

ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

Jaime Canul Ku^{1*}, Faustino García Pérez¹, Sergio Ramírez Rojas¹,
Felipe de Jesús Osuna Canizales¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatepec. Km. 0.5 Carretera Zacatepec-Galeana, Zacatepec, Morelos. Tel. (734) 3430230 ext. 123. Fax: (734) 3430368. Correo-e: canul.jaime@inifap.gob.mx , canulku2001@yahoo.com, garcia.faustino@inifap.gob.mx, sergioinifap@yahoo.com.mx , fosuna@colpos.mx

*Autor para correspondencia

RESUMEN

En México la producción de plantas ornamentales está basada en variedades e híbridos de procedencia extranjera, y para su uso se debe pagar regalías al obtentor. Bajo estas condiciones, existe la necesidad de impulsar programas de mejoramiento genético en plantas ornamentales, con el objeto de generar variedades nacionales adaptadas a las condiciones ambientales del país y ofertar genotipos competitivos con precios accesibles al productor. La nochebuena como recurso fitogenético es posible su uso y explotación para estos fines, ya que México es centro de origen y de diversidad de la especie. Con base en revisión bibliográfica, visita a centros de producción y entrevistas abiertas a productores sobresalientes se determinó la metodología a seguir para la obtención de una nueva variedad, así como los métodos

de mejoramiento viables y apropiados para el cultivo de nochebuena. En principio se recolecta muestras de germoplasma en áreas de distribución natural y traspatios, después se realiza la caracterización morfológica y se determina las poblaciones que conforman la colección núcleo. Estas poblaciones son la materia prima para ser utilizados en los métodos de mejoramiento por selección, hibridación, mutagénesis o mejoramiento asistido por marcadores moleculares, y como producto final se obtiene la nueva variedad mejorada.

Palabras clave: *Mejoramiento genético, poinsettia, selección, hibridación, mutagénesis.*

ABSTRACT

In Mexico, production of ornamental plants is based on varieties and hybrids of foreign origin, and it is use should pay royalties to the breeder. Under these

Recibido: 22/05/2010; Aceptado: 26/06/2010.

conditions, there is the need to boost breeding programs on ornamental plants in order to generate national varieties adapted to environmental conditions in the country, and offer affordable competitive genotypes producer. Poinsettia is possible as genetic resources use and management for the purposes, since Mexico is a center of origin and diversity of the species. Based on literature review, visits to production center and open interviews with prominent producers determined the methodology to obtain a new variety, and breeding methods feasible and appropriate for growing poinsettia. In principle, collect samples of germplasm in natural distribution areas and backyards, then morphological characterization was performed and determined the populations that make up the core collection. These populations are the raw material for use in the methods of breeding by selection, hybridization, mutagenesis and molecular marker assisted breeding, and as a final product is obtained the new improved variety.

Key words: Breeding, poinsettia, selection, hybridization, mutagenesis.

INTRODUCCIÓN

En México, la producción de plantas ornamentales es una de las actividades económicas de mayor importancia económica ya que genera divisas al país al ser un producto de exportación, en 2008 el valor de la producción generada por la venta de plantas ornamentales fue de \$ 5 150 950 748 (SIAP, 2009), y está integrada por 25,000 productores con diferente nivel de tecnificación y genera 162,680 empleos directos y 200,000 indirectos.

En Morelos, la producción de especies ornamentales es un pilar para el desarrollo del estado. Situación que se ve favorecida por: la ubicación privilegiada de la entidad respecto a los grandes consumidores como son los estados del centro del país, la condición climática

benigna que se presenta en las tres regiones en que se divide la entidad y la experiencia de los productores de plantas de ornato.

En una superficie de 3000 hectáreas cinco mil productores se dedican al cultivo de aproximadamente 1000 especies y variedades de plantas ornamentales (Granada, 2007); de acuerdo al Diagnóstico Estatal de Ornamentales, las diez especies más importantes por su valor de producción y mano de obra que se utiliza son: Nochebuena, Cedro Limón, Belén, Bugambilia, Clavo, Rosa Coster, Crisantemo, Helecho Boston, Adelfa y Tulipán (García *et al.*, 2008), clasificados como flor de corte, en contenedor y de follaje, con diferentes niveles de tecnología, desde el establecimiento en malla sombra, hasta en condiciones de agricultura protegida. Para llevar a cabo esta actividad emplea una gran cantidad de mano de obra, en donde la participación de la mujer es relevante y se ve plasmada en la generación de nuevos productos con valor agregado.

La nochebuena, también conocida como flor de pascua, es originaria de México, ha sido cultivada desde la época de los aztecas (Cabrera *et al.*, 2006; García, 2008) y el país es considerado como centro de diversidad genética (Lee, 2000). La especie se encuentra ampliamente distribuida en forma silvestre y semidomesticada; así mismo, se distinguen por su vistosidad y presentan una gran variación en colores, tamaños y formas de brácteas, mismas que están adaptadas a ambientes limitantes y diversos.

En 2009, se estima que en Morelos hubo una producción de 6 millones de plantas de nochebuena en sus diferentes presentaciones; y solamente algunas compañías son las que proveen de material vegetativo en forma de esquejes con o sin raíz, y ofertan más de 55 variedades diferentes, de las cuales ninguna es mexicana. Así mismo, de Morelos se

distribuye material vegetativo a otros estados, tales como Puebla, Estado de México, Michoacán y Distrito Federal, entre otros.

No obstante la importancia que representa la actividad ornamental, existen varios factores que están influyendo para que los costos de producción sean altos, entre los más importantes está la falta de genotipos mejorados, ya sea como material vegetativo o semilla. No hay variedades mexicanas mejoradas, las que están en el mercado provienen del extranjero y para su uso se necesita pagar derechos al obtentor. Otro aspecto que se deriva de esta situación, es la dependencia sobre qué variedades y especies a cultivar, pues por lo regular el agricultor adquiere lo que está disponible en el mercado.

Como la obtención de una nueva variedad es a largo plazo, el mejoramiento se debe dirigir a especies ornamentales que tengan alta demanda en el mercado, que el precio de su venta alcance a pagar los costos de producción, que la nueva variedad pueda ser incorporada al mercado y tenga aceptación por el consumidor.

El objetivo principal del mejoramiento genético es incorporar nuevas características a la planta que se desea mejorar, como son color, forma, tamaño, número de flores, larga vida de anaquel y tolerancia a las principales plagas y enfermedades. Las plantas nativas poseen estas cualidades, ya que tienen presentadas excelentes características morfológicas, fisiológicas y de adaptación (Fernández-Nava *et al.*, 2008; Espinosa *et al.*, 2009), constituyen un patrimonio biológico de importancia sociocultural, que es necesario estudiar, preservar y dar a conocer. Además, la caracterización de la flora autóctona con fines utilitarios permite revalorar a las especies y contribuir a su incorporación en programas de mejoramiento genético y cultivo.

Dada la necesidad de impulsar programas de mejoramiento con el objeto de ofrecer variedades generadas en México y de alguna manera, contribuir a la disminución de los costos de producción al ofertar genotipos competitivos con precios accesibles al productor, la nochebuena como recurso fitogenético es posible su uso y explotación para estos fines. Además, es importante señalar que para iniciar el mejoramiento genético de cualquier especie vegetal, en este caso la nochebuena, se requiere de la formación de una plataforma, que consiste en poblaciones de amplia base genética, que permita la liberación permanente de nuevas variedades e híbridos según las exigencias del mercado, y a la vez que se vayan incorporando nuevas variantes fenotípicas al proceso.

Bajo estas circunstancias la generación de variedades mexicanas es una alternativa viable ya que se dispone de la materia prima necesaria y se cuenta con la tecnología adecuada, haciendo uso de la metodología tradicional y de la biotecnología disponible hoy en día, así como la conjunción de ambos.

La meta es generar variedades de Nochebuena nuevas con características sobresalientes para el propagador de material vegetativo, productores de planta terminada en diferentes presentaciones y para el usuario de esta especie ornamental de temporada. En base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo es determinar los métodos de mejoramiento genético que son apropiados y aplicables en plantas ornamentales, considerando como planta modelo a la nochebuena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló con base en una revisión bibliográfica en revistas científicas, libros especializados, folletos técnicos, publicaciones especiales y notas informativas de diversa índole. También se revisaron bibliotecas

electrónicas y base de datos de plantas ornamentales. Por otra parte, en un principio se visitaron viveros de diferentes características y condiciones de infraestructura localizados en varios lugares del estado de Morelos, donde se obtuvo información sobre la tecnología de producción que aplica el productor, las estructuras bajo las cuales crecen los cultivos y las especies que más se comercializan. Esto fue con la finalidad de determinar la especie que servirá de modelo en los métodos a emplear.

Se realizaron entrevistas abiertas e informales sobre la necesidad de implementar mejoramiento genético en especies ornamentales a productores reconocidos por su capacidad y experiencia en la producción. También se entrevistaron a proveedores de material vegetativo y comercializadores de planta terminada.

Finalmente la información obtenida se ordenó, sistematizó y se elaboró la propuesta de la metodología de mejoramiento genético en nochebuena.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en los resultados de la información recopilada se puede señalar que en nuestro país el mejoramiento genético se ha realizado de manera aislada, es decir, no hay un programa nacional, ante esta situación es difícil que se tenga un impacto a nivel de país, por lo tanto se requiere unificar esfuerzos y orientar la investigación hacia un objetivo común.

Recolección de germoplasma

Para iniciar el mejoramiento genético es fundamental conocer la amplitud de la variación genética presente, para esto se colectan muestras de germoplasma, ya sea vegetativo o reproductivo como las semillas, en áreas de distribución natural, en los traspatios y en toda aquella superficie en que se encuentra la especie objetivo. La

colecta se realiza de manera sistematizada, registrando los datos pasaporte y georeferenciando los lugares donde se obtuvieron muestras (Guarino *et al.*, 1995). Esto es muy importante ya que frecuentemente se requiere más muestras conforme se avanza en el proceso.

Caracterización de la diversidad

En la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman, en este caso los individuos están reunidos en una accesión. También sirve para establecer la representatividad de la colección con el total de la variabilidad y la conformación de una colección núcleo (Franco *et al.*, 2005), que es el material de trabajo para el programa de mejoramiento genético.

Una vez obtenida las muestras de germoplasma el siguiente paso es la caracterización morfológica., la cual se realiza con base en descriptores, en este caso el Manual gráfico para la descripción varietal de Nochebuena (Mejía *et al.*, 2006). Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión (Franco e Hidalgo, 2003). En el caso de la nochebuena existen más de 50 caracteres relacionados a la bráctea, hoja y ciatio, y aspectos que conforman la arquitectura de la planta, y algunos aspectos de manejo agronómico en condiciones de ambiente protegido. Como resultado se obtendrá una muestra representativa de la diversidad genética la cual servirá como la base para la obtención de la nuevas variedades, haciendo uso del mejoramiento convencional o asistido por marcadores moleculares.

Selección

La selección es la incorporación de características sobresalientes para obtener uno o más ideotipos previamente definidos

y se realiza sobre el fenotipo (Márquez, 1988). El método de selección es para características fácilmente identificables, donde el objetivo es descartar plantas indeseables: enfermas, cloróticas, brácteas poco vistosas y que no reúnen el fenotipo deseado. Se parte de una población inicial, con un número grande de plantas, y en cada ciclo de selección se va aplicando una presión de selección con el objeto de quedarse con lo más sobresaliente.

Selección individual

Este método consiste en identificar una planta sobresaliente de nochebuena con características que se desean adicionar al nuevo genotipo, por ejemplo color, forma y tamaño de brácteas; longitud de entrenudo; larga vida de anaquel, entre otros. Posteriormente, el individuo seleccionado se multiplica vegetativamente durante varias generaciones, es decir, ciclo tras ciclo se van derivando esquejes, hasta tener la certeza de que contiene las características de interés y lo más importante, de que se hereda de generación en generación. Durante este proceso, se hacen revisiones periódicas sobre los caracteres que se desea mejorar, a fin de reconocer el potencial de los individuos y se va depurando el material, es decir, se eliminan aquellas plantas indeseables de nochebuena aplicando una presión de selección. Este proceso puede durar muchos ciclos biológicos, todo va a depender de la base genética inicial.

La selección individual tiene su principal aplicación en la mejora inmediata, mientras se emprenden y se llevan a cabo programas a mediano y largo plazo.

Selección familiar clonal

Inicialmente se seleccionan las variedades de nochebuena que van a servir como progenitoras, en este caso las características de los genotipos parentales dependerá de los atributos que se quiere incorporar a la siguiente generación. Se

realiza el cruzamiento de los progenitores para obtener la F_1 , la semilla obtenida se siembra para obtener la generación F_2 , en esta generación se tiene lugar una amplia segregación genética que permite la aparición del genotipo deseado. En la generación F_2 , se lleva a cabo la selección individual y los mejores individuos se someten a reproducción vegetativa para constituir clones o familias que son sometidas a prueba y selección familiar en la primera generación clonal (generación C_1). En las siguientes etapas de selección, se hace la prueba y selección de los clones que van sobresaliendo en características de interés al mejorador, este procedimiento se realiza hasta que se considera ya listo el material para su liberación.

Hibridación

La hibridación es un método de mejoramiento genético que aprovecha la generación F_1 proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P_1 y P_2 , poblaciones parentales como se indica en la Figura 1 (Márquez, 1988) y para una exitosa hibridación es importante seleccionar progenitores fértiles (Huang y Chu, 2008). Los híbridos, por lo general, presentan mayor vigor que las líneas parentales de las que provienen, como consecuencia presentan mayor rendimiento y resistencia al estrés, y son más productivos que los progenitores en la primera generación, pero se reduce en generaciones subsecuentes.

La eficiente y exitosa hibridación artificial es un aspecto importante en el mejoramiento de plantas cultivadas como la nochebuena, para lograr esto se requiere conocer: la estructura reproductiva de la planta, su crecimiento y desarrollo, las condiciones ambientales necesarias para promover la floración y desarrollo de la semilla y los procedimientos de emasculación y polinización.

El uso de semilla híbrida está restringido a especies en las cuales el aumento de su costo de obtención es

superado por las ganancias en rendimiento como respuesta al vigor híbrido, debido a que la polinización cruzada controlada se repetirá cada vez que la semilla se produce.

La selección de progenitores es importante para la obtención de semilla híbrida de alta calidad a un precio razonable. El progenitor femenino debe producir semilla de tamaño y forma apropiada y de excelente calidad, que tenga alto porcentaje de germinación y producir plántulas fuertes y vigorosas, además de retener la viabilidad por un período prolongado de almacenamiento. Mientras que, el progenitor masculino debe producir polen en grandes cantidades y por un tiempo prolongado, que permita disponer de polen durante el período de receptividad del óvulo, y que tenga características apropiadas que facilite su almacenamiento en condiciones de baja temperatura y humedad relativa.

Cuando ya se seleccionaron los dos progenitores de nochebuena con los caracteres de interés, se realiza el cruzamiento planta a planta, de éste se obtiene la semilla producto del cruzamiento, que es el híbrido.

Mutagénesis

La mutación es un cambio que altera la secuencia de nucleótidos del ADN, y es considerado como uno de los factores de mayor importancia en la evolución de plantas, además de la selección y recombinación. En especies ornamentales es uno de los métodos de mejoramiento que se ha empleado para la obtención de nuevos genotipos, la cual consiste en la inducción de mutaciones mediante la aplicación de radiaciones ionizantes a semillas, plantas o partes de éstas, generalmente se usa cuando existen problemas en los cruzamientos, ya que en ocasiones no se obtienen organismos viables y por consiguiente es difícil lograr avances en generaciones posteriores.

Parte de la variación de las plantas posiblemente tiene su origen en las mutaciones espontáneas, las que surgen en muy baja frecuencia (10^{-5} - 10^{-8} /locus) en su mayoría (Atack *et al.*, 2004) y, por varias razones, permanecen sin ser detectadas y explotadas en mejoramiento genético. Muchos tipos de agentes químicos y físicos pueden usarse para obtener mutaciones inducidas (Matsumura *et al.*, 2010).

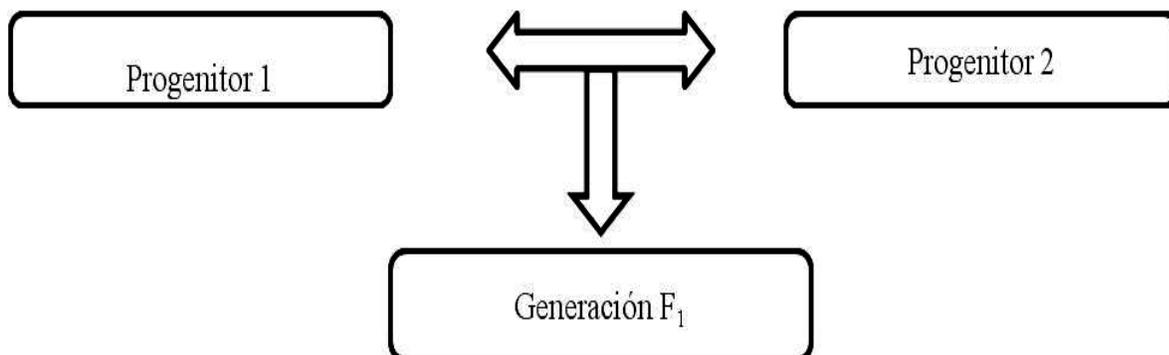


Figura 1. Híbrido F₁ obtenido a través de la cruz de dos progenitores previamente seleccionados para características de interés.

Esto puede conducir a frecuencias de mutaciones 10^3 veces más altas que la mutación espontánea. La radiación gamma es en la actualidad el mutágeno más ampliamente utilizado, es de longitud de onda corta y presenta mayor capacidad de penetración en el tejido.

En mejoramiento genético un programa de mutaciones es recomendable iniciarse con los mejores cultivares disponibles, como por ejemplo la variedad de nochebuena que predomina en el mercado actual, con brácteas de color rojo y de tamaño adecuado, con resistencia a enfermedades causadas por virus, y con larga vida de anaquel. También es deseable iniciar experimentos preliminares con pocos cultivares y a diferentes dosis. En el caso de tratamientos con radiación, una reducción del crecimiento del 30-50 % o una dosis de sobrevivencia de 40-60 % para plantas M_1 se usa a menudo como criterio. A esta etapa inicial de definición de dosis óptimas para irradiación se denomina estudio de Radiosensibilidad.

En la Figura 2 se presenta de manera esquemática el mejoramiento genético con base en mutagénesis. El esqueje o semilla de la población original de nochebuena (que ha sido seleccionado como progenitor con características sobresalientes) se irradia con agentes mutagénicos dando origen a la generación M_1 , esta se establece otra vez en campo para obtener la M_2 , ya que es posible que hayan individuos heterocigotos, en la M_2 se realiza la selección de mutantes potenciales, las cuales pueden seguir un proceso de homogenización de genotipos, y pueden incorporarse a diferentes métodos de mejoramiento, como es la selección masal, individual, familiar clonal o hibridación (Pascual-Villalobos *et al.*, 1994).

Por último, la inducción de poliploidía en la nochebuena puede ser un medio efectivo para la generación de recursos genéticos nuevos susceptibles de ser empleados en mejoramiento selectivo. La

ventaja de la obtención de individuos poliploides, como en el caso de plantas de nochebuena, es que presentan hojas y flores grandes, además tienen la capacidad de sobrevivir y tener mejor expresión fenotípica en condiciones ambientales limitantes. Para obtener plantas poliploides se puede hacer uso de la colchicina (Ye *et al.*, 2010).

Mejoramiento genético asistido con marcadores moleculares

En pleno siglo XXI se plantea el uso de la biotecnología e ingeniería genética para la obtención de variedades mejoradas, que en algún momento se pensó inalcanzable, como es el caso de colores novedosos y fuera de lo común en crisantemo, rosa y clavel (Mera *et al.*, 2008).

La selección asistida con marcadores es un método que usa marcadores moleculares para la selección indirecta de características complejas y difíciles, en la etapa de plántula, acelerando el proceso de mejoramiento y facilitando la incorporación de características que no pueden ser fácilmente identificados usando métodos convencionales (Varshney *et al.*, 2005). Es decir, es una estrategia que ha sido desarrollada para incrementar la eficiencia y efectividad del mejoramiento genético comparado con el método convencional, cambiando los criterios de selección, de la selección de fenotipos hacia la selección de genes, ya sea directa o indirectamente. Los marcadores de ADN podrían permitir la identificación de genotipos de alto rendimiento en las primeras generaciones, por tanto tendrían un fuerte impacto en los programas de mejoramiento mediante la reducción del número de líneas que tendrían que ser probados (Francia *et al.*, 2005) y los años necesarios para lograr una nueva variedad (Brummer, 2004; Francia *et al.*, 2005).

Una técnica ideal de marcador molecular debería tener los siguientes criterios: ser polimórfico y estar distribuido

de manera uniforme en todo el genoma; proporcionar suficiente resolución de diferencias genéticas; generar múltiples marcadores independientes; que sea simple, rápido, y barato; cantidad pequeña de muestras de tejido y ADN; y no requieren información previa sobre el genoma de un organismo (Agarwal *et al.*, 2008).

Aplicados a la floricultura permiten evaluar la biodiversidad disponible en cada especie, así como identificar variedades, genotipos, y el lugar de origen de las variedades. Ya existen marcadores moleculares para especies como el geranio, la dalia, petunia, rosa y violeta.

De los mejores genotipos seleccionados de nochebuena con base en la caracterización morfológica y agronómica se realizaran cruzamientos con variedades mejoradas élites. Las variedades élites poseen características de interés que se

está explotando actualmente; mientras que, los genotipos sobresalientes e identificados como materiales promisorios tienen la ventaja de que están adaptados a las condiciones ambientales del lugar donde serán cultivados. La generación resultante será la F₁. En el siguiente ciclo se establecerá la F₁, para dar origen a la F₂, a partir de la cual se van a seleccionar los individuos que tengan las características deseables y que sean de interés para la nueva variedad de nochebuena, la F₂ se propagará vegetativamente para generar la F₃, en ésta se identificarán los individuos con el carácter de interés, mismos que serán sometidos a un análisis de marcadores moleculares de microsatélites (Collard *et al.*, 2005; Blanc *et al.*, 2008). Los individuos seleccionados con base en marcadores de microsatélites se someterán a pruebas de evaluación en diferentes ambientes durante al menos dos años (Figura 3).

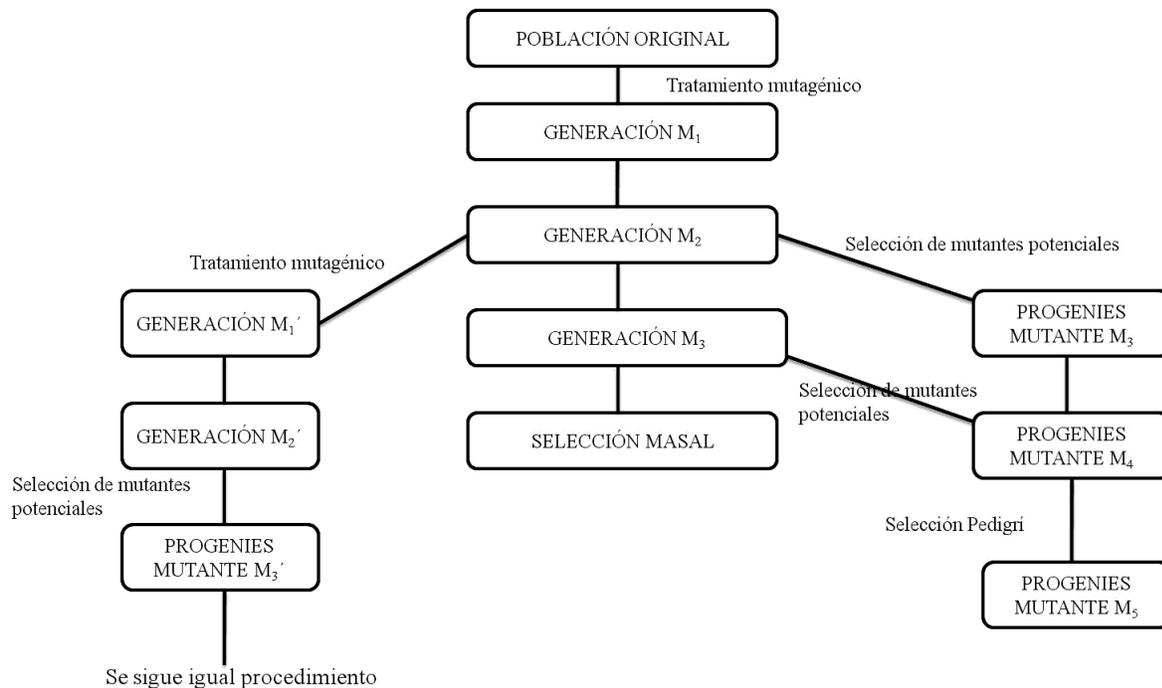


Figura 2. Mejoramiento genético de plantas ornamentales mediante mutación (Pascual-Villalobos *et al.*, 1994).

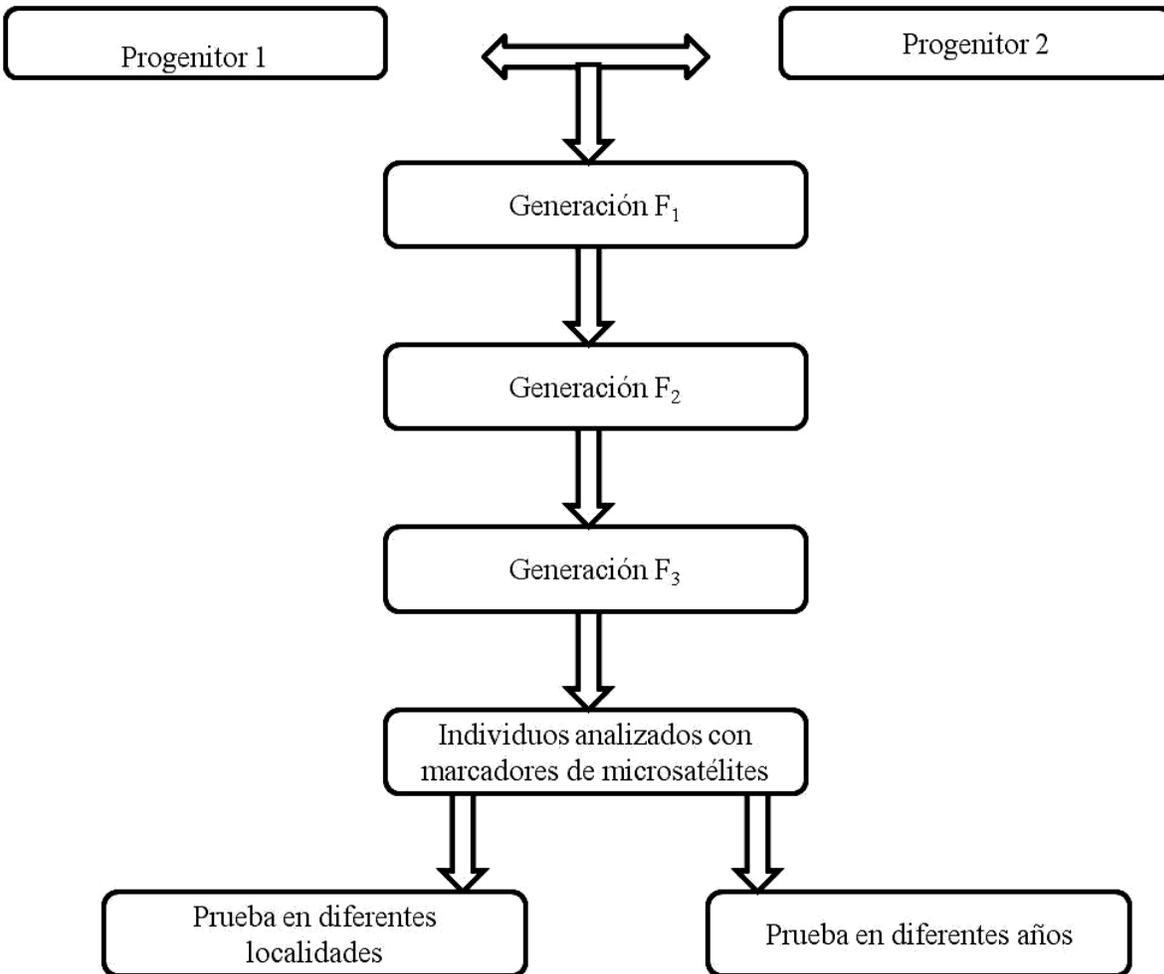


Figura 3. Esquema de mejoramiento genético asistido con marcadores moleculares.

CONCLUSIONES

La nochebuena como cultivo ornamental ofrece muchas perspectivas para su mejoramiento genético, ya que se cuenta con amplia variación genética, condición indispensable para generar nuevas variedades a corto, mediano y largo plazo. Es viable aplicar métodos de mejoramiento como selección, hibridación, mutagénesis y asistido por marcadores moleculares. También es importante aprovechar su forma de propagación, ya

que permitiría uniformizar en un corto tiempo la apariencia fenotípica de la planta.

El desarrollo de marcadores genéticos moleculares es esencial para avanzar en la investigación tanto básica como aplicada, y sobre todo en especies ornamentales en el país. Así mismo, se reduciría el tiempo para obtener la nueva variedad.

LITERATURA CITADA

- Agarwal, M., N. Shrivastava and H. Padh. 2008. Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. *Plant Cell Rep* 27:617-631.
- Atack, C., S. Alikamanoglu, L. Acik and Y. Canbolat. 2004. Induced of plastid mutations in soybean plant (*Glycine max* L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. *Mutation Research* 556:35-44.
- Blanc, G., A. Charcosset, J. Veireras, A. Gallais, and L. Moreau. 2008. Marker-assisted selection efficiency in multiple connected populations: a simulation study on the results of a QTL detection experiment in maize. *Euphytica* 161:71-84.
- Brummer, E. C. 2004. Applying genomics to alfalfa breedings programs. *Crop Science* 44:1904-1906.
- Collard, B. C., M. Z. Jahufer, J. B. Brouwer and E. C. Pang. 2005. An introduction to markers, quantitative traits loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: the basic concept. *Euphytica* 142:169-196.
- Espinosa F., A., J. M. Mejía M., M. T. Colinas L., M. A. Rodríguez E., A. E. Urbanczyk P., y M. A. Beltrán B. 2009. Catálogo nacional de especies y variedades comerciales de plantas y flores producidas en México. Chapingo, Estado de México. 250 pp.
- Fernández-Nava, R., A. Rendón C., y M. L. Arreguín S. 2008. Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morelos. CONABIO. Impreso en México. 228 pp.
- Francia, E., G. Tacconi, C. Crosatti, D. Barabaschi, D. Bulgarelli, E. Dall and G. Vale. 2005. Marker assisted selection in crop plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 82:317-342.
- Franco, T. L., y R. Hidalgo. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Franco, J., J. Crossa, S. Taba, and H. Shands. 2005. A sampling strategy for conserving genetic diversity when forming core subsets. *Crop Science* 45:1035-1044.
- García Pérez, A. 2008. Producción de Nochebuena planta terminada. *In: Osuna C., F., F. García P., S. Ramírez R., L. Granada C., y D. Galindo García (eds.). Memoria del 7° Simposium Internacional de Viverismo del 28-31 de agosto de 2008.* p. 63-77.
- García Pérez, F., F. Osuna C., S. Ramírez R., y L. Granada C. 2008. Transferencia de tecnología en cuatro especies de plantas ornamentales en el estado de Morelos. *In: Osuna C., F., F. García P., S. Ramírez R., L. Granada C., y D. Galindo García (eds.). Memoria del 7° Simposium Internacional de Viverismo del 28-31 de agosto de 2008.* p. 79-102.
- Granada C., L. 2007. Propuesta de trabajo para el sistema producto ornamentales en Morelos. Consejo Estatal de Productores de Ornamentales de Morelos. 60 pp.
- Guarino, L., V. Raamanatha, and R. Reid. 1995. Collecting plant genetic diversity. Technical guidelines. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italia. 748 pp.
- Huang, C. H., and C. Y. Chu. 2008. Methods to improve the fertility of poinsettia. *Scientia Horticulturae* 117:271-274.
- Lee, I. 2000. Phytoplasma casts a magic spell that turns the fair poinsettia into a Christmas showpiece. *Plant Health Progress* doi:1094/PHP-2000-0914-01-RV.

Márquez Sánchez, F. 1988. Genotecnia vegetal, métodos, teorías y resultados. Tomo I y II. AGT. Editor, S.A. México, D.F. 357 pp.

Matsumura, A., T. Nomizu, N. Furutani, K. Hayashi, Y. Minamiyama and Y. Hase. 2010. Ray florets color and shape mutants induced by 12C5 ion beam irradiation in chrysanthemum. *Scientia Horticulturae* 123:558-561.

Mejía Muñoz, J., M. Colinas L., A. Espinosa F., F. Martínez M., A. Gaytán A., y I. Alia T. 2006. Manual gráfico para la descripción varietal de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas ¿Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, México. 60 pp.

Mera Ovando, L. M., J. M. Mejía M., R. Bye B., A. Laguna C., A. Espinosa F., G. Treviño C. 2008. Diversidad de dalias cultivadas. Publicación de difusión No. 3. Servicio

Nacional de Inspección y Certificación de semillas ¿Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, México. 49 pp.

Pascual-Villalobos, M. J., G. Robbelen, and E. Correal. 1994. Production and evaluation of indehiscent mutant genotypes in *Euphorbia lagascae*. *Industrial Crops and Products* 3:129-143.

SIAP. 2009. Estadísticas de producción. SAGARPA, Gobierno de México.

Varshney, R. K., A. Graner, and M. E. Sorrells. 2005. Genomics-assisted breeding for crop improvement. *Trend in Plant Science* 10:621-630.

Ye, M. Y., J. Tong, X. P. Shi, W. Yuang and G. R. Li. 2010. Morphological and cytological studies of diploid and colchicines-induced tetraploid lines of crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.). *Scientia Horticulturae* 124:95-101.