

Comportamiento de materiales experimentales de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

Behavior of experimental poinsettia materials (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

Jaime Canul-Ku^{1*} , Edwin Javier Barrios-Gómez¹ , Faustino García-Pérez¹ ,
María Angélica Villar-Montellano² , Sandra Eloísa Rangel-Estrada¹ , Carlos Sánchez-Abarca² 

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Zacatepec-Galeana s/n, Centro, Zacatepec de Hidalgo, 62780, Morelos, México.
²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Chapingo, 56230, Estado de México, México.

*Autor para correspondencia: canul.jaime@inifap.gob.mx

Fecha de recepción:

31 de agosto de 2020

Fecha de aceptación:

28 de julio de 2021

Disponible en línea:

27 de diciembre de 2021

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

RESUMEN

La nochebuena, *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, tiene una importancia cultural, social y económica en el mundo. México es el centro de origen de la especie. El país posee amplia variabilidad genética; sin embargo, el principal aspecto por resolver es la dependencia varietal del extranjero. El objetivo fue evaluar el desempeño de 10 materiales experimentales avanzados de nochebuena, considerando algunas características agronómicas y morfológicas. El testigo comercial fue la variedad Carrousel®. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones, se midieron dimensiones de hoja y peciolo, amplitud de dosel de bráctea y diámetro de ciatio. Se detectaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas, excepto en diámetro de tallo. La respuesta entre los materiales experimentales de nochebuena fue muy diferente; esto se evidenció en las características de porte de planta, hoja y bráctea. Los resultados indican que 9 materiales sobresalieron en al menos una característica. NM08 tuvo la mayor cantidad de atributos favorables.

PALABRAS CLAVE

Progenie, hoja, bráctea, hibridación.

ABSTRACT

The poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) has cultural, social, and economical importance all over the world. The species has its origin in Mexico. However, the main issue to be resolved is its varietal dependence on foreign countries. The objective of this study was to evaluate the performance of 10 advanced experimental poinsettia materials considering some agronomic and morphological characteristics. The commercial control was the Carrousel® variety. A completely randomized experimental design with 10 replications was set. Leaf and petiole dimensions, bract canopy width, and cyathium diameter were measured. Significant differences were detected in all the variables evaluated, except for stem diameter. The response between the experimental materials of poinsettia was very different, which was evidenced by the plant, leaf and bract characteristics. The results show that 9 materials excelled in at least one characteristic. NM08 had the most favorable attributes.

KEYWORDS

progeny, leaf, bract, hybridization.

INTRODUCCIÓN

La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch), especie ornamental que pertenece a la familia Euphorbiaceae, se distribuye en diferentes estados de la República Mexicana. En estas entidades, se ha encontrado amplia variabilidad morfofenotípica en poblaciones nativas bajo condiciones ambientales muy contrastantes y restrictivas, por lo que es posible que contengan genes de interés que respondan a los diferentes factores bióticos y abióticos (Canul et al. 2013).

La nochebuena es una especie importante cultural, social y económicamente, pues cada año, en el periodo de noviembre a diciembre, alcanza un valor de venta muy alto (Trejo et al. 2019; Vilperte et al. 2021). La cantidad de plantas vendidas en México casi llega a los 20 millones (SIAP 2018); además, ofrece fuentes de trabajo de manera directa e indirecta en los diferentes eslabones de la cadena productiva (Canul-Ku et al. 2020).

Uno de los aspectos principales por resolver en nochebuena es la dependencia varietal (Márquez-Márquez et al. 2017): todas las variedades empleadas por los productores de México son generadas en el extranjero (Taylor et al. 2011). Lo anterior significa que es posible que puedan presentarse diversos problemas en las áreas de producción, entre los cuales, los más probables podrían ser la baja adaptabilidad de las variedades, lo que generaría anomalías en su desarrollo y da como resultado plantas deformes, que no logran pigmentar sus brácteas y pueden ser susceptibles a plagas y enfermedades (Vargas-Araujo et al. 2017). Otra situación es el pago de regalías por la adquisición del material de propagación (esquejes), lo que al productor le genera altos costos de producción (Canul-Ku et al. 2017a).

La nochebuena como cultivo ornamental ofrece muchas perspectivas para su mejoramiento genético; al respecto, cabe señalar que el país cuenta con una amplia variación genética (Canul et al. 2014; Galindo-García et al. 2018), condición indispensable para generar nuevas variedades a corto, mediano y largo plazo. En su proceso de mejora genética podrían aplicarse distintos métodos, como son: la selección, la hibridación, la mutagénesis y el asistido por marcadores moleculares. Además, se puede hacer uso de la técnica de formación de arquetipos y de injertos para mejorar la apariencia fenotípica y

estética de la planta. También, es factible aprovechar la reproducción asexual mediante la propagación vegetativa, la cual permite uniformizar la población en un corto tiempo y así mantener el contenido genético en los siguientes ciclos de cultivo (Canul-Ku et al. 2018a; Havardi-Burger et al. 2020).

Para la producción comercial se requieren variedades estables de nochebuena, que no cambien su respuesta fenotípica y genética a través del tiempo y del espacio; lo que implica que las características que se expresan deben mantenerse en cada ciclo de cultivo y por varias generaciones. Por otro lado, la evaluación de materiales experimentales de nochebuena en un programa de mejora debe ser repetida en una serie de años y ambientes, por diferencias existentes en los componentes del sustrato, condiciones climáticas, prácticas culturales y agronómicas, las cuales pueden provocar variaciones en el comportamiento del material.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec, inició en 2010 el programa de mejoramiento genético en nochebuena, cuyo principal objetivo es la obtención de variedades de origen nacional que presenten características que el mercado demanda, entre las cuales destacan, principalmente: el porte de planta; el color, tamaño y forma de la bráctea, y la resistencia a factores bióticos y abióticos, así como la diversificación de la producción y ampliación de áreas de cultivo (Canul-Ku et al. 2018b).

A la fecha, se han obtenido una gran cantidad de materiales recombinantes con excelentes atributos morfológicos y estéticos, los cuales representan las futuras propuestas de variedades mejoradas de nochebuena provenientes de México. No obstante, antes de que una variedad pueda ser liberada, debe ser evaluada en diferentes ambientes y a través del tiempo, para así poder recomendarla en una región determinada. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño de 10 materiales experimentales avanzados de nochebuena, considerando algunas características agronómicas y morfológicas.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental Zacatepec, perteneciente al INIFAP, ubicado en Zacatepec de Hidalgo, Morelos,

México (18° 39' 16" N, 99° 11' 54" O, 910 msnm). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación promedio anual de 800 mm y temperatura promedio anual de 24 °C (García 1981). Durante el ciclo del cultivo, la temperatura promedio en junio fue de 26 °C y disminuyó hasta llegar a 20.1 °C en diciembre. El fotoperiodo también varió, de 13.1 h en junio a 10.9 h en diciembre (Díaz et al. 2008).

Los materiales experimentales evaluados fueron 10 genotipos avanzados con la siguiente identificación: NM01, NM02, NM03, NM04, NM05, NM06, NM07, NM08, NM09 y NM10 y el testigo comercial Carrousel®, que es de porte compacto, brácteas de color rojo y de ciclo intermedio. Éstos son productos de cruza manuales en los cuales se aplicó la metodología de Canul-Ku et al. (2015).

El cultivo se manejó con base en el paquete tecnológico de nochebuena en condiciones de malla sombra aluminizada con paredes laterales anti áfido (García et al. 2017). Los materiales se establecieron en maceta de seis pulgadas, a principios de julio de 2018, con sustrato a base de ocochal (hojarasca de ocote descompuesta), atocle (suelo de vega de río) y polvillo de coco en block $\frac{3}{4}$ (Pelemix®) en proporción 60:20:20 v/v. Dos semanas después del establecimiento de la planta, se aplicó una poda suave, con la finalidad de favorecer la brotación de ramas. Se aplicó solución nutritiva dos veces a la semana y una aplicación de agua durante el ciclo del cultivo; la solución nutritiva fue a base de nitrato de potasio (0,22g·l⁻¹); fosfato monopotásico (0,21g·l⁻¹); Kelatex® (0,032g·l⁻¹) y ácido nítrico (0,25g·l⁻¹). Pero, no se aplicaron reguladores de crecimiento, de acuerdo con las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de la Unión para la Protección de los Organismos Vegetales (UPOV 2008).

Los genotipos avanzados se consideraron como tratamientos, colocados mediante diseño experimental completamente al azar. La planta, en su maceta de 15.24 cm de diámetro y 11.5 cm de altura, se consideró una repetición (en total fueron diez). Es importante considerar que en la República Mexicana las características de plantas que demanda el mercado son: porte compacto, alto número de ramas, vistosidad en colores, diversificación en formas y tamaño de hojas y brácteas (Canul-Ku et al. 2020). Con base en esto, en la etapa fenológica de tres ciatios abiertos

por planta (UPOV 2008) se midieron: altura de planta (cm), diámetro del tallo principal (mm), largo de hoja en la parte media de la planta (cm), ancho de hoja (cm), longitud del peciolo de hoja (cm), diámetro del conjunto de ciatios (cm), amplitud de dosel de bráctea (cm), longitud del peciolo de bráctea (cm), largo de bráctea (cm) y ancho de bráctea (cm).

Con base en la información obtenida, se hizo un análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando el programa de análisis estadístico SAS versión 9.1 (SAS Institute 2016).

Resultados y Discusión

Se detectaron diferencias estadísticas significativas para todas las características, a excepción del diámetro de tallo (Cuadro 1). El coeficiente de variación con el valor más alto se obtuvo en la longitud de peciolo de bráctea y el menor valor se registró en diámetro del tallo. Márquez-Márquez et al. (2017) mencionan que el coeficiente de variación es un indicador de la variabilidad presente; en su evaluación reportaron valores altos de hasta 84 por ciento; asimismo, señalan que se deben realizar más de tres evaluaciones para así obtener progenies homogéneas con características favorables que el productor y mercado demandan. Por su parte, Barrios et al. (2013) indican que, entre más grande el valor del coeficiente de variación, habrá mayor diversidad. Esta condición en las características evaluadas permitirá continuar con la mejora genética de la especie, al contar con amplia diversidad, lo que da oportunidad de seleccionar materiales con atributos deseables.

Altura de planta

Los materiales experimentales de nochebuena mostraron diferente altura de planta (Cuadro 2). NM04 fue el de mayor porte y NM10 el menor; aunque este último fue estadísticamente similar al testigo comercial, la diferencia fue de 19.66 cm (Cuadro 2). Para el caso de nochebuena de interior en maceta, se demandan plantas de porte bajo con una relación 2:1 entre altura de planta y altura de maceta (Pérez-López et al. 2005); en macetas con altura de 11.5 cm, la planta terminada tendría una altura de 23 cm, por lo que

Cuadro 1. Cuadrados medios, coeficiente de variación y diferencia mínima significativa de caracteres evaluados en 10 materiales experimentales de nochebuena en Zacatepec, Morelos.

Característica	CM	CV (%)	DMS
Altura de planta (cm)	334.62**	11.63	4.39
Diámetro de tallo (mm)	1.66 ^{NS}	11.12	1.71
Longitud de hoja (cm)	2.99**	11.88	1.46
Ancho de hoja (cm)	2.52**	16.03	1.19
Longitud de peciolo de hoja (cm)	3.77**	22.05	0.76
Ancho de bráctea (cm)	5.82**	16.46	1.03
Longitud de bráctea (cm)	30.99**	15.69	1.79
Longitud de peciolo de bráctea (cm)	1.63**	25.35	0.62
Amplitud de dosel de bráctea (cm)	267.35**	12.12	3.38
Diámetro de ciatio (cm)	5.27**	19.32	0.79

CM=Cuadrado medio, CV=Coefficiente de variación, DMS=Diferencia mínima significativa, NS=Diferencia no significativa, *=Diferencia significativa $P \leq 0.05$, **=Diferencia altamente significativa $P \leq 0.01$.

Cuadro 2.- Promedios de las características que presentaron diferencias estadísticas significativas en los materiales experimentales evaluados en Zacatepec, Morelos.

	AP	LH	AH	LPH	AB	LB	LPB	ADB	DC
NM01	26.64c	8.37ab	5.01abc	3.10ab	4.77a	8.05bcd	2.11ab	20.59bc	1.90de
NM02	24.40cde	8.10ab	5.60ab	3.35a	4.49a	7.28de	2.07ab	16.67cd	2.59cd
NM03	26.07c	8.49ab	5.90a	2.79abcd	4.79a	8.79ad	2.26a	23.87ab	3.19abc
NM04	39.55a	8.05ab	5.61ab	1.75ef	2.60c	3.95f	0.9d	8.57e	3.65a
NM05	32.45b	9.24a	5.13abc	1.38f	2.98bc	5.78e	1.18cd	11.75e	3.67a
NM06	21.32def	7.80ab	4.67bc	2.45bcde	3.98ab	7.21de	1.51bcd	18.80cd	2.93abc
NM07	20.55ef	8.77ab	4.68bc	2.06def	4.38a	9.2abc	1.76abc	20.99bc	3.47ab
NM08	25.17cd	9.04a	4.48bc	2.87abc	4.69a	10.09a	1.84ab	24.60a	3.19abc
NM09	23.19cdef	8.70ab	5.04abc	2.10def	4.62a	9.55ab	1.62bc	25.02a	2.72bc
NM10	19.86f	7.45b	4.32c	2.14cdef	4.68a	8.06bcd	1.51bcd	19.77cd	1.91de
TEST	22.84cdef	7.97ab	5.24abc	1.85ef	4.76a	7.47cde	1.58bc	16.58d	1.63e

AP: altura de planta (cm), LH: longitud de hoja (cm), AH: ancho de hoja (cm), LPH: longitud de peciolo de hoja (cm), AB: ancho de bráctea (cm), LB: longitud de bráctea (cm), LPB: longitud de peciolo de bráctea (cm), ADB: amplitud de dosel de bráctea (cm); DC: diámetro de ciatio (cm); TEST: testigo. Medias con letras iguales en las columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

los materiales más prominentes serían NM10, NM07 y NM06, los cuales tienen una proporción de 1.72:1, 1.78:1 y 1.85:1, respectivamente.

Comparado con trabajos anteriores en nochebuena, García (2015), en dos evaluaciones que realizó, en 2013 y 2014, reportó menor porte en el segundo año de observación, de aproximadamente 11 cm; esto significa que los ciclos de evaluación y selección condujeron a la homogenización de los materiales. Otros estudios,

como el de Canul-Ku et al. (2018b), reportaron altura de planta de 31 a 37 cm de nuevos materiales cultivados en maceta de 11.5 cm de altura. Mientras que, en variedades liberadas por el INIFAP, Canul-Ku et al. (2017b) informaron que la variedad Alondra mostró una altura de 26 cm en maceta de 15.24 cm de diámetro y 11.5 cm de altura. En este trabajo, la mayoría de los materiales evaluados presentó una altura de entre 20 y 26, excepto NM04 y NM05, los cuales mostraron portes

altos, 32 y 39 cm, respectivamente (Cuadro 2); estos materiales se descartan para continuar con su selección, aunque pueden ser útiles para realizar nuevas cruzas y generar mayor recombinación genética. En este sentido, Trejo et al. (2019) mencionan que hace falta más investigación en nochebuena sobre los cambios ocurridos durante la domesticación y el proceso de selección.

Longitud de hoja

Se detectaron diferencias en longitud de hoja entre NM05, NM08 y NM10 (Cuadro 2). Los seis materiales restantes, incluido el testigo comercial, fueron estadísticamente similares (Cuadro 2). El tamaño de hoja es uno de los atractivos estéticos de la planta; se busca buena cobertura y que contraste con los atributos y morfología de la bráctea. Márquez-Márquez et al. (2017) indican que en híbridos de cruce doble de nochebuena establecidos en maceta de 20.32 cm de diámetro la longitud de hoja fue de 12.76 cm. En la variedad Rubí, Canul-Ku et al. (2018b) obtuvieron longitud de hoja de 11.35 cm. Mientras que, en este estudio, el valor más alto obtenido fue de 9.24 cm correspondiente a NM05. Esta respuesta se debió a las condiciones del ambiente de evaluación, pues en la localidad morelense de Tetela del Monte la temperatura es menor en comparación con Zacatepec. En relación con la generación de materiales fuera de México, se ha reportado mayor tamaño de hoja en las variedades Miss Maple (Lee et al. 2007a) y Scarlet (Lee et al. 2007b).

Ancho de hoja

La comparación de medias mostró diferencias estadísticas en ancho de hoja (Cuadro 2). Seis materiales experimentales fueron similares al testigo comercial. NM03 sobresalió con aproximadamente 6 cm de ancho y NM10 mostró el menor (Cuadro 2). La anchura de hoja es muy importante, ya que el consumidor demanda plantas con amplia cobertura y que contraste con los colores y forma de la bráctea. La variedad Leticia (6.41 cm) (García et al. 2019) superó a los materiales evaluados; mientras que, NM03 fue similar a la variedad Rubí (5.98 cm), obtenida por Canul-Ku et al. (2018b). Los materiales NM02 y NM04 superaron en promedio a la variedad Ximena (5.04 cm) y Alondra

(5.35 cm), reportados por Canul-Ku et al. (2020) y Canul-Ku et al. (2017b), respectivamente.

En relación con el proceso de selección en nochebuena, Trejo et al. (2018) indican que las variedades comerciales difieren de las plantas silvestres en un conjunto de características que incluyen el tamaño de la hoja, las distancias de los entrenudos y la relación longitud-diámetro del tallo.

Longitud del peciolo de hoja

Hubo diferencias significativas en longitud de peciolo de hoja. El intervalo de variación fue desde 1.38 cm mostrado por NM05 hasta 3.35 cm por NM02. Respecto al testigo comercial, cuatro materiales fueron superiores (Cuadro 2). Sin embargo, el material NM02 con el mayor promedio fue superado por las variedades de nochebuena Alondra (Canul-Ku et al. 2017b), Leticia (García et al. 2019) y Rubí (Canul-Ku et al. 2018a).

Ancho de bráctea

En relación con el ancho de bráctea, se detectaron diferencias altamente significativas (Cuadro 2). Ocho materiales de nochebuena fueron estadísticamente similares al testigo comercial. Los otros dos fueron de hoja muy angosta: no llegaron a medir 3 centímetros (Cuadro 2). En comparación con otros trabajos, Canul-Ku et al. (2017b) obtuvieron, en la variedad Alondra, ancho de bráctea de mayor tamaño (5.15 cm), al igual que Márquez-Márquez et al. (2017) en dos híbridos experimentales de cruce doble de nochebuena (5.25 cm de ancho). Sin embargo, los ocho materiales son similares en anchura de bráctea con las variedades Juanita (4.58 cm) y Ximena (4.62) reportados por Canul-Ku et al. (2019) y Canul-Ku et al. (2020), respectivamente. Por otra parte, los valores obtenidos en este trabajo son menores comparados con el de variedades comerciales: para Miss Maple se reporta 4.8 cm (Lee et al. 2007a), para Scarlet 5.8 cm (Lee et al. 2007b) y para Heidi 7.9 cm (Lee et al. 2010).

Longitud de bráctea

Los materiales experimentales que presentaron brácteas más largas que el testigo comercial fueron NM08 y NM09, mientras que el de menor tamaño fue

NM04. Los otros materiales presentaron largo de bráctea similar al testigo (Cuadro 2). En comparación con otros trabajos, NM08 y NM09 mostraron mayor longitud de bráctea respecto a las variedades Juanita (8.05 cm) (Canul-Ku et al. 2019) y Leticia (8.86 cm) (García et al. 2019); sin embargo, fueron superados por Alondra (10.3 cm) (Canul-Ku et al. 2017b) y Rubí (10.98 cm) (Canul-Ku et al. 2018a). Es importante señalar que el objetivo primordial en mejoramiento genético de nochebuena es obtener materiales con brácteas de gran tamaño, que sean vistosas y llamativas para el consumidor final (Canul-Ku et al. 2018b).

Longitud del peciolo de bráctea

El material experimental de nochebuena que presentó menor longitud del peciolo de bráctea fue NM04, con un valor de 0.90 cm, y el que mostró el promedio más alto fue NM03, con 2.26 cm, el cual superó al testigo comercial. Otros cuatro materiales fueron estadísticamente iguales a NM03 (Cuadro 2). Canul-Ku et al. (2018b), en híbridos experimentales, reportaron valores en longitud del peciolo de bráctea de 1.80 a 2.08 cm, y Canul-Ku et al. (2017a), en la valoración de genotipos avanzados de nochebuena, mencionan que esta característica varió de 1.63 a 2.47 cm. La longitud del peciolo muestra un contraste del follaje de la planta respecto a la bráctea, que es la estructura que da el valor estético a la nochebuena.

Amplitud de dosel de bráctea

De los materiales experimentales evaluados, 50 por ciento superaron al testigo comercial en amplitud de dosel de bráctea. Los de mayor amplitud fueron NM08 y NM09, mientras que NM04 presentó menor promedio (Cuadro 2). El dosel de bráctea es una de las características más importantes en nochebuena, ya que la apariencia estética desde una vista frontal, aunada con el tamaño y color de brácteas, así como las características de hojas, determinan el símbolo de la navidad. El dosel de los materiales NM08 y NM09 son comparables al de las variedades Alondra (25.2) (Canul-Ku et al. 2017b), Rubí (26.13 cm) (Canul-Ku et al. 2018a) y Ximena (25.02 cm) (Canul-Ku et al. 2020).

Diámetro de ciatio

Se presentaron diferencias en diámetro de ciatio. Ocho materiales presentaron mayor promedio que el testigo comercial y los otros dos fueron estadísticamente iguales al testigo. En la valoración de genotipos de nochebuena, Canul-Ku et al. (2017a) obtuvieron diámetro de ciatio de 1.07 a 4.70 cm, y en la evaluación de híbridos experimentales de nochebuena, Canul-Ku et al. (2018b) reportaron promedios en esta característica de 3.41 a 4.14 cm. La variación obtenida en este trabajo fue de 1.63 a 3.67.

La estética de la nochebuena se define en el ideotipo por generar mediante mejora genética, en el cual están incluidos los tamaños, los colores y la vistosidad de hojas y brácteas (Canul-Ku et al. 2020). En este trabajo se considera que el material NM08 fue el que presentó mayor longitud y ancho de bráctea, por lo que se considera candidato para ser liberado como variedad. En cambio, NM06 no tuvo alguna característica favorable y se descartaría para su selección. En general, los resultados indican que, de diez materiales experimentales evaluados, 9 sobresalieron en al menos una característica.

La selección de las mejores plantas dentro de cada material experimental ha sido eficiente y su evaluación en este trabajo mostró el avance genético logrado. Esto conduciría a una población conformada por individuos uniformes. Así, la reproducción clonal de la especie permitirá mantener estable y homogénea la población. También, los resultados mostraron la diversidad genética obtenida a través de la recombinación mediante cruzamientos manuales. Esto representa el reservorio de materiales que representan las variedades potenciales para ser liberadas en un futuro cercano.

Es importante mencionar que, después de una década de mejora genética de la nochebuena, se han generado variantes sobresalientes y se ha logrado evaluarlas satisfactoriamente con productores cooperantes. Sin embargo, comparado con programas de mejoramiento genético de otros países, la diferencia es muy notoria. Además, hay caracteres que son difíciles de modificar (Trejo et al. 2018).

CONCLUSIONES

Los materiales experimentales de nochebuena mostraron diferencias en sus características de porte de planta, hoja y bráctea. NM08 fue el que reunió la mayor cantidad de atributos favorables de acuerdo con el ideotipo de planta de nochebuena de interior, el cual permitió diferenciarlo de todos los materiales evaluados.

La variación contenida en estos materiales es un reservorio de genes para continuar con la mejora genética de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIFAP por el apoyo económico otorgado a diferentes proyectos de investigación, validación y transferencia de tecnología, mediante recursos fiscales, el cual hizo posible la presente publicación.

LITERATURA CITADA

- Barrios EJ, Zamarripa A, Canul J, Hernández MG, Alarcón N, Chepetla VH. 2013. Evaluación de materiales élite de higuera (*Ricinus communis* L.) en Morelos. Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México 1: 27-32.
- Canul J, García F, Osuna FdeJ, Ramírez S, Barrios EJ. 2013. Recursos genéticos de nochebuena en México, colecta de germoplasma para mejoramiento genético. Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México 1: 20-26.
- Canul J, García F, Barrios EJ, Osuna FdeJ, Ramírez S, Alia I, Montoya RE. 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 EJ, Campos-Bravo E, Osuna-Canizalez FdeJ, Ramírez-Rojas S, Rangel-Estrada SE. 2015. Técnica para producir híbridos en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Agroproductividad 8: 32-37.
- Canul-Ku J, García-Pérez F, Barrios-Gómez EJ, Rangel-Estrada SE, Ramírez-Rojas S, Osuna-Canizalez FdeJ. 2017a. Valoración agronómica de genotipos experimentales de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Agroproductividad 10: 8-12.
- Canul-Ku J, García F, Barrios EJ, Rangel SE, Ramírez SG, Osuna FdeJ. 2017b. Alondra: nuevo híbrido de nochebuena para interiores. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8: 1203-1208. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.119>
- Canul-Ku J, García-Pérez F, Barrios-Gómez EJ, Rangel-Estrada SE. 2018a. Formación de híbridos clonales en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Revista Fitotecnia Mexicana 41: 311-316.
- Canul-Ku J, García-Pérez F, Barrios-Gómez EJ, Osuna-Canizalez FdeJ, Rangel-Estrada SE, Ramírez-Rojas SG. 2018b. Rubí, nueva variedad mexicana de nochebuena roja para interior. Revista Fitotecnia Mexicana 41: 91-92. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.1.91-92>
- Canul-Ku J, García-Pérez F, Barrios-Gómez EJ, Rangel-Estrada SE. 2019. Juanita, nueva variedad de nochebuena para interior derivada por mutagénesis. Revista Fitotecnia Mexicana 42: 191-192.
- Canul-Ku J, García-Pérez F, Barrios-Gómez EJ, Rangel-Estrada SE. 2020. Ximena, variedad de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) para decorar espacios de interior. Agroproductividad 13: 113-117. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1701>
- Díaz GP, Serrano AV, Ruiz CJ, Ambriz CR, Cano GM. 2008. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Morelos, período 1961-2003. Libro Técnico Número 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Zacatepec, México.
- Galindo-García DV, Alia-Tejagal I, Núñez-Colín CA, Andrade-Rodríguez M, Canul-Ku J, Colinas-León MT, Sainz-Aispuro MJ. 2018. Genetic diversity of sun poinsettia (*Euphorbia* spp.) in Morelos, Mexico, with RAPD molecular markers. Revista Chapingo Serie Horticultura 25: 113-127. <https://doi.org/10.5154/rchsh.2018.06.012>
- García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía-UNAM. DF, México.
- García LS. 2015. Evaluación de genotipos de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Tetela del Monte, Cuernavaca, Morelos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- García PF, Osuna CF, Ramírez RS, Canul KJ. 2017. Producción de nochebuena, *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. En: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Agenda Técnica Agrícola Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. P. 131-141.
- García F, Rangel SE, Barrios EJ, Ramírez SG, Portas B, Canul J. 2019. Leticia: new Mexican variety of poinsettias for interiors. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10: 461-466. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1366>
- Havardi-Burger N, Menpel H, Bitsch V. 2020. Sustainability challenges and innovations in the value chain of flowering potted plants for the German market. Sustainability 12: 1905. <https://doi.org/10.3390/su12051905>
- Lee E-K, Kim W-H, Park P-M, Kim S-T, Lee D-W, Kim Y-J. 2007a. A new poinsettia cultivar, "Miss Maple" with deep lobed leafblades. Korean Journal of Breeding Science 39: 534-535.
- Lee E-K, Kim W-H, Park P-M, Kim S-T, Lee D-W, Kim Y-J. 2007b. A new poinsettia cultivar, "Scarlet" bright red bracts. Korean Journal of Breeding Science 39: 536-537.
- Lee E-K, Kim W-H, Kim S-T, Lee S-Y. 2010. Breeding of velvety red poinsettia "Heidi". Korean Journal of Breeding Science 42: 611-614.
- Márquez-Márquez JM, Canul-Ku J, Sánchez-Abarca C, Barrios-Gómez EJ, García-Pérez F, López-Herrera E. 2017. Evaluación de progenies de cruce doble de flor de

- nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Morelos, México. INTERCIENCIA 42: 388-392.
- Pérez-López A, Carrillo-Salazar JA, Colinas-León MT, Sandoval-Villa M. 2005. Regulación del crecimiento de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex. Klotzsch) con etefón. Agrociencia 39: 639-646.
- [SAS] Statistical Analysis System Institute. 2016. SAS/STAT User's Guide. (Release 9.1). SAS Institute. Cary, Estados Unidos.
- [SIAP] Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. [citado 2019 noviembre 14]. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Taylor JM, Lopez RG, Currey CJ, Janick J. 2011. The poinsettia: History and transformation. *Chronica Horticulturae* 51: 23-28.
- Trejo L, Rosell JA, Olson ME. 2018. Nearly 200 years of sustained selection have not overcome the leaf area-stem size relationship in the poinsettia. *Evolutionary Applications* 11: 1401-1411. <https://doi.org/10.1111/eva.12634>
- Trejo L, Briones-Dumas E, Gómez-Bermejo R, Olson ME. 2019. Molecular evidence for repeated recruitment of wild Christmas poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) into traditional horticulture in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 66: 481-490. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0727-1>
- [UPOV] Unión para la Protección de los Organismos Vegetales. 2008. Flor de Pascua, *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad. Unión para la Protección de los Organismos Vegetales. Ginebra, Suiza.
- Vargas-Araujo J, Andrade-Rodríguez M, Villegas-Torres OG, Castillo-Gutiérrez A, Colinas-León MT, Avitia-García E, Alia-Tejacal I. 2017. Características reproductivas de nueve variedades de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex. Klotzsch). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 295-306. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.51>
- Vilperte V, Boehm R, Debener T. 2021. Development of a multiplex amplicon-sequencing assay to detect low-frequency mutations in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) breeding programmes. *Plant Breeding* 140: 497-507. <https://doi.org/10.1111/pbr.12925>