

EVALUACIÓN DE PROGENIES HÍBRIDAS DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

EVALUATION OF POINSETTIA HYBRID PROGENIES (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

**Jaime Canul-Ku*¹, Faustino García-Pérez¹, Edwin Javier Barrios-Gómez¹,
Sandra Eloísa Rangel-Estrada¹, Felipe de Jesús Osuna-Canizalez¹, Sergio G. Ramírez-
Rojas¹**

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec. Km 0.5 Carr. Zacatepec-Galeana, Colonia Centro, C. P. 62780 Zacatepec, Morelos, México. Tel: 01 800 088 2222 o 55 38 71 87 00 ext. 86606. Correo electrónico: canul.jaime@inifap.gob.mx, garcia.faustino@inifap.gob.mx, barrios.edwin@inifap.gob.mx, rangel.sandra@inifap.gob.mx, osuna.felipe@inifap.gob.mx, ramirez.sergio@inifap.gob.mx.

*Autor para correspondencia

RESUMEN

La hibridación es un método convencional de mejoramiento genético para crear nuevos y mejores materiales vegetales. La nueva recombinación contenida en la F₁, se necesita evaluar para medir la expresión fenotípica y seleccionar las promisorias. El objetivo de este trabajo fue evaluar caracteres morfológicos de la progenie F₁ de nochebuena en comparación con sus respectivos progenitores. Semillas F₁ y de los progenitores se sembraron en charolas de 50 cavidades con sustrato Sunshine® Mix Núm. 3. Con cuatro hojas verdaderas se trasplantó en macetas de ocho pulgadas. El diseño experimental fue completamente al azar, cada planta se consideró como una repetición. El análisis de

varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en diferencia en altura de planta- altura última hoja; longitud del peciolo de bráctea y hoja; longitud de hoja y lámina foliar; y matiz de bráctea. Así como, diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en altura de planta y última hoja de transición; diámetro del tallo y ciatio. En dos caracteres el híbrido superó a ambos progenitores, en cinco la respuesta fue intermedia y en tres presentó promedios menores. La variabilidad obtenida en la progenie es amplia para continuar con el proceso de mejoramiento genético de la especie.

Palabras clave: *Híbrido, variación, bráctea, altura de planta.*

ABSTRACT

Hybridization is a conventional method of breeding to create new and better plant materials. The new recombination contained in F₁ needs to be evaluated to measure phenotypic expression and select promising materials. The aim of this study was to evaluate morphological characters of F₁ poinsettia progeny compared with their respective parents. F₁ seeds and parents were sown in trays with 50 cavities containing Sunshine® Mix Núm. 3 as substrate. Plants with four true leaves were transplanted in pots of eight inches. The experimental design was completely random; each plant was considered a repetition. Analysis of variance showed significant differences ($P \leq 0.05$). Differences in height, plant height, last leaf; length of bract and leaf petiole; leaf length and leaf blade; and nuance of bract. In addition, highly significant differences ($P \leq 0.01$) in plant height and leaf last transition, stem diameter and cyathium, were observed. Two hybrid characters overtook both parents, in five was an intermediate response, and three had lower averages. The variability obtained in the progeny is extensive, to continue the process of genetic improvement of the species.

Keywords: *Hybrid, variation, bract, plant height.*

INTRODUCCIÓN

La familia Euphorbiaceae es una de las más grandes y diversificadas de las plantas con flores, está constituida por alrededor de 8,000 especies agrupadas en 300 géneros. Los más importantes son: *Euphorbia* con 1000 especies, *Crotón* conformada por 500-600 y *Phyllanthus* que agrupa a 400. Las especies que incluyen predominantemente son de climas tropicales, pero también están ampliamente distribuidas en zonas templadas (Pascual y Correal, 1992). La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) es una de las especies más importantes dentro del género *Euphorbia*, la cual se encuentra en estado silvestre en México, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 2,000 m de altitud

(Steinmann, 2002). Estudios indican que su centro de origen se ubica en una pequeña región localizada al norte del estado de Guerrero, México (Trejo et al., 2012).

La nochebuena silvestre es una planta de crecimiento arbustivo que mide aproximadamente 5 m de altura, sus flores femeninas son simples, sin pétalos ni sépalos, rodeado por flores masculinas que están conformadas en una estructura denominada ciatio (Ecke et al., 2004), y en cada flor existe una glándula nectárea que atrae a diferentes polinizadores.

La historia del cultivo de la nochebuena es un caso excepcional, desde 1902 hasta la mitad del siglo XX, en Estados Unidos los genotipos que se sembraron fueron obtenidos a través de selecciones realizadas del material introducido por Joel Robert Poinsett en 1828 (Taylor et al., 2011). En 1963 la compañía Ecke Ranch desarrolló genéticamente plantas de nochebuena que se cultivaron en maceta, lo que mejoró su apariencia (Ecke et al., 2004). La producción cambió de cielo abierto a invernadero para uniformizar la plantación y mejorar la calidad; desde entonces la nochebuena pasó a ser un elemento esencial en las fiestas navideñas (Vázquez y Salomé, 2004).

El mejoramiento genético moderno inició a mediados de los años 50's en varias instituciones y centros de investigación en los Estados Unidos. Posteriormente, la mejora genética se desarrolló en varios países y se produjeron series de colores y las variedades se derivaron por familias de cultivares (Ecke et al., 2004).

En tiempos actuales muchas empresas son las encargadas de generar nuevas variedades e híbridos. Sin embargo, en México, el mejoramiento genético de la nochebuena se ha desarrollado de forma sistematizada a partir del 2010 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Canul et al., 2015), así como en universidades del país, entre ellas la Universidad Autónoma del

Estado de Morelos y la Universidad Autónoma Chapingo, estado de México.

En el proceso de mejoramiento genético del INIFAP se han generado genotipos con características nuevas, unas son sobresalientes y otras no reúnen los atributos morfológicos que se desean obtener (Canul *et al.*, 2013a), ya que la recombinación genética es aleatoria. Sin embargo, de los nuevos genotipos, ha sido posible seleccionar materiales con mayores cualidades, de acuerdo a la preferencia de los consumidores. En nochebuena, la demanda se orienta a plantas compactas con brácteas de color rojo, hojas verdes y de mayor periodo de vida en contenedor; además, que estén libres de plagas y enfermedades (Canul *et al.*, 2013b).

El método de mejoramiento genético que se utilizó para crear los nuevos materiales de nochebuena fue la hibridación, en la cual se aprovechó la expresión de la generación F_1 como producto del cruzamiento de dos parentales (Márquez, 1988). Este método se utiliza ampliamente en plantas cultivadas (Kempe y Gils, 2011), ya que se explota la heterosis (Thiemann *et al.*, 2009) y se logran recombinaciones que dan origen a nuevas variantes superiores con características fenotípicas de interés. Después de obtener las nuevas recombinaciones expresadas en la progenie F_1 se requiere evaluar estos nuevos genotipos con la finalidad de observar y medir la expresión fenotípica, de esta forma proceder a la selección de las más prometedoras. En este trabajo de investigación el objetivo fue evaluar con base en caracteres morfológicos la progenie híbrida F_1 de nochebuena en comparación con sus respectivos progenitores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatepec del INIFAP, ubicado en el Km. 0.5 de la carretera Zacatepec-Galeana, a los 18° 39' 16.23"

Latitud Norte, 99°11' 54.95" Longitud Oeste y altitud de 911 m, estas coordenadas geográficas se registraron mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) Trimble modelo Juno SC. El clima del lugar es del tipo Aw0, cálido subhúmedo (García, 1981), con lluvias en verano, precipitación promedio anual de 800 mm y temperatura promedio anual de 24 °C (Ornelas *et al.*, 1997).

La progenie F_1 se generó a través de cruzamiento manual según la metodología reportada por Canul *et al.* (2015). Como progenitor femenino se utilizó una población nativa recolectada en el estado de México (Canul *et al.*, 2013b) y caracterizada con base en marcadores morfológicos (Canul *et al.*, 2014). En tanto que, el progenitor masculino fue una variedad comercial que ha perdurado por varios años en el gusto del consumidor, considerado de uso común con brácteas de color rojo intenso, hojas de color verde oscuro, de vigor medio, con larga vida de anaquel, su producción es generalmente en contenedor y de media sombra (Ecke *et al.*, 2004).

Las semillas de la progenie F_1 , así como de los propios progenitores se sembraron en charolas de 50 cavidades con sustrato comercial que contiene una mezcla uniforme de musgo canadiense, vermiculita seleccionada, a la cual se le adicionan carbohidratos para ajustar el pH, un humectante y una formulación a base de fertilizantes (Sunshine® Mix Núm. 3). Las charolas se cubrieron con plástico blanco lechoso para conservar alta temperatura, mayor de 35 °C y humedad relativa mayor del 80% con la finalidad de acelerar el proceso de la germinación. Se colocaron durante tres días bajo una estructura de techo y paredes de plástico lechoso. Cuando se dio la emergencia de la plántula se pasó a un túnel, cubierto con malla sombra del calibre cincuenta, por un periodo de quince días.

En etapa de cuatro hojas verdaderas las plantas se cambiaron a maceta de color

negro con capacidad de 3.5 L. En este contenedor se llegó a la etapa de pigmentación de brácteas. El diseño experimental empleado fue completamente al azar y cada planta en su maceta se consideró como una repetición. Las variables que se registraron fueron: altura de planta (cm); altura hasta la última hoja de transición (cm); diferencia de altura de planta-última hoja de transición (cm); diámetro de tallo (mm); número de ramas, nudos y entrenudos; longitud de entrenudos (cm); diámetro de bráctea (cm) y ciatio (cm); longitud del peciolo de bráctea (cm); largo y ancho de bráctea (cm); longitud y ancho de hoja (cm); longitud del peciolo de hoja (cm); longitud de la lámina foliar (cm); relación largo ancho de hoja; luminosidad, cromaticidad y matiz de bráctea. El diámetro de tallo fue medido con vernier digital; mientras que, las características luminosidad, cromaticidad y matiz del haz de bráctea se tomaron mediante el espectrofotómetro X-Rite mod. 3960, y las restantes con cinta métrica. El registro de la información fue en la etapa de tercer ciatio abierto.

Con base en la información de las variables respuesta se realizó un análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), empleando el paquete estadístico SAS (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los caracteres: diferencia en altura de planta-altura última hoja; longitud del peciolo de bráctea y hoja; longitud de hoja y lámina foliar; y matiz de bráctea. El mismo análisis determinó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en altura de planta y última hoja de transición; diámetro del tallo y ciatio. En los otros caracteres no se presentaron diferencias significativas. En cuanto al coeficiente de variación el menor se obtuvo en matiz de bráctea y el máximo en número de ramas (Cuadro 1). Mihalte y Sestras (2011) en híbridos de Cactáceas

encontraron coeficientes de variación del orden de 8.2 a 24.7% en diámetro de planta y de 7.2 a 28.8% en longitud de espinas.

En la comparación de medias, la progenie F_1 fue estadísticamente igual en las características de altura de planta, altura última hoja de transición, longitud de hoja, longitud de la lámina foliar y matiz de bráctea en relación a sus progenitores. La diferencia en altura de planta-altura última hoja y la longitud de peciolo fueron similares estadísticamente en la progenie F_1 respecto al progenitor femenino; mientras que, el diámetro de tallo y de ciatio; y longitud de peciolo de la bráctea, el híbrido fue estadísticamente diferente a los progenitores (Cuadro 2).

Es evidente que en dos caracteres el híbrido superó a ambos progenitores, en cinco la respuesta fue intermedia y en tres presentó promedios menores (Cuadro 2). Thiemann *et al.* (2009) mencionan que la diversidad de hallazgos relacionados a las bases genéticas de la heterosis indica que este fenómeno es complejo, por lo que se ha sugerido varias hipótesis para explicarlo como es la dominancia, sobredominancia y presencia de epistasis.

Los resultados de este trabajo muestran respuestas superiores de la progenie F_1 en comparación con los progenitores en diámetro del tallo y longitud de peciolo de la hoja. Una respuesta similar se obtuvo con el cultivar Scarlet de nochebuena, en donde la longitud de la hoja y del peciolo fue mayor en comparación con el progenitor masculino Red Velvet (Eun-Kyung *et al.*, 2007b). Este tipo de herencia probablemente obedece al de sobredominancia. Sin embargo, en otros caracteres el promedio del híbrido fue menor, como en el diámetro de ciatio y longitud de peciolo de bráctea; en ambos caracteres la respuesta fue importante, ya que la parte comercial es la bráctea y el ciatio sería el complemento; y menor longitud de peciolo es conveniente dado que las brácteas se verían más compactas (Cuadro 2).

Cuadro 1. Cuadrados medios y coeficiente de variación (%) de caracteres evaluados en la progenie F₁ y sus progenitores en Zacatepec, Morelos, México.

Caracteres	CM	CV (%)
Altura de planta (cm)	654.96**	12.00
Altura última hoja de transición (cm)	693.66**	11.87
Diferencia altura planta-altura última hoja (cm)	1.97*	25.69
Diámetro del tallo (mm)	33.45**	8.52
Número de ramas	1.61 NS	32.89
Número de nudos	5.17 NS	16.52
Número de entrenudos	5.17 NS	17.18
Longitud de entrenudos (cm)	1.40 NS	22.46
Diámetro de bráctea (cm)	50.40 NS	23.71
Diámetro del ciatio (cm)	7.48**	23.77
Longitud del peciolo de bráctea (cm)	0.75*	20.92
Largo de bráctea (cm)	9.80 NS	27.22
Ancho de bráctea (cm)	0.58 NS	31.55
Longitud de la hoja (cm)	15.89*	9.62
Ancho de la hoja (cm)	2.11 NS	19.65
Longitud del peciolo de hoja (cm)	3.08*	18.19
Longitud lámina foliar (cm)	8.42*	10.42
Relación largo ancho	0.17 NS	19.44
Luminosidad de bráctea [†]	14.29 NS	9.15
Cromaticidad de bráctea [‡]	21.13 NS	7.45
Matiz de bráctea ^ψ	7.64*	5.83

CM: cuadrado medio; CV: coeficiente de variación (%); †: (0: blanco, 100: negro); ‡: (del gris); ψ: (0: rojo, 90: amarillo); NS: diferencia no significativa; *: diferencia significativa $P \leq 0.05$; **: diferencia altamente significativa $P \leq 0.01$.

En cinco caracteres el tipo de herencia que presentó la progenie F₁ fue intermedia y solamente en una característica el progenitor masculino fue superior, en la diferencia altura planta – altura última hoja (Cuadro 2).

En otros países también se han evaluado nuevos genotipos de nochebuena, así el cultivar Miss Maple presentó menor longitud y ancho de brácteas en comparación con el progenitor masculino Cranberry Punch, pero fue mayor en longitud y ancho de hoja (Eun-Kyung *et al.*, 2007a). En *Tagetes patula*, Ai *et al.* (2015) obtuvieron heterosis significativa de valor ornamental en la generación F₁, la cual fue atribuida al

parental masculino. En cambio en Cactáceas, Mihalte y Cestras (2011) encontraron gran diversidad genética en la población F₁, no mostrando ninguna tendencia.

Para seguir con el proceso de mejoramiento es fundamental aplicar los criterios de selección de manera adecuada, ya que la facilidad de reproducción asexual, vía esquejes, permitiría obtener numerosos genotipos con la identidad del híbrido (Caser *et al.*, 2012) y se esperaría que en poco tiempo se uniformice la población para finalmente obtener un genotipo o variedad estable.

Cuadro 2. Comparación de medias entre la progenie F₁ con sus respectivos progenitores en nochebuena evaluada en Zacatepec, Morelos, México.

Variables	Progenitor ♀	Progenie F ₁	Progenitor ♂
Altura de planta (cm)	99.96 a*	91.21 ab	81.15 b
Altura última hoja de transición (cm)	97.50 a	89.30 ab	78.31 b
Diferencia altura planta-altura última hoja (cm)	2.46 ab	1.91 b	2.84 a
Diámetro del tallo (mm)	20.14 b	24.31 a	21.75 b
Diámetro del ciatio (cm)	5.15 a	3.24 b	4.58 a
Longitud del peciolo de bráctea (cm)	2.00 a	1.43 b	1.91 a
Longitud de la hoja (cm)	19.26 a	18.33 ab	16.64 b
Longitud del peciolo (cm)	4.73 ab	5.14 a	3.98 b
Longitud lámina foliar (cm)	14.53 a	13.18 ab	12.65 b
Matiz de bráctea	23.94 a	23.50 ab	22.07 b

*En las filas, letras iguales indican sin diferencia estadística, Tukey (P<0.05).

Mihalte y Sestras (2011) mencionan que la fijación de caracteres en los descendientes híbridos F₁ se justifica para crear variabilidad artificial seguida de selección artificial con la finalidad de obtener nuevas variedades.

CONCLUSIONES

La respuesta morfológica de la progenie híbrida fue diferente comparado con sus progenitores. En dos caracteres el híbrido superó a ambos progenitores, en cinco la respuesta fue intermedia y en tres características presentaron promedios menores. Las variables de color como luminosidad y cromaticidad no fueron modificadas en los híbridos respecto a los progenitores. La variabilidad obtenida en la progenie es amplia y se considera un reservorio de genes para continuar con el proceso de mejoramiento genético de la especie.

LITERATURA CITADA

- Ai Y., Q. Zhang, C. Pan, H. Zhang, S. Ma, Y. He and M. Bao. 2015. A study of heterosis, combining ability and heritability between two male sterile and ten inbred lines of *Tagetes patula*. *Euphytica* 203: 349-366.
- Canul K., J., F. García P., F.J. Osuna C., S. Ramírez R., I. Alía T., J.M. Vázquez A., E. Campos B., y F. B. Portas. 2013a. Genotipos de nochebuena obtenidos por hibridación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. Folleto Técnico No. 72. 46 pp.
- Canul K., J., García P. F., Osuna C. F. J, Ramírez R. S., Barrios G. E. 2013b. Recursos genéticos de nochebuena en México, colecta de germoplasma para mejoramiento genético. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México* 1: 20-26.
- Canul Ku, J., F. García P., E. Barrios G., F. J. Osuna C., S. Ramírez R., I. Alía T., E. Montoya C. 2014. Caracterización morfológica de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México* 2: 16-23.
- Canul-Ku J., García-Pérez F., Barrios-Gómez E. J., Campos-Bravo E., Osuna-Canizalez F. de J., Ramírez-Rojas S., Rangel-Estrada S. E. 2015. Técnica para producir híbridos en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). *Agroproductividad* 8: 32-37.

- Caser, M., F. Merlo and V. Scariot. 2012. Clonal propagation of a selected historical gene pool of evergreen azaleas. *Acta Horticulturae* 953: 79-84.
- Ecke, P., J. E. Faust, A. Higgins, J. Williams. 2004. The Ecke poinsettia manual. 1st edition. Ball publishing. Batavia, Illinois 60510. 287 pp.
- Eun-Kyung L., K. Won-Hee, P. Pil-Man, K. Seung-Tae, L. Dong-Woo, K. Young-Jin. 2007a. A new poinsettia cultivar, "Miss Maple" with deep lobed leafblades. *Korean J. Breed. Sci.* 39(4): 534-535.
- Eun-Kyung L., K. Won-Hee, P. Pil-Man, K. Seung-Tae, L. Dong-Woo, K. Young-Jin. 2007b. A new poinsettia cultivar, "Scarlet" bright red bracts. *Korean J. Breed. Sci.* 39(4): 536-537.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). CETENAL-UNAM. México, D.F. 252 pp.
- Kempe, K. and M. Gils. 2011. Pollination control technologies for hybrid breeding. *Molecular Breeding* 27: 417-437.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teorías y Resultados. Tomo I y II. AGT. Editor, S. A. México D. F. 357 pp.
- Mihalte, L. and R. E. Sestras. 2011. The plant size and the spine characteristics of the first generation progeny obtained through the cross-pollination of different genotypes off Cactaceae. *Euphytica* DOI 10.1007/s10681-011-0597-5.
- Ornelas R., F., R. Ambriz C., y J. Bustamante O. 1997. Delimitación y definición de agrohabitats en el Estado de Morelos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Publicación Especial No.11. 12 pp.
- Pascual, V. M. y C. E. Correal. 1992. La familia Euphorbiaceae como fuente de aceites vegetales para la industria tecnológica. *Grasas y Aceites* 43: 39-44.
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS User's Guide. Release 8.1. (Eds). SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Steinmann, V. W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botánica Mexicana* 61: 61-93.
- Taylor, J. M., R. G. Lopez, C. J. Currey and J. Janick. 2011. The poinsettia: history and transformation. *Chronica Horticulturae* 51: 23-28.
- Thiemann, A., S. Meyer and S. Scholten. 2009. Heterosis in plants: manifestation in early seed development and prediction approaches to assist hybrid breeding. *Chinese Science Bulletin* 54: 2363-2375.
- Trejo, L., T.P. Feria-Arroyo, K. Olsen, L.E. Eguiarte, B. Arroyo, J. A. Gruhn. 2012. Poinsettia's wild ancestor in the Mexican dry tropics: Historical, genetic, and environmental evidence. *American Journal of Botany* 99: 1146-1157.
- Vázquez G., L. M. y E. Salomé. 2004. Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) Cuertlaxochitl. Universidad Autónoma del Estado de México. 129 pp.