la muestra. Las muestras que se limpiaron primero fueron siempre las que provenían de frutos carnosos y/o semi-carnosos, y, posteriormente, aquellas que se encontraban en frutos secos.
4. Disección. A partir de cada muestra de semillas que se obtuvieron, después de la limpieza, dos submuestras de 10 semillas cada una (20 si se trata de especies de la familia Asteraceae). Las semillas se cortaron bajo el microscopio estereoscópico para observar si el embrión y los cotiledones estaban bien desarrollados, de ser así, se consideraba que se trataba de semillas potencialmente viables. El porcentaje de semillas potencialmente viables, para considerar que la muestra está limpia debía ser superior al 80%.
5. Deshidratación principal. Las semillas se mantuvieron a una temperatura de 14°C y humedad relativa de 11% durante 4-6 semanas, con el propósito de reducir los contenidos de humedad hasta un valor óptimo de < 7%.
6. Estimación del número de semillas por colección. Dependiendo de la unidad de dispersión, se estimó el número aproximado de semillas existentes en cada colección, por medio de métodos gravimétricos y estadísticos (ISTA, 1999).
7. Pruebas de germinación. Esta prueba se realizó para saber el porcentaje real de germinación. Se utilizaron 3 lotes de 20 semillas cada uno, para sembrarse en cajas de petri con papel filtro. Los lotes se incuban a 30°C durante 20 días (hasta 30 si es necesario), en oscuridad y luz blanca (12 h/12 h).
8. Pruebas de viabilidad. Cuando era necesario, se llevaban a cabo pruebas especializadas utilizando tricloruro de tetrazolio. Las semillas fueron disectadas y evaluadas bajo el microscopio estereoscópico, posteriormente fueron embebidas en una solución de tetrazolio al 1%, para incubarlas a temperatura ambiente durante 3-4 días, con el fin de observar el patrón de coloración y determinar el tejido vivo (color rojo) y muerto (color pardo).
9. Empacado de las muestras. De acuerdo con la metodología recomendada por el Banco de Semillas del Milenio en Kew, se utilizaron principalmente sobres de aluminio y frascos de vidrio

templado con tapa de sellado hermético. Posteriormente se almacenaron en un congelador a temperatura constante de -20°C .

10. Captura de la información en la base de datos. Toda la información asociada a los materiales de herbario y a la colección de semillas fue capturada en la base de datos de biótica.

RESULTADOS Y DURACIÓN DEL PROYECTO

Duración

Este proyecto tuvo una duración de dos años, tiempo en el cual se recolectaron 554 nuevas accesiones en las 20 salidas al campo que se llevaron a cabo durante esta fase del proyecto. Las regiones en las que se realizaron las colectas contemplaron los estados de Baja California, Baja California Sur, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.

Recursos humanos y materiales

En el desarrollo de la fase 5 del proyecto participaron las siguientes personas, Dra. Patricia Dávila Aranda (Responsable del proyecto), Dra. Norma Isela Rodríguez Arévalo (Responsable del Banco de Semillas), Lilia García (Capturista principal), Monserrat Paredes Negrete (Técnica de laboratorio), Martha Santiago Santiago (Técnico de laboratorio) y Biól. Armando Ponce Vargas (Técnico de campo).

En lo que respecta a recursos materiales, actualmente el Banco de Semillas incrementó sus equipos durante esta fase del proyecto a través de la compra de un higrómetro Tinytag.

RESULTADOS

Como resultado del convenio CONABIO-Kew-UNAM, la base de datos del Banco de Semillas de la FES-Iztacala, UNAM, cuenta con un total de 4264 registros de colectas de herbario y semillas, de los cuales **1110 fueron ingresados durante el desarrollo de la fase 5 de este proyecto. De estos 1110 registros 554 corresponden a accesiones de semillas y 556 a ejemplares de herbario, los 1110 registros involucran 83 familias botánicas, 273 géneros, 383 especies y 32 taxa infraespecíficos. Además se realizaron 362 pruebas de disección y 83 pruebas de germinación.**

Poco más de 3400 accesiones están conservadas en la colección y su respectivo respaldo en materiales de herbario. Cada uno de los duplicados de material herborizado están siendo procesados, para todos los casos hay un ejemplar de cada especie depositado en el Kew Herbarium y una buena parte de los ejemplares recolectados han sido ya depositados en los herbarios MEXU e IZTA. Los datos generados

sobre la calidad de las muestras, específicamente los que se relacionan con las pruebas de germinación para 1451 accesiones, han sido ya integrados a la base de datos.

En lo que respecta al estado actual de la colección del Banco de Semillas, está representada por un total de 1172 especies y 89 taxa infraespecíficos, pertenecientes a 128 familias botánicas entre las que destacan la familia Asteraceae, Mimosaceae, Cactaceae y Fabaceae con el mayor número de especies, mientras que entre las familias representadas por muy pocas especies se encuentran Buddlejaceae, Celastraceae, Meliaceae y Chenopodiaceae, entre otras (Fig. 1).

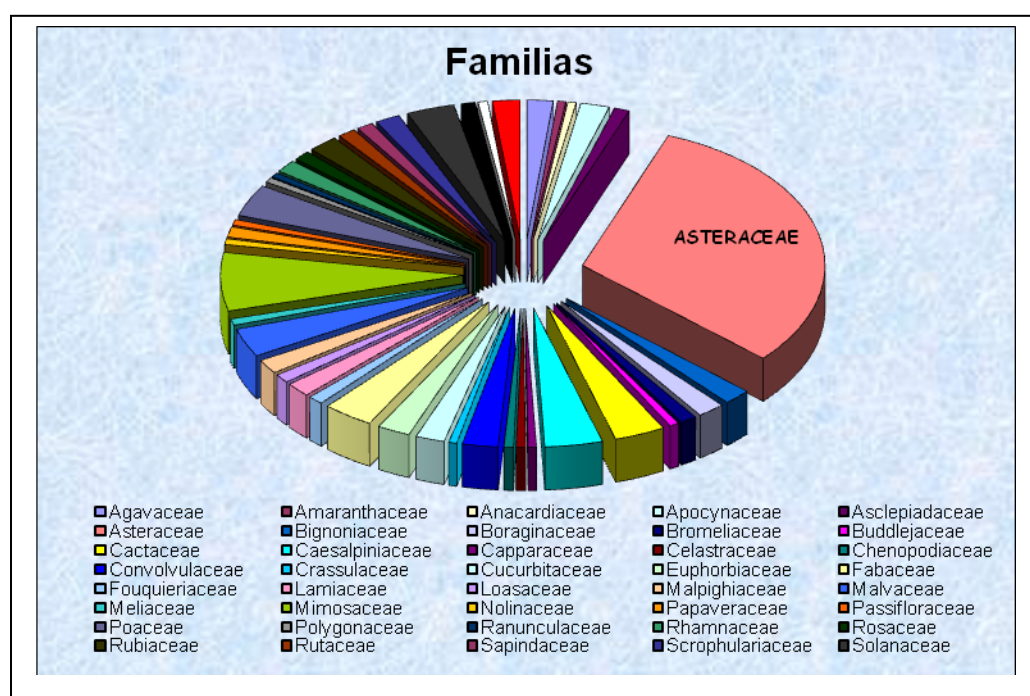


Fig. 1. Familias representadas en la colección del Banco de Semillas FESI-UNAM.

Como parte de este proyecto, se han desarrollado diferentes investigaciones sobre temas particulares, específicamente durante la fase 5 se iniciaron 8 nuevas investigaciones derivadas de la información que se ha obtenido a partir de las colecciones de semillas recolectadas en el trabajo de campo. Así, se están estudiando diferentes aspectos de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, las plantas medicinales y comestibles de San Rafael, Coxcatlán, las plantas de la familia Fabaceae del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y las especies de los géneros *Beauvernea*, *Nolina* y *Yucca* de la República Mexicana y *Ferocactus* del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Estos proyectos se están

desarrollando como parte de los Laboratorios de Investigación Científica y Tecnológica (LICyT) y/o tesis de licenciatura de alumnos que se han integrado al Banco de Semillas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Sin duda, los trabajos que generan bases de datos con una perspectiva de conservación son sumamente importantes para el país. Proyectos como el que aquí se describe, apoyados por la CONABIO, sirven, en primera instancia para conocer con qué recursos contamos y dónde se distribuyen estos recursos. También son la base de proyectos de investigación encaminados a otros temas, como es el caso de la conservación.

Se calcula que en el país hay cerca de 53 órdenes, 247 familias y 2685 géneros y 21841 especies de plantas con flor (Villaseñor & Ortiz, 2014) y, particularmente, en las regiones áridas y semiáridas hay cerca de 7000 especies registradas de las cuales casi 3000 son endémicas. Si consideramos que el Banco de Semillas FESI-UNAM, gracias al apoyo de la CONABIO y luego de un esfuerzo de 12 años de trabajo ha logrado recolectar 1172 especies de zonas áridas, podemos concluir que tenemos resguardado en el Banco el germoplasma del 16.74% de la flora de las regiones áridas del país.

Hay aún mucho material por resguardar, pero el esfuerzo se está haciendo y los resultados hasta ahora son muy alentadores. El material resguardado ha permitido, además de la conservación misma, el desarrollo de trabajos de investigación relacionados con sistemática, fisiología y ecología de las especies bajo resguardo. Seguiremos trabajando en este esfuerzo conjunto por conseguir la protección *ex situ* de las plantas con semilla de las regiones áridas, que son, sin lugar a dudas, las regiones más vulnerables del país.

BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

Brown, A. H. D. y D. R. Marshall. 1995. A basic sampling strategy: theory and practice. *In*: L. Guarino, V. Ramanatha Rao y R. Reid (eds.). Collecting Plant Genetic Diversity. Technical Guidelines. CAB International, Wallingford, U.K.

Dávila, P., M. Coro Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J. L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-442.

Dávila, P. y O. Herrera-MacBryde. 1997. Tehuacan-Cuicatlán Region, México. *In*: Davis, S.D., V.H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villalobos y A. C. Hamilton (eds.). *Centres of Plant Diversity: A guide and Strategy for their Conservation*. Vol 3. The World Wide Fund for Nature (WWF), U.K.

Ellis, R.H., T.D. Hong y E.H. Roberts. 1985. *Handbook for Genebanks: No. 2, Handbook of Seed Technology for Genebanks*, Vol. 1, Principles and Methodology. IBPGR, Rome.

Flores-Villela, O. y Geréz P. 1994. *Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Uso de Suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México, México.

ISTA. 1999. *International Rules for Seed Testing*, 1999. *Seed Science and Technology* 27: supplement 333 pp.

Linington, S. H. y R. D. Smith. 1985. Deferred Regeneration: A Manpower-efficient Technique for Germplasm Conservation. *FAO/IBPGR, Plant Genetic Resource Newsletter* 70: 2-12.

Linington, S. H. y H. W. Pritchard. 2000. Gene Bank. *Encyclopedia of Biodiversity*. Levin S. (edit), Academic Press. U.K.

Rzedowski, J. 1993. Diversity and Origins of the Phanerogamic Flora of Mexico. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Biodiversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press.

Smith, R. D. 1995. Collecting and handling seeds in the field. *In*: L. Guarino, V. Ramanatha Rao y R. Reid (eds.). *Collecting Plant Genetic Diversity. Technical Guidelines*. CAB International, Wallingford, U.K.

Slageren van M. W. 2003. The Millennium Seed Bank: building partnerships in arid regions for the conservation of wild species. *Journal of Arid Environments* 54: 195-201.

Villaseñor, R.J.L. y E. Ortiz. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S134-S142.