

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE NOCHEBUENA (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch)

Jaime Canul Ku^{1§}; Faustino García Pérez¹; Edwin Javier Barrios Gómez¹; Felipe de Jesús Osuna Canizalez¹; Sergio Ramírez Rojas¹; Irán Alia Tejacal²; Rosa Edith Montoya Contreras³

¹INIFAP-Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Morelos, México. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. ³Prestador de Servicios Profesionales del estado de Morelos. [§]Autor responsable: canul.jaime@inifap.gob.mx

Recibido: Mayo 12, 2014

Aceptado: Noviembre 7, 2014

Artículo Científico

RESUMEN

La nochebuena, originaria de México, se localiza en estado silvestre en su hábitat natural, traspatios y jardines y cultivada como variedad mejorada. La valoración de la diversidad genética de nochebuena es necesaria, ya que es la plataforma para definir acciones orientadas a la conservación, manejo, aprovechamiento sustentable y uso racional de la especie. El objetivo fue caracterizar poblaciones de nochebuena con base en atributos morfológicos y definir las relaciones genéticas entre ellas. El estudio se realizó en Zacatepec, Morelos en 2010, con 117 recolecciones de nochebuena provenientes de poblaciones silvestres, semicultivadas y cultivadas. La caracterización morfológica se realizó en cinco plantas por cada recolecta en etapa fenológica de tercer ciatio abierto, para lo cual se consideró altura de planta, ancho y largo de hoja con y sin pecíolo, largo y anchura de bráctea, distancia entre la última hoja y primera bráctea, distancia entre bráctea superior e inferior, diámetro de

inflorescencia y número de ramas, hojas y entrenudos. En hojas y brácteas se determinó luminosidad, cromaticidad y matiz. Entre los resultados, los tres primeros componentes principales explicaron 49 % de la variación morfológica. El primero se asoció a color del haz y envés de hoja y el segundo con bráctea, altura de planta y ramificación. Las cuatro primeras variables canónicas explicaron 100% de la variabilidad. La primera estuvo conformada por ancho de bráctea, matiz del envés de hoja, cromaticidad del haz de hoja y longitud del pecíolo de hoja y la segunda por cromaticidad del envés de bráctea, luminosidad del envés de hoja y longitud del pecíolo de hoja. Los marcadores morfológicos no fueron eficientes para agrupar las re-colectas por estado de procedencia, aunque suficientes para diferenciar los materiales silvestres de las semicultivadas y cultivadas.

Palabras clave: Análisis discriminante, bráctea, hoja, variación.

ABSTRACT

The poinsettia, a native of Mexico, is located in the wild in their natural habitat, backyards and gardens and cultivated as improved variety. Assessment of genetic diversity poinsettia is necessary because it is the platform to define actions to the conservation, management, sustainable utilization and rational use of the species. The objective was to characterize populations poinsettia based morphological attributes and define the genetic relationships among them. The study was conducted in Zacatepec, Morelos in 2010, with 117 collections from wild poinsettia populations, semi-cultivated and cultivated. Morphological characterization was performed in five plants for each phenological stage collected in open ciatio third, for which plant height, leaf length and width are considered with and without petiole, bract length and width, distance between the last page and first bract, distance between upper and lower bract, inflorescence

diameter and number of branches, leaves and internodes. In leaves and bracts luminosity, chroma and hue were determined. The first three principal components explained 49% of the morphological variation. The first was associated with color of upper and lower surface of leaf, and the second with bract, plant height and branching. The first four canonical variables accounted for 100% of the variability. The first consisted of bract width, leaf undersides hue, chromaticity beam blade and leaf petiole length, and the second on the underside of bract chromaticity, brightness of the underside of the leaves and leaf petiole length. Morphological markers were not efficient to group collections by state of origin; but it was enough to differentiate wild and semi-cultivated material of cultivated.

Keywords: Discriminant analysis, bract, leaf, variation.

INTRODUCCIÓN

Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch, conocida como nochebuena, es una planta arbustiva que alcanza 5 m de altura, presenta flores femeninas simples, sin pétalos ni sépalos, rodeado por flores masculinas encerrados en una estructura denominada ciatio (Ecke *et al.*, 2004; Taylor *et al.*, 2011); cada flor forma una glándula que atrae a los polinizadores. La nochebuena es originaria de México (Trejo *et al.*, 2012).

En México, la nochebuena se puede encontrar en estado silvestre en su hábitat natural, sembrada en traspatios y jardines, o cultivada como variedad mejorada para decorar interiores. Aquellas especies de plantas establecidas en traspatio y jardines se conocen como nochebuena de sol, para ornato o autoconsumo; en años recientes la demanda de este tipo de planta aumentó (Galindo-García *et al.*, 2012). En cambio, las variedades mejoradas se cultivan en macetas de diferente tamaño y presentación, y comercializadas en temporada navideña.

Los estudios sistemáticos permiten conocer la amplitud de la variación morfológica, más aun en México, centro de origen de la especie. Con esta finalidad se han desarrollado recolecciones de muestras con el fin de situar la distribución del género *Euphorbia* o enfocados a definir la taxonomía y relaciones filogenéticas entre ellas (Trejo *et al.*, 2012). A nivel especie, los individuos que integran las poblaciones se pueden diferenciar mediante el uso de marcadores genéticos, los cuales ocupan posiciones genómicas específicas dentro de los cromosomas y son de tres tipos: morfológicos, bioquímicos y de ADN (Collard *et al.*, 2005). Los marcadores morfológicos son caracteres fenotípicos que se identifican fácilmente de manera visual, fáciles de usar y costo relativamente bajo. Sin embargo, las desventajas principales son por efecto ambiental, etapa fenológica de la planta en que se registra la información, número limitado de marcadores y subjetividad a que está sometida. No obstante, los marcadores morfológicos se han utilizado para caracterización de numerosas

especies cultivadas con fines alimenticio, forraje (Pagnota *et al.*, 2011) y ornamental.

La variación de caracteres morfológicos obedece a respuestas adaptativas de la especie que a su vez son influenciadas por las condiciones ambientales del lugar donde han evolucionado (Parra-Quijano *et al.*, 2012). Dentro de esa variación existen características morfológicas importantes para el mejoramiento genético y, en algunos casos, de uso directo, ya que se requieren modificaciones mínimas para ser incorporadas a la producción comercial.

Por la procedencia diferencial de los materiales de nochebuena, es probable que ostenten atributos morfológicos específicos que los distinguen; es decir, caracteres propios que los separan y agrupan por coincidencia, para lo cual el análisis multivariado es de relevancia.

El análisis de componentes principales es similar al análisis discriminante canónico, pero el primero ignora la estructura de grupo y ayuda a encontrar dimensiones mínimas para explicar la variación total; en cambio, el análisis discriminante canónico maximiza la variación entre grupos de individuos y la minimiza dentro de los grupos. Además, puede identificar diferencias entre grupos de individuos o poblaciones y mejora el conocimiento de la relación entre las variables medidas dentro de aquellos grupos (Cruz-Castillo *et al.*, 1994). En kiwi (*Actinidia deliciosa*) se pueden emplear las dos primeras funciones canónicas para identificar y seleccionar familias, ya que los caracteres que lo integran tienen el poder para separarlas (Daoyu y Lawes, 2000).

La valoración de la diversidad genética de nochebuena es necesaria, ya que es la plataforma para definir acciones orientadas a la conservación, manejo, aprovechamiento sustentable y uso racional de la especie. Dado lo anterior se planteó el presente trabajo con el objetivo de caracterizar con base en atributos morfológicos muestras de nochebuena colectadas en diez estados de la República Mexicana y definir las relaciones genéticas entre ellas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolecta de material vegetativo se desarrolló de febrero a abril del 2010, a través de varetas de 30 cm de longitud de plantas silvestres, semicultivadas y cultivadas de nochebuena en los estados de México, Morelos, Guerrero, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Michoacán, Nayarit y Sinaloa. En total, se recolectaron 117 muestras de material vegetativo en diez estados (Canul *et al.*, 2013).

El material vegetativo recolectado se trasladó al Campo Experimental "Zacatepec" del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Morelos, ubicado a los 18° 39' N y 99° 11' O para su enraizamiento. El clima predominante es Aw, que corresponde al tipo cálido subhúmedo y lluvias en verano (García, 1980). A las varetas se les hizo un corte en bisel y se impregnó con Radix® 10000, enseguida se colocaron en macetas de 3.5 L de capacidad con mezcla de sustrato a base de hojas descompuestas de encino, atocle (suelo fluvial) y polvillo de coco Pelemix® (60:20:20 v/v). Las varetas emitieron raíz en un período de dos meses, y las plantas nuevas se cambiaron a maceta de 16 L con el mismo sustrato, donde permanecieron hasta la pigmentación de brácteas. El desarrollo fue en condiciones de malla aluminizada, termorreguladora con 60 % de luz.

La caracterización morfológica se realizó en cinco plantas por cada recolecta en etapa fenológica de tercer ciatio abierto. Se midió altura de planta (m) desde el cuello hasta el ciatio. En hoja se registró longitud sin peciolo (cm), longitud (cm) y ancho (cm) del peciolo, en ésta la parte más amplia. En bráctea, se midió largo (cm), ancho (cm), longitud del peciolo (cm); además, distancia entre la última hoja y la primera bráctea (cm), distancia entre la bráctea superior e inferior (cm). También se determinó diámetro de la inflorescencia principal (cm) sin considerar brácteas; así como, recuento de número de ramas, hojas y entrenudos. El diámetro de ramas (mm) y distancia de entrenudos (cm) se midieron en el segundo tercio superior de la planta. En el haz y envés, tanto de hoja como de bráctea, se determinaron elementos del color representados por luminosidad (L^*); cromaticidad (C^*) y matiz (H^*) (McGuire, 1992) mediante un espectrofotómetro portátil X-Rite (Modelo 3960).

Las características descritas fueron evaluadas mediante análisis de varianza. Con los promedios estandarizados a media cero y varianza uno, se realizó análisis de componentes principales como análisis exploratorio y análisis discriminante canónico para identificar las variables que mejor discriminan las recolectas de nochebuena con el software SAS Versión 8 (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en anchura de hoja y matiz del envés de hoja; y diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en los caracteres restantes. Estos resultados muestran diversidad fenotípica alta en los caracteres evaluados y pueden ser empleados como criterios de selección dentro de un programa de mejoramiento genético; así como para identificar individuos como progenitores potenciales.

La diversidad genética alta se debe a que las recolectas probablemente han interactuado con el medio natural que comparten en cada área geográfica. Poseen genes que les han conferido tolerancia a ciertos factores abióticos. Trejo *et al.* (2012) indican

que la nochebuena silvestre posee variación genética para tolerar frío, sequía, patógenos y mecanismos para el manejo postcosecha.

El análisis de componentes principales mostró que el primero explicó 21% de la variación morfológica total y se asoció a características de color, tanto del haz como del envés de hoja, específicamente luminosidad, cromaticidad y matiz. El segundo componente aportó 17% de variación morfológica y lo conformaron longitud y anchura de bráctea, longitud de peciolo de bráctea, altura de planta y número de ramas. El tercer componente explicó 11% de variación y estuvo asociado a largo de hoja y longitud de peciolo, y distancia entre la última hoja y primera bráctea. Estas

características determinan la apariencia fenotípica y arquitectura aérea de la planta de nochebuena.

como del envés de hoja (24), altura de planta (1.76 m) y diámetro de rama (10.79 mm) (Figura 1).

Las recolectas se ubicaron en los cuatro cuadrantes de los componentes principales 1 y 2. En el cuadrante 1 se localizaron 32 recolectas provenientes de los estados de México, Michoacán, Oaxaca y Veracruz, las cuales se caracterizan por haber alcanzado los valores mayores en luminosidad del haz (44) y envés de hoja (50); los valores menores en matiz del haz (112) y envés del haz (110); y menor diámetro de rama (9.33 mm). En el segundo cuadrante se ubicaron 24 recolectas provenientes de Oaxaca, Morelos, Puebla, Veracruz y Sinaloa; se caracterizan por los valores mayores de cromaticidad tanto del haz (24)

En el tercer cuadrante se distribuyeron 23 recolectas procedentes de Morelos, Nayarit, Guerrero y Veracruz, caracterizadas por tener menores valores en luminosidad del haz (36) y envés de hoja (44), menor tamaño de bráctea (anchura 2.50 cm y largo 11.27 cm) y longitud de peciolo (3.18 cm). Estos son materiales silvestres que crecen en su hábitat natural. En el cuarto cuadrante se ubicaron 38 recolectas pertenecientes a siete estados, sobresalientes por el tamaño mayor de bráctea (ancho 4.73 cm y largo 13.88 cm), longitud de peciolo de bráctea (5.27 cm) y altura menor de planta (1.38 m) (Figura 1).

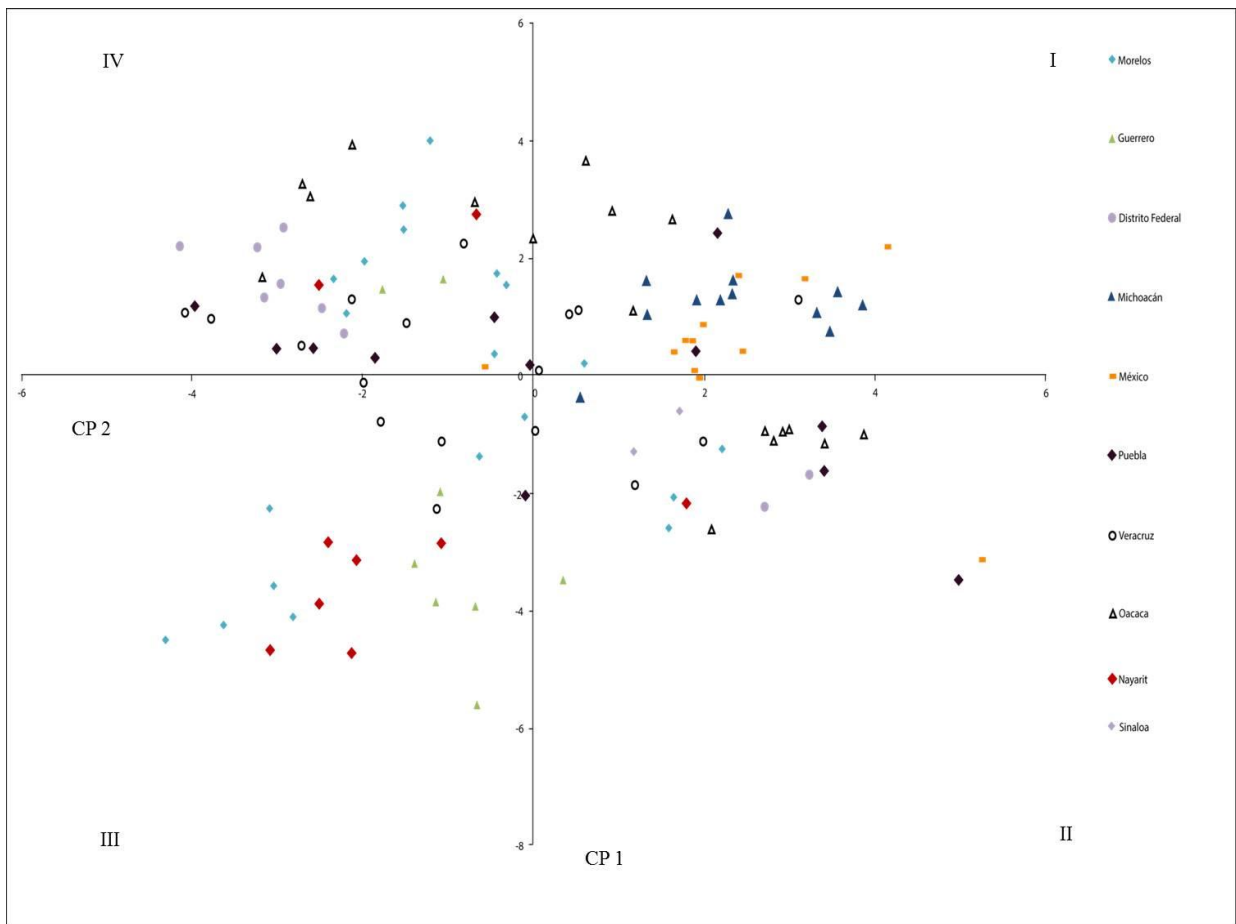


Figura 1. Distribución de recolectas de nochebuena en el plano bidimensional determinado por los componentes principales 1 y 2.

La técnica multivariada de componentes principales no logró separar las recolectas por estado de procedencia, pero se observa la formación de un grupo integrado por materiales silvestres en el tercer cuadrante (Figura 1). Estos resultados concuerdan con estudios de diversidad genética en especies de *Arracacia* mediante 100 caracteres morfológicos,

donde los tres primeros componentes principales explicaron 54% de la variabilidad total; sin embargo, éste análisis no diferenció poblaciones de *Arracacia equatorialis*, *A. incisa* y *A. xanthorrhiza* (Blas et al., 2008). Cuatro variables canónicas (CAN) explicaron 100 % de la variabilidad contenida en el germoplasma de nochebuena (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor propio de las variables canónicas y proporción de sus variaciones en recolectas de nochebuena caracterizadas. INIFAP. Zacatepec, Morelos. Ciclo 2010.

Variable canónica	Valor propio	Diferencia	Proporción	Acumulada	Probabilidad
1	6.53	2.75	46.41	46.41	0.0001
2	3.78	0.91	26.87	73.28	0.0001
3	2.86	1.97	20.36	93.64	0.0001
4	0.89	0.0	6.36	100.00	0.0001

La primera variable canónica aportó 46% de la variación total y estuvo conformada por el ancho de bráctea, matiz del envés de hoja, cromaticidad del haz de hoja y longitud del peciolo de hoja. La segunda variable explicó 27% y se integró por cromaticidad del envés de bráctea, luminosidad del envés de hoja y longitud del peciolo de hoja. Mientras que, la tercera variable aportó 20% y se asoció a longitud de lámina de hoja y cromaticidad del envés de hoja (Cuadro 2).

La contribución de las primeras dos variables canónicas fue menor en comparación con otros estudios. En cultivares de papa, la primera y segunda función discriminante canónica explicaron 84% de la variabilidad total (Miller et al., 2004). En el análisis de cuatro especies de *Chara* spp. mediante caracteres morfológicos, las dos primeras funciones canónicas representaron 81% del total de la variación (Urbaniak, 2010); mientras que, en *Telopea* spp. los primeros dos ejes mostraron 78 % de la variabilidad (Offord, 2006). Por otra parte, en estudios de diversidad de cuatro especies silvestres de *Arracacia*, las tres primeras variables canónicas explicaron el total de la variación y el primero explicó más de 92 % (Blas et al., 2008).

Las recolectas se ordenaron en los cuatro cuadrantes con base en la primera y segunda función canónica. En el primer cuadrante se ubicaron 46 recolectas procedentes en mayor proporción del estado de México, Veracruz, Michoacán, Puebla, Oaxaca y

Sinaloa; caracterizadas por presentar valores altos en luminosidad y cromaticidad del envés de hoja y valor menor en matiz del envés de hoja. En el segundo cuadrante se localizaron 22 recolectas de seis estados y se identificaron por menor longitud de peciolo de hoja (Figura 2).

En el tercer cuadrante se localizaron 23 recolectas procedentes de Morelos, Puebla, Distrito Federal, Veracruz y Oaxaca, identificadas por mostrar mayor anchura de bráctea, luminosidad del haz, cromaticidad del envés de bráctea, longitud de peciolo de hoja y bráctea. En el cuarto cuadrante se situaron 26 recolectas obtenidas en Morelos, Guerrero, Nayarit y Veracruz. Se trata de materiales silvestres que crecen en áreas de distribución natural, caracterizadas por presentar menores valores en luminosidad del haz de bráctea, cromaticidad del envés de bráctea, ancho de bráctea, longitud de peciolo de bráctea, luminosidad y cromaticidad del envés de hoja (Figura 2).

El análisis discriminante canónico separó las recolectas de nochebuena silvestre de la semicultivada y cultivada. Las recolectas de tipo silvestre se ubicaron en el cuarto cuadrante y los materiales restantes se agruparon en los cuadrantes uno, dos y tres (Figura 2). Se recolectaron plantas silvestres principalmente en la reserva ecológica el Texcal del estado de Morelos (Pagaza y Fernández, 2004); Guerrero, en la barranca el Salto del Niño,

Tehuilotepic, perteneciente al municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero (Lee, 2000), y Nayarit, en el área geográfica denominado Cerro Alto, de la localidad de

Tecuitata, municipio de San Blas. La semicultivada en traspatio y la cultivada en áreas de producción.

Cuadro 2. Coeficiente canónico (CAN) estandarizado de las características en el análisis discriminante de recolectas de nochebuena caracterizadas. INIFAP. Zacatepec, Morelos. Ciclo 2010.

Característica	CAN1	CAN2	CAN3
Diámetro de inflorescencia	0.0053	0.0478	0.1804
Ancho de bráctea	1.2405	-0.4120	0.6464
Largo de bráctea	-0.0203	-0.1189	0.3254
Luminosidad del haz de bráctea	0.0592	-0.5645	-0.1564
Cromaticidad del haz de bráctea	0.0079	0.4630	-0.7109
Matiz del haz de bráctea	0.0901	-0.0193	0.0451
Luminosidad del envés de bráctea	0.1997	0.1131	-0.2603
Cromaticidad del envés de bráctea	0.3658	-0.6076	1.0196
Matiz del envés de bráctea	-0.2591	-0.2506	0.5043
Longitud del peciolo de bráctea	0.7296	-0.2391	-0.0262
Distancia entre la bráctea superior e inferior	0.2458	-0.0207	0.1181
Distancia de la última hoja a la 1ª bráctea	-0.5510	0.1685	0.6122
Número de hojas	0.0751	0.1232	0.7179
Ancho de hoja	-0.0490	-0.3312	0.1490
Longitud de hoja	0.2243	0.0757	-1.1779
Luminosidad del haz de hoja	-0.1193	-0.1462	-0.5834
Cromaticidad del haz de hoja	0.9450	0.3831	-0.8816
Matiz del haz de la hoja	-0.0229	-0.0795	-0.0718
Luminosidad del envés de hoja	0.0659	0.6582	-0.0490
Cromaticidad del envés de hoja	-0.6269	-0.1877	1.5818
Matiz del envés de hoja	-1.3941	-0.3064	0.4756
Longitud del peciolo de hoja	-0.3310	-0.5963	0.3310
Altura	0.5814	-0.3429	0.3283
Número de ramas	-0.2597	-0.4026	0.0840
Diámetro de ramas	-0.2651	0.1832	-0.3820
Distancia entrenudos	0.2063	-0.1555	-0.3652
Número de entrenudos	0.2558	0.5157	-0.2613

Caso especial y relevante es lo encontrado en las recolectas del estado de Morelos, donde sus habitantes han cultivado nochebuena de sol por muchos años y ahora ocupa el primer lugar en producción (Galindo-García *et al.*, 2012). Probablemente por eso las recolectas de Morelos se localizan dispersas en los cuadrantes (Figura 2).

Otro aspecto importante, es que las recolectas de plantas semicultivadas y cultivadas no se lograron separar. Sin embargo, es posible identificar un grupo de recolectas provenientes de Veracruz, Sinaloa,

estado de México, Michoacán, Puebla, Oaxaca y Morelos, localizada en el cuadrante uno; otro grupo estuvo formado por colectas obtenidas en Veracruz, Morelos, Oaxaca, Puebla y Distrito Federal, ubicados en los cuadrantes dos y tres (Figura 2). Esta indefinición de grupos sugiere la necesidad de realizar estudios mediante marcadores moleculares.

El traslape que existe entre materiales semicultivados y cultivados mediante análisis discriminante ha sido señalado en otros estudios. Este tipo de análisis fue aplicado por Blas *et al.*, (2008) sin lograr la separación

de tres poblaciones de *A. equatorialis* con respecto a *A. xanthorrhiza*, y señalan que pudo ser debido al flujo génico natural entre ambas especies y a la producción de semillas híbridas viables. De manera similar, los resultados de Hodálová (1999) obtenidos con base en caracteres morfológicos de *Senecio nemorensis* mostraron que la distribución de las subespecies presentó traslape.

Los caracteres que integran las variables canónicas se pueden considerar como criterios de selección y se

pueden aplicar en el mejoramiento genético de nochebuena, ya que las características de hoja y bráctea como color, tamaño y forma determinan el valor estético de la planta. Además, altura y estructura facilitan el equilibrio entre planta y contenedor (maceta). Daoyu y Lawes (2000) afirman que las funciones canónicas 1 y 2 permiten la identificación y selección de familias para número de flores y vigor precoz.

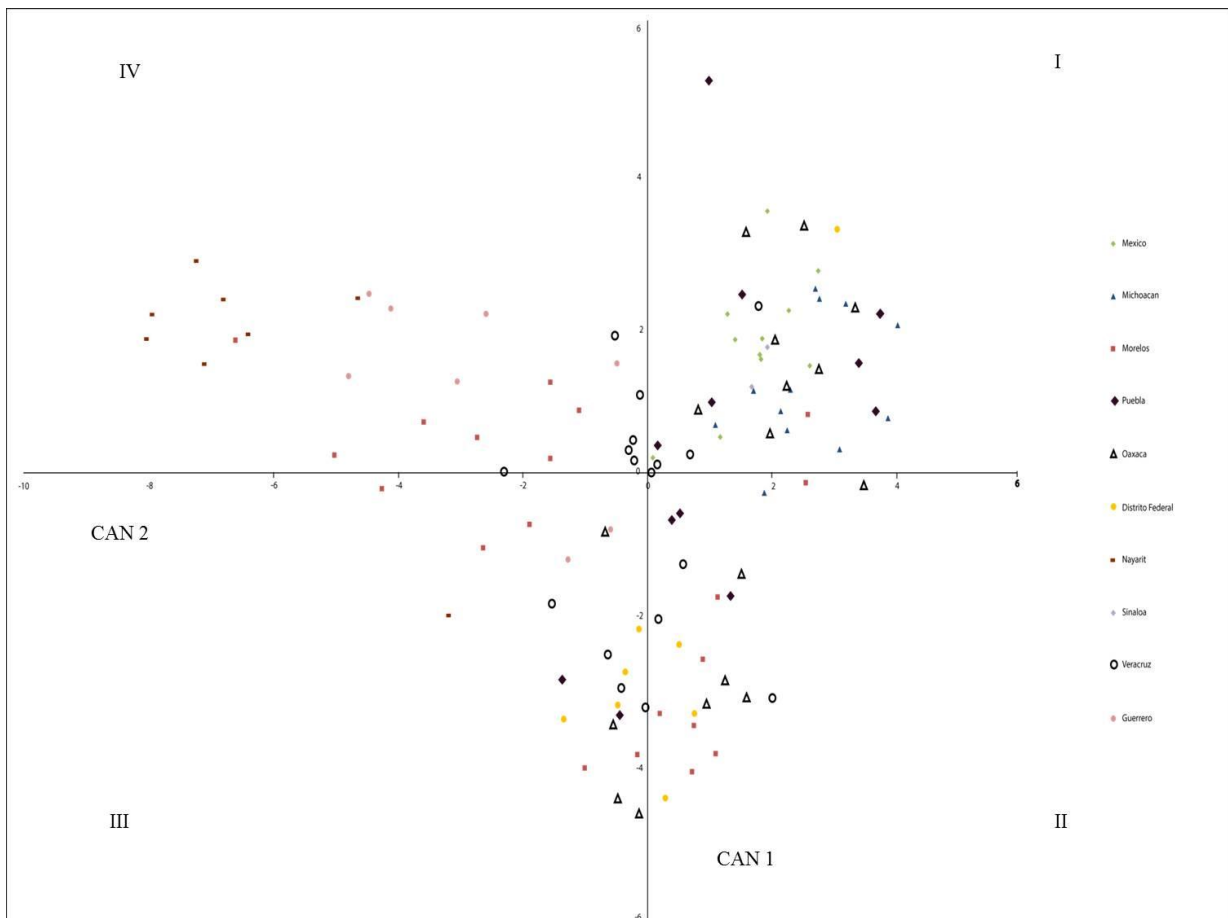


Figura 2. Distribución de recolectas de nochebuena en el plano determinado por las funciones canónicas 1 y 2.

CONCLUSIONES

El análisis morfológico determinó diversidad genética amplia del germoplasma nacional de nochebuena. Los marcadores morfológicos no fueron eficientes para

agrupar las recolectas por estado de procedencia, pero permitieron diferenciar materiales silvestres de los semicultivados y cultivados.

La relación genética entre las recolectas se evidenció con los análisis discriminante canónico y componentes principales. Los caracteres que integran las variables

canónicas se pueden retomar para utilizarlos en el mejoramiento genético de nochebuena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blas R; Ghislain M; Herrera M del R; Baudoin J (2008). Genetic diversity analysis of wild *Arracacia* species according to morphological and molecular markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55:625-642.
- Canul KJ, García PF, Osuna CFJ, Ramírez RS, Barrios GEJ (2013). Recursos genéticos de nochebuena en México, colecta de germoplasma para mejoramiento genético. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México* 1(2):20-26.
- Collard BCY; Jahufer MZZ; Brouwer JB; Pang ECK (2005). An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts. *Euphytica* 142:169-196.
- Cruz-Carrillo JG; Ganeshanandam S; MacKay BR; Lawes GS; Lawoko CRO; Wooley DJ (1994). Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. *HortScience* 29:1115-1119.
- Daoyu Z; Lawes GS (2000). Manova and discriminant analysis of phenotypic data as a guide for parent selection in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) breeding. *Euphytica* 114:151-157.
- Ecke P; Faust JE; Higgins A; Williams J (2004). *The Ecke Poinsettia Manual*. 1st. edition. Ball Publishing. Batavia, Illinois 60510. 287 p.
- Galindo-García DV; Alia-Tejacal I; Andrade-Rodríguez M; Colinas-León MT; Canul-Ku J; Sainz-Aispuro M de J (2012). Producción de nochebuena de sol en Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:751-753.
- García ME (1980). *Apuntes de Climatología*. 3^a edición. Talleres de Larios e hijos Impresores. D. F., México. 153 p.
- Hodálová I (1999). Multivariate analysis of the *Senecio nemorensis* group (compositae) in the carpathians with a new species from the east carpathians. *Folia Geobotánica* 34:321-335.
- Lee I (2000). Phytoplasma casts a magic spell that turns the fair poinsettia into a Christmas showpiece. Online. *Plant Health Progress* doi: 1094/PHP-2000-0914-01-RV.
- McGuire GR (1992). Reporting of objective color measurement. *HortScience* 27:1254-1255.
- Miller J C; G C Tai; B Ouellette; J P Miller (2004). Discriminating russet norkotah intraclonal selections using canonical and cluster analysis. *American Journal of Potato Research* 81:203-207.
- Offord CA (2006). Analysis of characters and germplasm of significance to improvement of Australian native waratahs (*Teleopea* spp., family Proteaceae) for cut flower production. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53:1263-1272.
- Pagaza CE; Fernández NR (2004). La familia bombacaceae en la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 17: 71-102.
- Pagnotta MA; Annicchiarico P; Farina A; Proietti S (2011). Characterizing the molecular and morphophysiological diversity of Italian red clover. *Euphytica* 179:393-404.
- Parra-Quijano M; Iriondo M; Torres E (2012). Ecogeographical land characterization maps as a stool for assessing plant adaptation and their implications in agrobiodiversity studies. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59:205-217.
- SAS, Institute Inc. 2000. *SAS User's Guide*. Release 8.1. (Eds). SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Taylor JM; Lopez RG; Currey CJ; Janick J (2011). The poinsettia: history and transformation. *Chronica Horticulturae* 51:23-28.
- Trejo L; T P Feria; K M Olsen; L E Eguiarte; B Arroyo; J Gruhn; M E Olson (2012). Poinsettia's wild ancestor in the mexican dry tropics: historical, genetic, and environmental evidence. *American Journal of Botany* 99:1146-1157.
- Urbaniak J (2010). Analysis of morphological characters of *Chara baltica*, *C. hispida*, *C. horrida* and *C. rudis* from Europe. *Plant Systematics and Evolution* 286:209-221.