

RECURSOS GENÉTICOS DE NOCHEBUENA EN MÉXICO, COLECTA DE GERMOPLASMA PARA MEJORAMIENTO GENÉTICO

Jaime Canul Ku[§]; Faustino García Pérez; Felipe de J. Osuna Canizalez; Sergio Ramírez Rojas; Edwin Javier Barrios Gómez

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec, Morelos.

[§]Autor responsable: canul.jaime@inifap.gob.mx.

Recibido: Noviembre 14, 2012; Aceptado: Julio 1, 2013

RESUMEN

En el centro de origen de las especies se encuentra la mayor diversidad genética, su estudio genera información para tomar las mejores decisiones en su conservación, manejo y uso perdurable. La nochebuena es originaria de México y representa una fuente de variabilidad, ya que la evolución bajo condiciones naturales ha dado origen a genes de interés para crear nuevas variedades o la incorporación de genes específicos en materiales élite. El objetivo del presente trabajo fue coleccionar la máxima diversidad genética de nochebuena en México y determinar las áreas de distribución en el país. Con una revisión bibliográfica se trazaron rutas de colecta y cuando se tuvo conocimiento de su distribución en zonas apartadas o de difícil acceso, se realizó una salida ex profeso. Así, de febrero a abril del 2010 se realizó la colecta de muestras de vareta y semilla de nochebuena en Morelos, Guerrero, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Michoacán, Nayarit y Sinaloa. En 2011 se coleccionaron muestras en Morelos, Guerrero, Oaxaca, Michoacán y solamente de manera ocasional se obtuvo una muestra en Chiapas. Los individuos

colectados fueron de porte compacto, entrenudos cortos y brácteas color rojo, principalmente, y se registraron datos pasaporte de cada colecta y su respectiva georeferenciación. La información de cada colecta se analizó mediante el método de distribución de frecuencias; así, en cada carácter se determinó la frecuencia relativa respecto al total de muestras. Los resultados mostraron una amplia variación genética en el germoplasma de nochebuena del país, ya que se lograron coleccionar 133 muestras de vareta y 43 de semilla más vareta, de las cuales el 18.2% ocupaba áreas de distribución natural, 3.4% lotes comerciales y la mayor proporción en traspatio, 78.4%. El número de plantas por lugar de colecta fueron pocas, en 58.5% sólo se encontró una planta, en 7.38% había dos plantas y en 23.29% más de 11 plantas. Muestras de semilla fueron obtenidas en Morelos, Guerrero y Nayarit. El germoplasma de nochebuena presenta amplia distribución en México, al localizarse en once entidades muestreadas.

Palabras Clave: Semilla, vareta, distribución geográfica, variabilidad genética.

INTRODUCCIÓN

El género *Euphorbia* presenta gran diversidad de hábitos de crecimiento, así como formas de hojas y colores. En general son arbustos o plantas de porte bajo, suculentas con látex, hojas alternas u opuestas. La especie *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, conocida como nochebuena, es una planta arbustiva que alcanza una altura cercana a los 5 m, presenta flores femeninas simples, sin pétalos ni sépalos, rodeado por flores masculinas que están encerrados en una estructura denominada ciatio (Ecke *et al.*, 2004; Taylor *et al.*, 2011). En México se puede encontrar en estado silvestre en su medio ambiente natural, sembrada en traspatios y jardines, y cultivada como variedades mejoradas para decorar espacios de interior (Canul *et al.*, 2012). La nochebuena en México

es una planta ornamental de temporada, para las fiestas de navidad, que contribuye al ingreso económico del país, anualmente se producen 25 millones de planta terminada con un valor de producción de 500 millones de pesos, además genera empleos indirectos y utiliza mano de obra femenina. En la naturaleza las plantas se distribuyen de acuerdo a su capacidad adaptativa, para vivir y reproducirse, en las diferentes condiciones ambientales (Parra-Quijano *et al.*, 2012); de tal manera que, en su hábitat natural, las especies presentan una rica variabilidad genética, donde es posible encontrar variación en la morfología de planta por la interacción genotipo-ambiente.

El conocimiento de la riqueza genética es de suma

importancia; en un país megadiverso como México, se menciona que existen 30,000 especies de plantas, de las cuales 3,434 tienen potencial para ser aprovechados con fines de uso ornamental (Nava-Esparza y Chimal, 2006). El estudio de la diversidad genética es importante, ya que genera información sobre la amplitud y distribución de la diversidad y proporciona conocimientos científicos para la toma de decisiones sobre su conservación, manejo y uso perdurable. Su estudio inicia con la documentación de la distribución de las especies en las diferentes regiones agroclimáticas del país, basada en revisión de información publicada en libros, revistas científicas (Guarino *et al.*, 1995) y mediante la comunicación directa con agricultores reconocidos, quienes conservan, conocen y mantienen la diversidad genética.

La siguiente fase es el acopio de germoplasma, la cual se realiza en áreas con la mayor diversidad genética posible y se deben conocer las características de la especie objetivo (Maxted y Hawkes, 1997), de esta forma se asegura la obtención de muestras con amplia variación en caracteres morfológicos (Núñez-Colín, 2009). La colecta de germoplasma se refiere al proceso de obtención de muestras en forma de semillas o cualquier estructura de la planta y que sean representativas de las poblaciones (Rojas y Pinto, 2010), antes de recolectar es posible hacer inferencias sobre las áreas con la mayor diversidad genética y riqueza de especies; en este sentido Espitia *et al.* (2010) utilizaron el sistema de Información Geográfico para crear mapas de diversidad del género *Amaranthus* en México y así proyectar las mejores áreas de colecta. Por su parte, Núñez-Colín (2009) en tejocote (*Crataegus* spp.) determinó áreas prioritarias para la colecta de germoplasma considerando índices de diversidad y riqueza específica del género en México.

Es importante definir objetivos y metas de la colecta; así como determinar el tamaño y cantidad de muestra a colectar considerando si la especie es autógama o alógama, si produce semilla, y época de maduración de la misma. En campo, se aplican criterios bien definidos para la elección de la muestra, para lo cual conviene determinar el ideotipo de planta; en nochebuena el mercado demanda plantas de porte bajo con hojas y brácteas de tamaño grande, de diferentes formas y colores, y mucha ramificación para cubrir la amplitud de la maceta (Canul *et al.*, 2010). Tay (2007) menciona que el material necesario para recolectar

son mapas del área a explorar, equipo de geoposicionamiento (GPS), cámara fotográfica, herramientas menores, bolsas, entre otros. México es centro de origen de la nochebuena, especie de amplia distribución geográfica, la cual se puede localizar desde el Océano Pacífico hasta prácticamente Guatemala, en todo el Golfo de México y en la porción central del país, pero aún no se ha definido con exactitud donde apareció por primera vez. A pesar de esto, en el país se ofertan para la producción de nochebuena variedades de procedencia extranjera, al año se comercializan más de 60 genotipos, ninguna es de México, y cinco son los que predominan en el mercado. Bajo este contexto será importante iniciar el proceso de mejoramiento de la especie mediante la colecta de germoplasma.

La nochebuena silvestre representa una de las mejores opciones para obtener variabilidad genética, ya que al ser plantas que han evolucionado bajo condiciones naturales poseen genes de interés que se pueden emplear en la creación de nuevas variedades o la incorporación de algunos genes en variedades mejoradas, como las de resistencia a estrés abiótico o biótico, susceptibilidad a bajas temperaturas o a patógenos (Trejo *et al.*, 2012). Como recurso fitogenético en México la nochebuena para conocerlo, en principio se requiere colectar muestras con la más amplia variabilidad posible. La colecta se realiza de manera sistemática y abarcando la mayor área geográfica del país, en ella se obtiene información relevante en aspectos relacionados con caracteres agronómicos, con mayor énfasis en las brácteas, que son los de interés para el productor de plantas ornamentales.

Reunir la diversidad genética en una colección núcleo (Franco *et al.*, 2005) permitirá aprovechar las ventajas que ofrecen las poblaciones nativas, pues están habituadas a crecer en ambientes contrastantes, por lo que es probable que tengan genes para diferentes tipos de caracteres. Esto es importante para el mejorador, ya que dispone de la base genética para aplicar diferentes estrategias de mejoramiento genético encaminadas a generar plantas atractivas, novedosas y con la calidad que demanda el consumidor. En México, se han realizado colectas de nochebuena de manera aislada; sin embargo, se requiere conjuntar esfuerzos, personal capacitado, infraestructura y organización para reunir toda la amplitud de la diversidad genética de la especie. Posterior-

mente, definir los usos de este valioso recurso, ya que se puede emplear con fines de investigación, de ofrendas religiosas, medicinal y principalmente de ornato. El objetivo del estudio consistió en coleccionar la máxima

diversidad genética de nochebuena en México y determinar las áreas de distribución de la especie en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con base en fuentes bibliográficas, base de datos, bancos de germoplasma, internet, herbarios y comunicación directa con productores y conocedores de la vegetación natural se identificaron las áreas de distribución de la especie, tanto en forma silvestre como cultivada, en cada uno de los estados del país. Con la información se trazaron rutas de colecta de acuerdo a la ubicación geográfica y cuando se tuvo conocimiento de la distribución de la especie en zonas apartadas o de difícil acceso se realizaron salidas ex profeso.

La colecta de germoplasma de nochebuena fue dirigida a plantas de porte compacto con brácteas de color rojo principalmente (Canul *et al.*, 2010). La decisión de recoger muestras de este color obedece a la demanda de nuevas variedades de origen mexicano y a que el 95% del mercado está controlado por variedades con brácteas de color rojo. El muestreo fue dirigido, ya que en cada uno de los lugares visitados se hizo un recorrido y en el trayecto se identificaron

las posibles muestras, se revisó de manera general la apariencia de la planta, la sanidad y las características de las brácteas con semejanza a las variedades comerciales de interior. Cuando la obtención de la muestra fue en traspatios o áreas cultivadas se puso más énfasis en la procedencia de la planta y el número de años que tienen con ella, debido a que es un indicativo del manejo y de la importancia de la misma.

De febrero a abril del 2010 se realizó la colecta de germoplasma de nochebuena en los estados mexicanos de Morelos, Guerrero, Estado de México, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Michoacán, Nayarit y Sinaloa. En los mismos meses, pero en 2011, se llevó a cabo la colecta en Morelos, Guerrero, Oaxaca, Michoacán y solamente de manera ocasional se obtuvo una muestra en Chiapas (Figura 1). En este segundo año se visitaron lugares que fueron mencionados por donadores del año anterior y que fueron diferentes y por la información de otros investigadores.

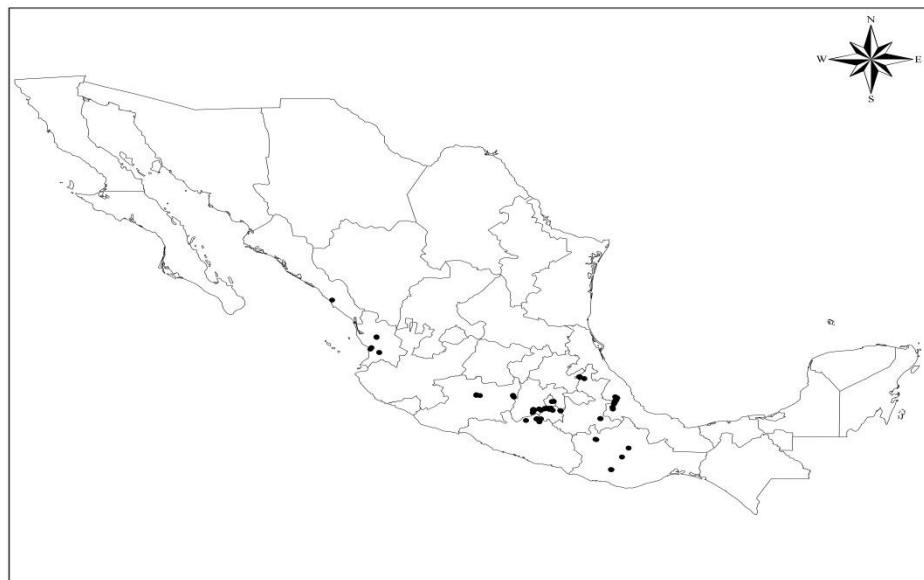


Figura 1. Lugares de colecta de germoplasma de nochebuena en México durante 2010 y 2011.

Los materiales colectados fueron muestras de partes de plantas silvestres, semicultivadas y cultivadas. Las silvestres se encontraron en su área de distribución natural formando parte de la vegetación; las semicultivadas son aquellas manejadas por amas de casa y que por lo general adornan los traspacios, y las cultivadas se establecen con fines comerciales y se les da un manejo más intensivo. La muestra fue material vegetativo como vareta y en forma de semilla. Las varetas fueron de aproximadamente 30 cm de longitud con número variable de entrenudos. Al momento de la colecta a cada muestra se le asignó una clave que

incluyó el estado y el número, también se registraron los datos pasaporte de la muestra, en donde se anotaron las características ambientales del lugar de colecta, el tamaño y características de los individuos, usos, aspectos generales de la planta como sanidad y porte. Además, se registró la latitud, longitud y altitud mediante un GPS Trimble modelo Juno SC. La información de los datos pasaporte de cada colecta se capturó en una hoja Excel y se analizó mediante el método de distribución de frecuencias, así mismo se determinó la frecuencia relativa respecto al total de colectas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los dos años de colecta se obtuvieron 176 muestras en total de germoplasma de nochebuena en once estados de la República Mexicana. En 2010, se colectaron 107 muestras de material vegetativo como son varetas y 32 muestras en forma de semilla y vareta; en tanto que, en 2011 la cantidad de material colectado fue menor, 26 fueron de vareta y 11 de

semilla más vareta (Cuadro 1). En áreas de distribución natural se colectaron el 18.2% de las muestras, el 3.4% en lotes comerciales y la mayor proporción 78.4% en traspacio y terrenos dentro de los asentamientos humanos, es decir, la comunidad con sus habitantes.

Cuadro 1. Número de accesiones obtenidas en vareta, semilla o ambos por Estado en los dos años de colecta.

Estado	2010		2011	
	Vareta	Vareta + Semilla	Vareta	Vareta + Semilla
Morelos	10	11	3	5
Guerrero	2	11	1	6
Oaxaca	23	0	9	0
Veracruz	17	0	0	0
Puebla	15	0	0	0
Estado de México	12	0	7	0
Distrito Federal	9	0	0	0
Michoacán	13	0	6	0
Nayarit	3	10	0	0
Sinaloa	3	0	0	0
Total	107	32	26	11

Las muestras de semilla fueron obtenidas de plantas silvestres solamente en tres estados: Morelos, Guerrero y Nayarit, en total se reunieron 43 muestras con diferente cantidad de semilla (Cuadro 1), esto dependió de la edad, porte, arquitectura de la planta y manejo de la misma. La mayor proporción de los poseedores del germoplasma únicamente realizan una poda, después de la temporada navideña o antes de semana santa, por lo general el manejo únicamente se basa en la aplicación de agua a la planta. En los estados de Morelos, Guerrero, Oaxaca, Puebla y

Nayarit se encontraron muestras de nochebuena en áreas de distribución natural formando parte de la vegetación y representan el 18.20% del total colectado, en la fase fenológica de pigmentación de brácteas es fácil localizarlos, ya que el color de las brácteas resaltan dentro de la vegetación. Crecen en selva baja caducifolia de los estados de Morelos y Guerrero, y dentro de los cafetales en Puebla, no se logró colectar semilla en éstas áreas. En estas condiciones hay buena cantidad de plantas y permitió seleccionar aquellas que tienen características de inte-

rés para el mejoramiento genético. Sin embargo, en la mayor parte de los lugares donde se realizó la colecta el número de plantas que se localizaron fueron muy pocas, así en 58.5% de los puntos de muestreo solamente se encontró una planta, en el 7.38% había

dos plantas y el 23.29% más de 11 plantas (Figura 2); en éstos últimos se ubicaron los lotes con fines comerciales y en su forma silvestre, en áreas de distribución natural.

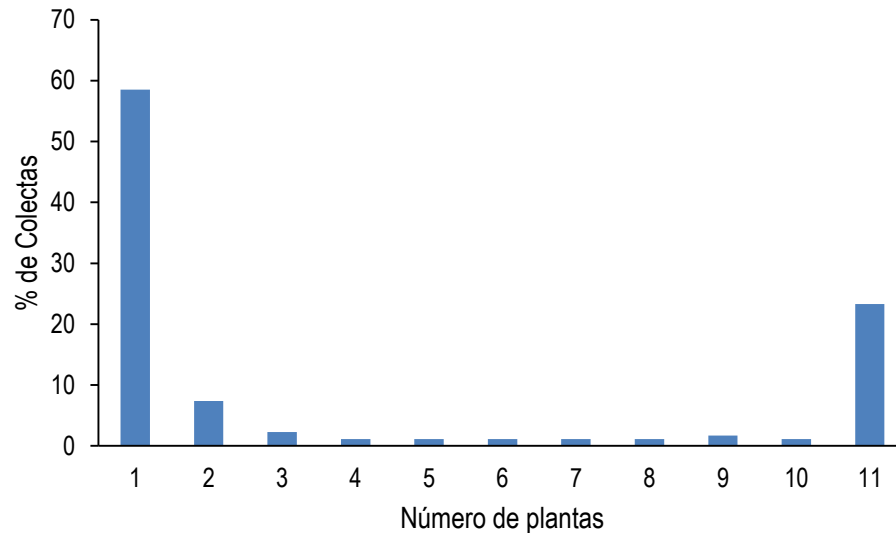


Figura 2. Plantas presentes en cada lugar de colecta de germoplasma de nochebuena en 2010 y 2011.

Los genotipos de nochebuena de sol manejados por productores con fines de explotación comercial solamente se encontraron en dos estados, Morelos y estado de México y representan el 3.4% del total de muestras colectadas. En Tetela del Monte, Santa María Ahuacatlán y Ocoatepec, municipio de Cuernavaca hay familias con gran tradición produciendo nochebuena de sol para su venta (Galindo-García *et al.*, 2012). También en la comunidad del Izote, municipio de Villa Guerrero estado de México se cultiva la nochebuena como flor de corte, la finalidad es cosechar antes del 12 de diciembre y es para satisfacer aspectos religiosos. Aunque son lotes comerciales, la tecnología de producción es baja, ya que es a base de podas, la cual se realiza en fechas cercanas al 15 de abril de cada año, incluso el corte de las flores es de manera rústica utilizando un machete y el traslado al punto de venta es en forma de manojos, sin ningún manejo postcosecha.

La colecta de germoplasma de nochebuena se puede realizar en dos etapas. La primera cuando los frutos alcanzan la madurez fisiológica, en este caso es importante colectar antes de que estos liberen la semilla. Dado que los frutos son dehiscentes se debe conocer las características fenotípicas en la madurez

fisiológica, como es el cambio de color y brillantez. La segunda, puede ser desde febrero a abril, pues la muestra consiste solamente de vareta para su posterior enraizamiento.

En los dos años de colecta se observaron cambios en la distribución de nochebuena, en el segundo se visitaron áreas que fueron recomendados por los mismos donadores del año anterior. Al pasar por algunos lugares visitados se observó que en algunos traspatios ya no estaban las plantas, cuando se tuvo oportunidad se le preguntó al donador, la respuesta fue diversa, algunos señalaban que por el crecimiento familiar se requiere espacio para vivienda, otros por el frío intenso que se presentó a fines de 2010 y principios de 2011 que alcanzo a dañar a la planta. En algodón Ulloa *et al.* (2006) señalan que seis años después de un estudio a profundidad de *Gossypium* en México el crecimiento poblacional, la modernización de la agricultura y la urbanización redujeron severamente la supervivencia de las poblaciones nativas de *G. hirsutum*.

Es importante señalar que el número de plantas en cada lugar de colecta es un indicador del estado actual en que se encuentra el germoplasma de nochebuena. La alta proporción de lugares de colecta

con una sola planta (58.5%) permite inferir que el germoplasma está en extinción, los factores que pueden estar conduciendo a esta situación son: el patrón de consumo, la oferta de nochebuena de interior en la temporada navideña, al consumidor le resulta más atractivo y fácil de adquirir una planta terminada en el mercado. Por otra parte, el 23.29% de lugares de colecta presentan buen tamaño de población, lo cual es importante conservarlos, ya que es la fuente de genes para la solución de muchos problemas actuales y futuros, especialmente los causados por el cambio climático.

Bajo este contexto, la variabilidad genética en nochebuena está en riesgo de perderse, ya que el tamaño de población es muy pequeño, esto conducirá a una irreversible deriva génica y a la diferenciación genética de la especie (Bossdorf *et al.*, 2005), de tal manera que cada población estructuralmente será diferente. Además, como se propaga asexualmente no existe recombinación genética, la cual se agudiza más al tener menos de dos individuos por área de colecta.

Por otro lado, en México, no se han generado variedades e híbridos en nochebuena, por lo que la amplia variabilidad genética puede ser explotada para incorporar caracteres de valor comercial. Las variedades comerciales actuales no pigmentan sus brácteas, ya que se crearon en otros ambientes muy dife-

rentes a las áreas de producción en el país. La tolerancia a enfermedades sobre todo de raíz es un aspecto importante a mejorar, sobre todo en la producción comercial que se basa en diferentes mezclas de sustratos.

Otras características importantes a considerar en el mejoramiento de nochebuena es el uso de la variación en tipo de bordes, lóbulos, forma de base y ápice tanto de hojas como de brácteas. El mercado es dinámico, hay que ofrecer de manera constante nuevas presentaciones para permanecer en el mismo; esto, solo se puede lograr con una amplia variabilidad genética de la especie en cuestión y un constante mejoramiento genético.

Finalmente, la colecta de germoplasma se ha realizado en varias especies cultivadas, entre los más importantes destacan el maíz, arroz (Appa *et al.*, 2002), frijol (Bascur y Tay, 2005), tejocote (Núñez-Colín *et al.*, 2008), algodón (Ulloa *et al.*, 2006), guayabo (Padilla-Ramírez *et al.*, 2002), chile (Martínez-Sánchez *et al.*, 2010), chía (Hernández y Miranda, 2008) y calabaza, entre otros. En cada especie la estrategia de muestreo ha sido diferente, pero lo más importante es asegurar que se esté obteniendo la máxima diversidad; lo cual depende de los ciclos de los cultivos y de la facilidad de acceso a los lugares.

CONCLUSIONES

Existe amplia variación genética en el cultivo de nochebuena en el país. Así, se colectaron 133 muestras de varetas y 43 de semilla más varetas, de las cuales el 18.2% fue en áreas de distribución natural, 3.4% en lotes comerciales y la mayor proporción 78.4% en traspatio. La semilla se colectó solamente en los estados de Morelos, Guerrero y Nayarit. Esta variación representa el pool genético de la especie, la cual necesita ser caracterizado con diferentes marcadores y representa la fuente principal de genes para la creación de genotipos novedosos con la calidad que demanda el mercado actual.

El germoplasma de nochebuena presenta amplia distribución en México, en los once estados muestreados se encontró material genético. Sin embargo, está en riesgo de perderse debido al bajo tamaño de la población nativa, al crecimiento del área urbana, la presencia de heladas y sequía en algunas regiones del país y la oferta constante de variedades comerciales procedentes del extranjero. También la predominancia del germoplasma en traspacios es un problema serio debido a que se propaga asexualmente y el crecimiento familiar es rápido, por lo cual se puede perder de un año a otro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Appa RS; Bounphanousay C; Schiller JM; Jackson MT (2002). Collection, classification, and conservation of cultivated and wild rices of the Lao PDR. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 49:75-81.

Bascur G; Tay J (2005). Colecta, caracterización, y utilización de la variabilidad genética en germoplasma chileno de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica*. 65:135-146.

- Bossdorf O; Auge H; Lafuma L; Rogers WE; Sievamm E; Prati D. (2005). Phenotypic and genetic differentiation between native and introduced plant populations. *Oecologia* 144:1-11.
- Canul KJ; García PF; Ramírez RS; Osuna CF (2010). Estrategias para el mejoramiento genético de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). *Investigación Agropecuaria* 7:44-54.
- Canul KJ; García PF; Osuna CF; Ramírez RS (2012). Metodologías de mejoramiento genético aplicables en nochebuena. Folleto Técnico Núm. 64. INIFAP, Zacatepec, Morelos. 39 p.
- Ecke P; Faust JE; Higgins A; Williams J (2004). *The Ecke Poinsettia Manual*. 1st. edition. Ball Publishing. Batavia, Illinois 60510. 287 p.
- Espitia RE; Escobedo LE; Mapes SC; Núñez CC (2010). Áreas prioritarias para coleccionar germoplasma de *Amaranthus* en México con base en la diversidad y riqueza de especies. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(4):609-617.
- Franco J; Crossa J; Taba S; Shands H (2005). A sampling strategy for conserving genetic diversity when forming core subsets. *Crop Science* 45:1035-1044.
- Galindo-García DV; Alia-Tejagal I; Andrade-Rodríguez M; Colinas-León MT; Canul-Ku J; Sainz-Aispuro MJ (2012). Producción de nochebuena de sol en Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:751-753.
- Guarino L; Raamanatha V; Reid R (1995). Collecting Plant Genetic Diversity. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia. 748 p.
- Hernández GJ; Miranda CS (2008). Caracterización morfológica de chía (105-113). *Revista Fitotecnia Mexicana* 31:105-113.
- Martínez-Sánchez D; Pérez-Grajales M; Rodríguez-Pérez JE; Moreno-Pérez E (2010). Colecta y caracterización morfológica de chile agua (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16:169-176.
- Maxted N; Hawkes JG (1997). Selection of target taxa. In: Maxted N; Ford-Lloyd BV; Hawkes JG (Eds.). *Plant Genetic Conservation the In Situ Approach*. 1st edition. Chapman and Hall, Great Britain. pp. 43-68.
- Nava-Esparza VC; Chimal HA (2006). *Plantas Mexicanas con potencial ornamental*. 1^a edición. Serie académicos CBS. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Núñez-Colín CA (2009). Áreas prioritarias para coleccionar germoplasma de (*Crataegus* L.) en México con base en la diversidad y riqueza de especies. *Agricultura Técnica en México* 35(3):333-338.
- Núñez-Colín CA; Nieto-Angel R; Barrientos-Priego AF; Sahagún-Castellanos J; Segura S; González-Andrés F (2008). Variability of three regional sources of germplasm of tejocote (*Crataegus* spp.) from central and southern México. *Genetic Resource and Crop Evolution* 55:1159-1165.
- Padilla-Ramírez H; González-Gaona E; Esquivel-Villagrana F; Mercado-Silva E; Hernández-Delgado S; Mayek-Pérez N (2002). Caracterización de germoplasma sobresaliente de guayabo de la región de Calvillo-Cañones, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:393-399.
- Parra-Quijano M; Iriondo M; Torres E (2012). Ecogeographical land characterization maps as a tool for assessing plant adaptation and their implications in agrobiodiversity studies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59:205-217.
- Rojas W; Pinto M (2010). Colecta de germoplasma. In: Rojas W; Soto J; Pinto M; Jaguer M; Padulosi S (Eds.). *Granos Andinos, Avances, Logros y Experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. 1st edition. Roma, Italia. pp. 39-53.
- Tay D (2007). Herbaceous ornamental plant germplasm conservation and use. In: Anderson NO (ed.). *Flower Breeding and Genetics*. Springer. pp. 113-175.
- Taylor JM; Lopez RG; Currey CJ; Janick J (2011). The poinsettia: history and transformation. *Chron. Hort.* 51:23-28.
- Trejo L; Feria AT; Olsen KM; Eguiarte LE; Arroyo B; Gruhn J; Olson ME (2012). Poinsettia's wild ancestor in the Mexican dry tropics: historical, genetic, and environmental evidence. *American Journal of Botany* 99:1146-1157.
- Ulloa M; Stewart JM; García EA; Godoy S; Gaytan A; Acosta S (2006). Cotton genetic resources in the western states of México: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:653-668.