

Informe final* del Proyecto GE002
Conservación del germoplasma vegetal en las zonas áridas y semiáridas de México. Fase 3

Responsable: Dra. Patricia Dávila Aranda
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Departamento de Investigación y Posgrado
Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos
Dirección: Av de los Barrios s/n, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Mex, 54090 , México
Correo electrónico: pdavilaa@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: 5623 1137 Fax: 5623 1225
Fecha de inicio: Agosto 15, 2008
Fecha de término: Agosto 26, 2009
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. 2009. Conservación del germoplasma vegetal en las zonas áridas y semiáridas de México. Fase 3. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GE002.** México D. F.

Resumen:

La propuesta presentada a continuación constituye la continuidad de una estrategia de conservación de la vegetación representante de las regiones áridas y semiáridas de México, a través de la recolecta, procesamiento y almacenaje del germoplasma vegetal de regiones prioritarias para el país. Este proyecto constituye la tercera fase de un total de seis que se llevarán a cabo. Las dos fases anteriores, han sido apoyado por la CONABIO a través de los proyectos BE018 y EE024. 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 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 regiones secas (Dávila et al., 2002; Dávila y Herrera-MacBryde, 1997). Con base en lo antes mencionado, la importancia biológica, el desafortunadamente rápido deterioro y la fragilidad de las comunidades áridas y semiáridas, es definitivamente indispensable continuar con las actividades de conservación ex situ del germoplasma vegetal, planteadas en este proyecto, con el fin de capturar la diversidad genética de las especies vegetales de estas regiones.

-
- * 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 3 (GE002)”

Dra. Patricia Dávila Aranda, M. en C. Isela Rodríguez Arévalo & Lilia García Rojas

RESUMEN

Con base en el desarrollo de la tercera fase de este proyecto fue posible la recolección de 120 nuevas accesiones de semillas. Con ello, el número total de especies representadas en el Banco de Semillas FESI-UNAM asciende a 751, las cuales pertenecen a 109 familias botánicas. Toda la información asociada a las colecciones está disponible en la base de datos del proyecto, la cual cuenta con un total de 2066 registros, 1033 corresponden a ejemplares botánicos de respaldo y 1033 corresponden a las accesiones de semillas que forman parte de la colección. Para 971 accesiones de semillas los datos de germinación ya han sido capturados en la base de datos.

INTRODUCCIÓN

Más de la mitad del territorio nacional está habitado 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 variedad de pastizales y vegetación halófila (Rzedowski, 1993). Además, como sucede en gran parte del territorio mexicano en estas regiones es posible encontrar 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 regiones secas (Dávila *et al.*, 2002; Dávila y Herrera-MacBryde, 1997). Por ello, considerando la importancia biológica de las especies que prosperan en regiones áridas y semiáridas y el desafortunadamente rápido deterioro de sus habitats, dada la fragilidad de este tipo de comunidades, es definitivamente indispensable continuar con las actividades de conservación *ex situ* del germoplasma vegetal, planteadas en este proyecto, con el fin resguardar la diversidad genética de las especies vegetales de estas regiones.

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto constituyó la continuidad de una estrategia de conservación de la vegetación representante de las regiones áridas y semiáridas de México, a través de la recolecta, procesamiento y almacenaje del germoplasma vegetal de regiones prioritarias para el país. Este proyecto representó la culminación de la tercera fase, de un total de seis que se llevarán a cabo con este objetivo. Las dos fases anteriores, han sido apoyadas también por la CONABIO a través de los proyectos BE018 y EE024.

La propuesta aquí presentada, desde sus fases anteriores, se ha centrado en 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 correcta conservación de la colección. El Banco

de Sermillas 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 sub-proyectos de investigación sobre diferentes tópicos de semillas.

Como ya se ha mencionado, este proyecto se planeó para realizarse en 6 fases, de las cuales, al momento, se han llevado a cabo tres. La primera, estuvo dirigida a la recolección de germoplasma vegetal en la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, esta fase tuvo una duración de aproximadamente tres años (2002-2005). La segunda fase, se enfocó en las regiones comprendidas en los estados de Hidalgo (Reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán), Tlaxcala, Guerrero y Morelos (Sierra de Taxco Huautla), además de una pequeña parte del estado de Jalisco (2006-2007). La tercera fase, consistió en la recolección de germoplasma en los estados de Puebla, Jalisco y San Luis Potosí (2007-2008). Las siguientes fases se relacionan con las Cuencas y Sierras del Norte en los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango (Fase 4, 2008-2009); con la Planicie Costera del Noroeste en los estados de Sonora y Sinaloa (Fase 5, 2009-2010) y con la península de Baja California (Fase 6, 2010-2011). Además de la recolección puntual dirigida a algunos estados, aún los ya trabajados, con la finalidad de recolectar especies importantes, las cuales por diversas razones aún no forman parte de la colección del banco.

OBJETIVO

El objetivo de la fase 3 de este proyecto fue promover la conservación de germoplasma en las regiones áridas y semiáridas de los estados de Puebla, Jalisco y San Luis Potosí, a través de la recolección de 120 nuevas accesiones.

MÉTODO

La forma en que se realizó el trabajo ha sido la misma planteada en las dos fases anteriores del proyecto y la que seguramente se utilizará para el desarrollo de las fases siguientes.

Trabajo de campo

El muestreo 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), por ello el método de recolección ha sido el siguiente:

1. Recolectar, cuando sea posible, frutos y semillas de un mínimo de 30 a 50 individuos de una población.
2. Tomar de cada individuo, sólo el 20% del total de sus frutos.
3. Recolectar siempre frutos de la planta madre y seleccionar sólo los fisiológicamente maduros. Se recomienda no recolectar restos de materia vegetal como hojas y tallos, para evitar un incremento de humedad y temperatura en las muestras.
4. Obtener, una muestra de 4000 a 7000 semillas (colección heterogénea).
5. Guardar los frutos y/o semillas en bolsas de papel o tela de algodón, con su etiqueta respectiva.

6. Mantener las muestras 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 elaboran seis duplicados de ejemplar de herbario, como respaldo para el banco de semillas y para su posterior verificación taxonómica y donación a otros herbarios del país.
8. Obtener y registrar los datos en campo sobre cada taxón muestreado, la información se captura en un formato prediseñado con campos de tipo taxonómico, ecológico, edáfico, etnobotánico y fenológico.

Trabajo de laboratorio

Este trabajo se inicia con la llegada de las muestras al laboratorio del Banco de Semillas y se lleva a cabo a través del desarrollo de las siguientes actividades:

1. Deshidratación inicial. Se lleva a cabo en el laboratorio y a una temperatura (23°C) y humedad relativa ambiental (28%), durante una semana. Todo esto con el fin de evitar el deterioro e infestación de las muestras y reducir paulatinamente la humedad. Esto permite, además, evaluar el tipo de fruto para priorizar la limpieza de las mismas.
2. Limpieza. Esta actividad es siempre manual, pero es necesario el uso de tamices de diferente malla, tapones de hule, charolas, navaja, bisturí, pinzas, agujas, espátulas y guantes para abrir o triturar los frutos y para extraer y separar las semillas. Asimismo se utiliza una aspiradora que permite separar por diferencia de peso las semillas llenas y maduras de las vanas o vacías y de las partículas restantes de basura. Las primeras muestras a limpiar son las que pertenecen a frutos carnosos y/o semi-carnosos, posteriormente, se procede con las de frutos secos.
3. Evaluación de la calidad y fenología de la unidad de dispersión. Este se realiza durante la limpieza de las muestras, con el objeto de determinar el método de limpieza y la calidad de las semillas.
4. Deshidratación principal. Las semillas se mantendrán bajo una temperatura de 14°C y humedad relativa de 11% durante 4-6 semanas, con el propósito de reducir los contenidos de humedad de las semillas hacia un intervalo óptimo de < 7%.
5. Estimación del número de semillas por colección. Dependiendo de la unidad de dispersión, se estima el número aproximado de semillas existentes en cada colección, por medio de métodos gravimétricos y estadísticos (ISTA, 1999).
6. Pruebas de germinación. Esta prueba tiene como finalidad el evaluar la tasa de germinación de las semillas que van a ser almacenadas. Los resultados de estas pruebas se comparan con aquellos que se harán periódicamente con las semillas previamente almacenadas. Con el objeto de evaluar el comportamiento de las mismas bajo condiciones de almacenamiento seco y frío. Se utilizarán lotes de 20 semillas, las cuales serán sembradas en cajas de petri con papel absorbente. Las semillas serán incubadas a 30°C durante 10 y hasta 30 días, en oscuridad y luz blanca (12 h/12 h). De esta manera se evaluará la tasa y velocidad de germinación (Ocampo *et al.*, 2003).
7. Pruebas de viabilidad. Se llevan a cabo solamente cuando se trate de colecciones que no germinan bajo ninguna condición, por medio de la técnica de tricloruro de tetrazolio, disección y en caso necesario por medio de rayos X. Las semillas serán disectadas y evaluadas bajo el microscopio estereoscópico, posteriormente serán 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). En la de rayos X, se procede a tomar una radiografía a una muestra de 10 semillas de cada especie, con el propósito

de evaluar la fracción llena, vacía o parasitada por insectos en cada una de ellas (Ellis *et al.*, 1985; ISTA, 1999).

8. Empacado de las muestras. De acuerdo con la metodología de Kew, se utilizan principalmente sobres de aluminio y frascos de vidrio templado con tapa de sellado hermético. Posteriormente serán almacenadas en un congelador de temperatura controlada a -20°C .
9. Monitoreo periódico. Este se realiza con el objeto de estimar la tasa de germinación (viabilidad y longevidad) de las semillas almacenadas, durante intervalos de 5 a 10 años, para lo cual se utilizará la técnica antes mencionada.
10. Ingreso de toda la información a la base de datos. Toda la información asociada a las colecciones, es capturada en el sistema Biótica que fue desarrollado por la CONABIO.

RESULTADOS

Como resultado del convenio CONABIO-Kew-UNAM y de la culminación de esta fase del proyecto, el Banco de Semillas de la FES-Iztacala cuenta con un total de 2066 registros de colectas de herbario y semillas y más de 800 accesiones conservadas, además de su respaldo en materiales de herbario. Particularmente, a partir de esta fase del proyecto (GE002), se ingresaron a la colección 120 nuevas accesiones y se realizaron más de 200 ensayos de germinación. Cada uno de los duplicados de herbario están siendo procesados y una buena parte ha sido depositada en los herbarios MEXU e IZTA. Cabe añadir que, se han iniciado también pruebas de corte para evaluar la calidad de los procedimientos de limpieza y la viabilidad potencial de las muestras antes de ser almacenadas, e incluso, antes de que se realice el protocolo de germinación. Los datos generados a partir de este tipo de pruebas serán integrados a la base de datos durante la cuarta de este proyecto, la cual ya ha sido aprobada por la CONABIO (HE008).

En lo que respecta al estado actual de la colección, está representada por aproximadamente 751 especies o taxa infraespecíficos, las cuales pertenecen a 109 familias botánicas entre las que destacan la familia Asteraceae de la cual se han recolectado 271 especies, la familia Mimosaceae con 65 especies y la familia Fabaceae con 37 especies. La mayoría de las familias botánicas están representadas por entre 5 y 20 especies, y sólo algunas algunas, de distribución más restringida o menos diversas están representadas solamente por una especie, tal es el caso de las familias Linaceae, Aquifoliaceae, Turneraceae, Saxifragaceae, Erythroxylaceae, Orobanchaceae, etc. (Cuadro 1).

Familias representadas en la colección	Número de taxa recolectados
Acanthaceae	2
Agavaceae	17
Alliaceae	1
Amaranthaceae	6
Anacardiaceae	5
Annonaceae	2
Anthericaceae	1
Apocynaceae	12
Aquifoliaceae	1
Araliaceae	1
Arecaceae	3

Asclepiadaceae	19
Asphodelaceae	2
Asteraceae	271
Berberidaceae	1
Bignoniaceae	16
Bombacaceae	3
Boraginaceae	18
Bromeliaceae	13
Buddlejaceae	6
Burseraceae	3
Cactaceae	25
Caesalpiniaceae	31
Campanulaceae	2
Cannaceae	1
Capparaceae	4
Caricaceae	1
Celastraceae	7
Chenopodiaceae	4
Convolvulaceae	27
Crassulaceae	2
Cucurbitaceae	17
Cupressaceae	2
Cyperaceae	2
Dioscoreaceae	1
Ebenaceae	1
Elaeocarpaceae	2
Ericaceae	4
Erythroxylaceae	1
Euphorbiaceae	23
Fabaceae	37
Flacourtiaceae	3
Fouquieriaceae	7
Garryaceae	1
Grossulariaceae	1
Hernandiaceae	2
Hippocrateaceae	2
Hyacinthaceae	1
Hydrophyllaceae	2
Iridaceae	2
Juglandaceae	1
Julianiaceae	3
Krameriaceae	2
Lamiaceae	17
Lauraceae	1
Loasaceae	7
Loganiaceae	3
Lythraceae	2
Malpighiaceae	15
Malvaceae	29

Melanthiaceae	1
Melastomataceae	1
Meliaceae	5
Menispermaceae	1
Mimosaceae	65
Moraceae	3
Nolinaceae	7
Nyctaginaceae	4
Olacaceae	1
Oleaceae	3
Onagraceae	3
Opiliaceae	3
Orobanchaceae	1
Papaveraceae	12
Passifloraceae	8
Pedaliaceae	3
Phytolaccaceae	4
Piperaceae	1
Plantaginaceae	1
Platanaceae	1
Plumbaginaceae	1
Poaceae	38
Polygonaceae	4
Primulaceae	1
Ranunculaceae	4
Resedaceae	1
Rhamnaceae	12
Rosaceae	8
Rubiaceae	16
Rutaceae	10
Salicaceae	1
Sapindaceae	11
Sapotaceae	4
Saxifragaceae	1
Scrophulariaceae	16
Simaroubaceae	4
Smilacaceae	1
Solanaceae	30
Sterculiaceae	7
Taxodiaceae	2
Theophrastaceae	1
Thymelaeaceae	1
Tiliaceae	3
Turneraceae	1
Typhaceae	3
Ulmaceae	7
Verbenaceae	16
Viscaceae	3
Zygophyllaceae	3

Cuadro 1. Familias y número de taxa recolectados por familia y representados en la colección del Banco de Semillas FESI-UNAM.

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.

Como parte de este proyecto, se ha favorecido también el desarrollo de diferentes investigaciones sobre temas particulares, por ejemplo: la determinación de parámetros fisiológicos y genéticos encaminados a la conservación *ex situ* de semillas, de *Beaucarnea gracilis* y *Hechtia podantha*; estudios bioquímicos para el entendimiento del envejecimiento de las semillas de las dos especies mencionadas; la biología molecular del género *Mammillaria*; la caracterización de metabolitos en especies utilizadas como medicinales, etc. También se han desarrollado guías de campo ilustradas, encaminadas a la identificación de especies y planeación de las actividades de colecta y actualmente está iniciando un proyecto que pretende recolectar y estudiar desde varios aspectos, las semillas de plantas útiles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto ha contribuido de manera importante con el esfuerzo del Millenium Seed Project, en lo que respecta a la recolección y conservación del germoplasma vegetal de más de 700 especies de las regiones áridas y semiáridas de México. Todas las especies recolectadas que forman parte de la colección están disponibles para ser utilizadas en proyectos de investigación, preferentemente aquellos que se relacionen con temas de conservación. A partir de los trabajos de recolección de semillas, se han podido detectar las especies de importancia biológica particular, que no han podido ser ingresadas a la colección, pues durante las visitas a las localidades en las que prosperan, no se les ha encontrado en el momento de la producción de semillas. Sin embargo, los datos registrados sobre su fenología nos han permitido diseñar calendarios de recolección específicos, para lograr su representación en la colección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

Ocampo, A. 2003. Pruebas Básicas Fisiológicas en Semillas Procedentes de Plantas Endémicas y en Peligro de Extinción del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis (en proceso de revisión) para obtener el grado de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

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.