

Informe final* del Proyecto HE008
Conservación del germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México.
Fase 4

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: pdavilaa@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: 5623 1137 Fax: 5623 1225
Fecha de inicio: Noviembre 13, 2009
Fecha de término: Junio 6, 2012
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Dávila, A.P., Rodríguez A. I. y R. L. García, 2012. Conservación "ex situ" de germoplasma vegetal de las regiones áridas y semiáridas de México. Fase 4. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HE008.** México D. F.

Resumen:

El proyecto "Conservación ex situ de germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México", fue planteado en el año 2002, para desarrollarse en 6 fases, cada una de las cuales implicarían 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 3 de las 6 fases propuestas. Con el desarrollo de las primeras 3 fases, la colección científica del Banco de Semillas, FESI-UNAM, ha crecido hasta resguardar un total de 1036 especies y taxa infraespecíficos, pertenecientes a 109 familias botánicas. A partir del desarrollo de la fase 4 de este proyecto, se pretende recolectar, procesar y conservar un total de 450 nuevas accesiones de semillas y sus correspondientes 450 ejemplares de herbario de plantas recolectadas en los estados de San Luis Potosí, Puebla, Morelos, Guerrero, Jalisco, Coahuila y Querétaro. La base de datos que respalda la colección del Banco y que actualmente cuenta con 2066 registros, se incrementará con la captura de los 450 registros correspondientes a las accesiones de semillas y 450 a sus respectivos ejemplares botánicos. Las pruebas de calidad de las colecciones resguardadas, es decir, las pruebas de germinación, que actualmente se han realizado para un total de 971 accesiones, se incrementarán con la captura de 120 pruebas que fueron realizadas a partir del desarrollo de la fase 3 del proyecto, hasta alcanzar un total de 1091 pruebas de germinación incluidas en la base de datos.

-
- * 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 *ex situ* de germoplasma vegetal en las regiones áridas y semiáridas de México, Fase 4”

INFORME FINAL

RESUMEN

El proyecto “Conservación *ex situ* 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 4 de las 7 fases propuestas. Con el desarrollo de las primeras 4 fases, la colección científica del Banco de Semillas, FESI-UNAM, ha crecido hasta resguardar un total de 1551 accesiones de semillas correspondientes a 814 especies y taxa infraespecíficos, pertenecientes a 122 familias botánicas. Se cuenta también 1551 ejemplares de herbario y 1151 pruebas de germinación. La base de datos que respalda la colección del Banco, actualmente cuenta con 3105 registros. Las pruebas de calidad de las colecciones resguardadas, es decir, las pruebas de germinación, que actualmente se han realizado e ingresado a la base de datos suman un total de 1151.

ANTECEDENTES

Las cuatro 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 y HE008.

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 Estudio 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 recolección 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 cuatro. 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 Mezquital), 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 Luis Potosí (2007-2008). Finalmente durante la cuarta fase se recolectaron los estados de San Luis Potosí, Puebla, Morelos, Guerrero, Jalisco, Coahuila y Querétaro. Cabe aclarar, que durante la fase 4 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 y Durango (Fase 5), 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 4 de este proyecto fue, conservar el germoplasma a través de la recolección de 518 nuevas accesiones en los estados de Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila, Jalisco, Querétaro, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas, Estado de México, Morelos y Nuevo León, 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 4 del proyecto, ha sido la misma que fue planteada en las fases anteriores del proyecto 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 518 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 Puebla, Oaxaca, Guerrero, Coahuila, Jalisco, Querétaro, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas, Estado de México, Morelos y Nuevo León.

Recursos humanos y materiales

En el desarrollo de la fase 4 del proyecto participaron las siguientes personas, Dra. Patricia Dávila Aranda (Responsable del proyecto), M. en C. Norma Isela Rodríguez Arévalo (Responsable del Banco de Semillas), Lilia García (Capturista principal), Diana Isabel Sánchez Estrada (Técnica de laboratorio), Alberto Barajas de la Cruz (Técnico de laboratorio) y M. e C. Leandro Javier Ramos Ventura (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 una sopladora para la limpieza de las muestras.

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 3105 registros de colectas de herbario y semillas, de los cuales 1039 fueron ingresados durante el desarrollo de la fase 4 de este proyecto. Poco más de 1551 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 y una buena parte 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 1151 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 814 especies y taxa infraespecíficos, pertenecientes a 122 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).

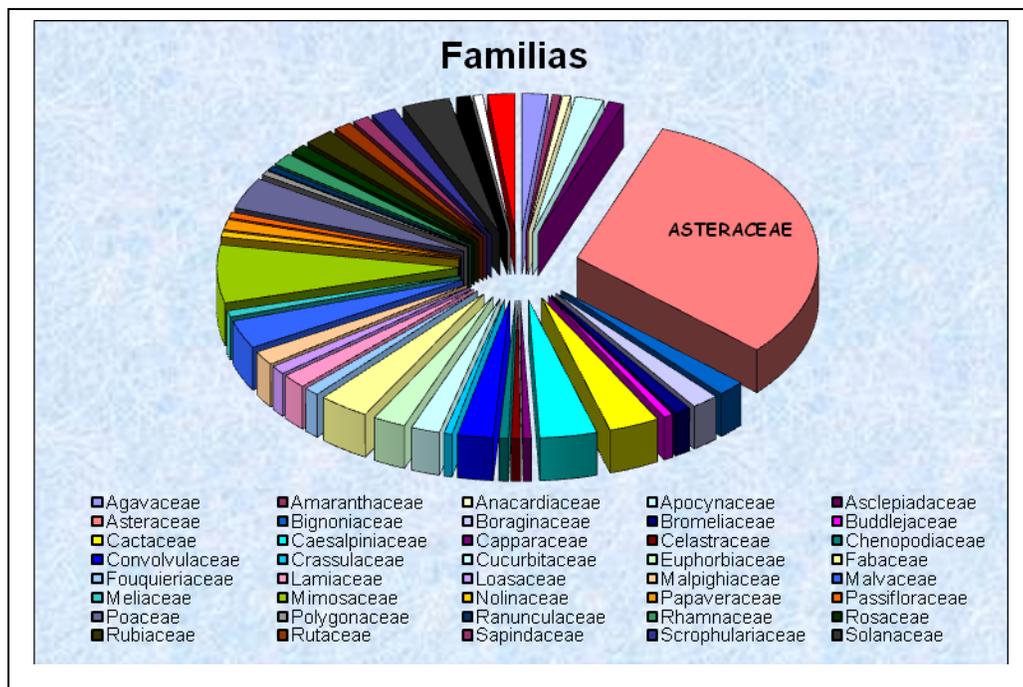


Fig. 1. Familias representadas en la colección del Banco de Semillas FESI-UNAM.

Como parte de este proyecto, se han desarrollado diferentes investigaciones sobre temas particulares, específicamente durante la fase 4 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 Burseraceae, Anacardiaceae y Fabaceae del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y a las especies de *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.

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.
- Linnington, 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.
- Linnington, 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.