



Distribution of *Euphorbia strigosa* Hook and Arn a Mexico native plant with ornamental potential

Distribución de *Euphorbia strigosa* Hook and Arn planta nativa de México con potencial ornamental

Valdez-Hernández, E. F.¹, Flores-Vilchez, F.^{2*}, Pedraza-Santos, M. E.³, Colinas-León, M. T.⁴,
Ramírez-Guerrero, L. G.⁵, Martínez-Cárdenas, L.², García-Díaz, R. F.⁶

Universidad Autónoma de Nayarit, ¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias.

²Secretaría de Investigación y Posgrado. México. ³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

⁴Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, . México. ⁵Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ⁶Unidad Académica de Ingeniería Agroecológica. UNIMINUTO. Colombia.

ABSTRACT

The area of historical and current distribution of the pasquilla (*Euphorbia strigosa*) was determined. It is a plant native to Mexico with ornamental potential that was considered endemic in Nayarit. So far, the information regarding its conservation or culture is scarce and has been published in documents difficult to get access to. In the present study a database with 239 bibliographic records was created. 232 new location coordinates *in situ* in the state of Nayarit, Mexico were also generated. The above information was analyzed with the geographic information system, ArcGis10. Not having found truthful records of occurrence in another country, the Mexican origin of the species was confirmed. The distribution was located in the west and northwest areas of Mexico, where the Sierra Madre Occidental, Sierra del Sur and Trans volcanic Belt converge. The characteristic vegetation is dry forest and coniferous/oak forest. The predominant climates were warm sub-humid and sub-humid temperate. Although the states with the highest occurrence are Jalisco and Nayarit, endemism was discarded for Nayarit because it was located in eight states; however, it could be regarded as an area with great abundance. In the

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: November 30th 2016.

Accepted/Aceptado: June 16th 2017.

Available on line/Publicado: October 18th 2018.

*Corresponding Author:

Fernando, Flores-Vilchez, Universidad Autónoma de Nayarit, Secretaría de Investigación y Posgrado, Dirección de Fortalecimiento de Investigación. Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Col. Centro. C.P. 63000, Phone: +52(311) 122 7776; 211 8800 ext. 8996. E-mail: vilchez@hotmail.com

RESUMEN

Se determinó el área de distribución histórica y actual de la pasquilla (*Euphorbia strigosa*), una planta nativa de México con potencial ornamental que se consideraba endémica de Nayarit. Hasta el momento, la información sobre su estado de conservación o cultivo es escasa y ha sido publicada en documentos de difícil acceso. En el presente estudio, se generó una base de datos con 239 registros bibliográficos y de herbario. También se crearon 232 nuevas coordenadas de la localización *in situ* en el estado de Nayarit, México. La información anterior se analizó en el sistema de información geográfica, ArcGis10. Al no encontrar registros verídicos de ocurrencia en otro país, se corroboró el origen mexicano de la especie. La distribución de la especie se localizó en la zona occidente y noroeste del país, donde confluyen la Sierra Madre Occidental, la Sierra del Sur y el Eje Neovolcánico. La vegetación característica es la selva seca y el bosque de coníferas/encinos. Los climas predominantes fueron el cálido sub-húmedo y el templado sub-húmedo. Aun cuando los estados con mayor ocurrencia son Jalisco y Nayarit, se desmiente el endemismo en Nayarit, debido a que, fue localizada según los registros de herbario en otros ocho estados del país; sin embargo, podría considerarse como una zona con gran abundancia. En el estado de Nayarit se encontraron especímenes silvestres en los municipios de Tepic, Xalisco y San Pedro Lagunillas.

state of Nayarit, wild specimens were found in the municipalities of Tepic, Xalisco and San Pedro Lagunillas.

KEY WORDS

Germplasm; Location; Plant genetic resources; Pascuilla flower.

Introduction

In the current context of sustainability, it is a priority to identify species distribution, because it is the basis to establish the status of the habitat, population demography and related species, so as to design conservation programs (Vázquez, 2011). Understanding the characteristics of the environment in which the species of anthropological interest develop, is of great value for conservation and plant breeding. With this information, it is possible to carry on autecology works and to define the suitable agronomic environments for characterization studies, evaluation, increasing and regeneration of vegetal materials. Furthermore, understanding the site in which a species is frequently spotted, allows the researcher to establish a direct link with the communities that are in contact with it; this way the knowledge related to use, biology or phenology of the species being studied is broaden and enriches the criteria in its genetic improvement (Santiaguillo *et al.*, 2010).

In the state of Nayarit, Mexico, there are reports of natural populations of *Euphorbia strigosa* Hook and Arn (flor de pascuilla), which could be considered a dwarf version of *Euphorbia pulcherrima* or "nochebuena" (Mostul and Cházaro, 1996). This species has an ornamental potential because it has red or crimson bracts, a sport smaller than 35 cm and tuberous roots. The small sport is a characteristic that for decades the nochebuena plant breeders have been looking for because in the wild the nochebuena can grow up more than three meters high (Taylor *et al.*, 2011). In order to obtain small sport commercial specimens, it is necessary to make use of a series of agronomic strategies which increase the production cost, such as live staking, pinching, growth regulators application, among others, (Pérez-López *et al.*, 2005; Cabrera *et al.*, 2006; Alia-Tejacal *et al.*, 2011). The characteristics of pascuilla can favor direct sowing, elimination or phyto regulators and reduction of production and even environmental costs. The crimson coloring can

PALABRAS CLAVE

Germoplasma; Localización; Recursos fitogenéticos; Flor de pascuilla.

Introducción

En el contexto actual de sustentabilidad es prioritario conocer la distribución de las especies, ya que es la base para establecer la situación actual del hábitat, demografía poblacional y las especies relacionadas y con ello diseñar programas de conservación (Vázquez, 2011). El conocimiento de las características del medio en el que se desarrollan las especies de interés antropológico es, de gran valor en la conservación y el fitomejoramiento. Con esta información se pueden realizar trabajos de autoecología y definir los ambientes agronómicos propicios para estudios de caracterización, evaluación, incremento y regeneración de materiales vegetales. Además, el conocimiento del sitio donde se reporta una especie frecuentemente, permite al investigador establecer comunicación directa con las comunidades en contacto con ella; de esta forma se amplía el conocimiento relativo a la utilización, biología o fenología de la especie en estudio y enriquece los criterios en su mejoramiento genético (Santiaguillo *et al.*, 2010).

En el estado de Nayarit, México, existen reportes de poblaciones naturales de *Euphorbia strigosa* Hook and Arn (flor de pascuilla) que podría considerarse una versión enana de la *Euphorbia pulcherrima* o "nochebuena" (Mostul y Cházaro, 1996). Esta especie posee potencial ornamental, debido a que presenta brácteas de color rojo o carmesí, cuenta con un porte menor a los 35 cm y tiene raíces tuberosas. El porte bajo es una característica que por décadas los mejoradores de la nochebuena han buscado, ya que de manera silvestre la nochebuena puede llegar a medir más de tres metros de altura (Taylor *et al.*, 2011). Para obtener ejemplares comerciales con portes pequeños se debe emplear una serie de estrategias agronómicas que aumentan el costo de producción como lo son el enraizado de estacas, el pinchado, la aplicación de reguladores de crecimiento, entre otras (Pérez-López *et al.*, 2005; Cabrera *et al.*, 2006; Alia-Tejacal *et al.*, 2011). Las características de la pascuilla pueden favorecer la siembra directa, la eliminación de fitoreguladores, así como disminuir los costos de producción e inclusive ambientales. El color carmesí, podría aportar características que amplíen aún más la gama de colores presentes en la nochebuena comercial

contribute characteristics that broaden even more the color range present in commercial nochebuena (Flor de nochebuena, 2015). Mayfield (1997) identifies the *E. strigosa* as native from Nayarit and the west of Jalisco, Mexico; which distributes, although not very abundantly, in the western slopes of Sierra Madre Occidental in vegetation of dry tropical forest, but its ecological status is still unknown.

On the other hand, technological advances in georeferentiation studies, help determine with much precision the sites in which the *taxa* vegetal of interest locate or may be located (prospection or potential distribution studies). Knowing the location where vegetal species of anthropocentric interest grow naturally or in cultivations, allows the researcher to identify in detail the characteristics of the geographical, physical and biological environment in which phylogenetic resources are present and have evolved (Santiaguillo et al., 2010). In this research it was considered that a revision of the database information of herbariums about *E. strigosa*, will allow to identify the general historical distribution of the species. Furthermore, the search of wild material in Nayarit was also considered where populations have been reported, it may be useful to identify the altitude, temperature, coverage and land use conditions where it develops. Therefore, the current and historical distribution area of *E. strigosa* in the state of Nayarit was determined through a geographic information system.

Materials and Methods

Bibliographic reference

The historical distribution area of *E. strigosa*, was estimated through documental revisions such as Dressler (1961) and Mayfield (1997) work with *Euphorbias*, the herbariums' online database (Royal Botanical Gardens, Red Mundial de Información sobre la Diversidad, Missouri Botanical Garden, Global Biodiversity Information Facility, Field Museum of Natural History Botany) were also reviewed. It was also consulted the database information of "Red Nochebuena", updated until 2013, of the Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (not available online), created from on-site consults of: Hortorio del Colegio de Postgraduados, Chapingo, México; Herbario de la Universidad Autónoma de Guadalajara (Carlos L. Díaz Luna., Herbario del Instituto de Botánica-Jalisco, Instituto de Botánica. Zapopan, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Facultad de Geografía, Departamento de Botánica y Zoología); Herbario de

(Flordenochebuena, 2015). Mayfield (1997) identifica a la *E. strigosa* como nativa de Nayarit y del occidente de Jalisco, México; que se distribuye, aunque no muy abundantemente, en las laderas occidentales de la Sierra Madre Occidental en vegetación de bosque seco tropical, pero aún se desconoce su estatus ecológico.

Por otro lado, los avances tecnológicos para realizar estudios de georreferenciación, ayudan a determinar con mucha precisión los sitios en los que se ubican o podrían ubicarse (estudios de prospección o distribución potencial) los *taxa* vegetales de interés. El conocimiento de los sitios en los que las especies vegetales de interés antropocéntrico crecen de manera natural o en cultivo, permite al investigador identificar detalladamente las características del medio geográfico, físico y biológico en los que se presentan y han evolucionado los recursos fitogenéticos (Santiaguillo et al., 2010). En el presente estudio se consideró que una revisión de la información de bases de datos de herbarios sobre *E. strigosa*, permitirá identificar la distribución histórica general de la especie. También fue considerada la búsqueda de material silvestre en Nayarit, donde se han reportado poblaciones, puede ser útil para identificar las condiciones de altitud, temperatura, cobertura y uso de suelo en que se desarrolla. Para ello, se determinó el área de distribución histórica y actual de *E. strigosa* en el estado de Nayarit, mediante un sistema de información geográfica.

Materiales y Métodos

Información bibliográfica

El área de distribución histórica de *E. strigosa*, se estimó mediante revisiones documentales como lo son los trabajos de Dressler (1961) y Mayfield (1997) con *Euphorbias*, también se revisaron las bases de datos de los herbarios en línea (Royal Botanical Gardens, Red Mundial de Información sobre la Diversidad, Missouri Botanical Garden, Global Biodiversity Information Facility, Field Museum of Natural History Botany). Además, se contó con la información de la base de datos "Red nochebuena", actualizada hasta el año 2013, del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (no disponible en línea), creada a partir de consultas en físico de: Hortorio del Colegio de Postgraduados, Chapingo, México; Herbario de la Universidad Autónoma de Guadalajara (Carlos L. Díaz Luna., Herbario del Instituto de Botánica-Jalisco, Instituto de Botánica. Zapopan, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Facultad de Geografía, Departamento de Botánica y Zoología);

la Universidad Autónoma de Sinaloa (Escuela Superior de Agricultura); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Plantas Mexicanas colectadas por Ladislao Paray); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional-México, D. F., CIIDIR Durango; Herbario Nacional de México (MEXU) and Herbarium of the University of Michigan.

The information was registered creating a database with the software *Excel* including the following: scientific name, common name, longitude (degrees-minutes-seconds), altitude, date (month-year), municipality and state. Once the information was captured, the location, unification, georeferentiation and general geographic validation was made using the software *Arc View Version 10.0*, CONABIO (2008). With the aim of finding inconsistencies, repetitions or lack of information, a normalization was executed, which allows to reduce the volume data and delete redundant information, following the process described by Escobar *et al.*, (2014).

Reconnaissance

To confirm the bibliographic investigation obtained, visits to lands of Nayarit, Mexico (Tepetitlic, Amatlán de Cañas, Santa María del Oro, Presa el Cajón, San Blas, Mesa del Nayar, El Venado, Chilte, Potrero de la Palmita, Tuxpan, Cofradía, Costilla, Compostela, San Cayetano, Pantanal, Xalisco, San Juan, y Cuarenteño), pointed in the previously mentioned literature or suggestions from researchers who remembered their presence in journeys around the areas were made. The reconnaissance was performed from January to August 2014. The morphologic indicator to distinguish the existence of plants of this species was the presence of pigmented bracts. The places identified with these florae were referenced with the use of an equipment Garmin Etrex 10[®], adjusted to the world geographic coordinates system WGS84 with Universal Transverse Mercator (UTM) zone 13 north, because this type of coordinates is shown in meters and the equipment facilitates calculation and operation.

Data Analysis

Initially, two work charts were made, the first one with the geographic coordinates of the revision, which were transformed into UTM with the asturnatura utilities software (<http://www.asturnatura.com>). The second chart was the result of the *in-situ* reconnaissance data capturing in Nayarit. Once captured and transformed, both coordinates were saved in one chart as a csv file, (comma-separated

Herbario de la Universidad Autónoma de Sinaloa (Escuela Superior de Agricultura); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Plantas Mexicanas colectadas por Ladislao Paray); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional-México, D. F., CIIDIR Durango; Herbario Nacional de México (MEXU) y Herbarium of the University of Michigan.

La información se registró creando una base de datos en el programa *Excel* con lo siguiente: nombre científico, nombre común, longitud (grados-minutos-segundos), latitud (grados-minutos-segundos), altitud, fecha (mes-año), municipio y estado. Una vez capturada la información, se realizó la depuración de los datos de localización, unificación, georeferenciación y validación geográfica general con ayuda del software *Arc View Versión 10.0*, CONABIO (2008). Con el fin de encontrar inconsistencias, repeticiones o falta de datos, se ejecutó una normalización, que permite reducir el volumen de los datos y eliminar la información redundante, siguiendo el procedimiento descrito por Escobar *et al.*, (2014).

Recorridos de reconocimiento

Para constatar la indagación bibliográfica obtenida se realizaron visitas a predios de Nayarit, México (Tepetitlic, Amatlán de Cañas, Santa María del Oro, Presa el Cajón, San Blas, Mesa del Nayar, El Venado, Chilte, Potrero de la Palmita, Tuxpan, Cofradía, Costilla, Compostela, San Cayetano, Pantanal, Xalisco, San Juan, y Cuarenteño), señalados en la literatura anteriormente detallada o recomendaciones de investigadores que recordaban su presencia en recorridos por las zonas. Los recorridos se realizaron de enero a agosto de 2014. El indicador morfológico para distinguir la existencia de plantas de esta especie fue la presencia de brácteas pigmentadas. Los lugares identificados con esta flora se referenciaron con apoyo de un equipo Garmin Etrex 10[®], ajustado al sistema de coordenadas geográficas mundial WGS84 con proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) zona 13 norte, debido a que este tipo de coordenadas se representa en metros, y el equipo facilita para calcular y operar.

Análisis de datos

Inicialmente se elaboraron dos tablas de trabajo, la primera con las coordenadas geográficas de la revisión, las cuales fueron transformadas a UTM, con el programa de utilidades de asturnatura (<http://www.asturnatura.com>). La segunda tabla fue el resultado de la captura de datos de reconocimiento *in situ* en Nayarit. Una vez capturadas y transformadas ambas coordenadas se guardaron en una

values), to be able to enter the chart into the software Arc Gis 10[®] (Puerta-Tuesta *et al.*, 2011). Once entered into the software, a map in shapefile format was developed, which was used to superimpose over the digital map of the Mexican Republic to identify its distribution in the states; then, over the map of the municipalities of Nayarit and then in the topographic maps and coverage with land use (IV series), to identify the distribution based on the characteristics of altitude, besides the coverage and land use; the maps were provided by the National Institute of Statistics and Geography (INEGI).

The climate variables to identify which affect the distribution, were obtained with the software Diva-gis[®] version 7.5, linking the map created in shapefile format with the coordinates from the species revisions and localization, with the 20 bioclimate variables related with altitude, temperature and precipitation defined in the database of Worldclim bioclimate information, with a 2.5-minute resolution. Said software is designed to automatically verify the accuracy of the coordinate data and it is also capable of providing climate estimations in places where the germplasm was collected (Hijmans *et al.*, 2005). Besides, the information compounds of 20 variables, while the local stations offer a lower number of variables and are located at a distance farther than 5 km from one another.

With the results of the 20 variables obtained from the software, basic statistical analysis was made. To identify the ones of higher influence in the country's species distribution, a variable contribution analysis was made with the Jackknife test with the software MAXENT[®] (Maxent, 2016).

Results and Discussion

Out of the 239 initial data, only 121 historical references were useful, due to the fact that, among the references discarded by filtering, they were found repeated, because many on-line herbariums make reference to visited herbariums or bibliographic references that appoint the same specimen. Out of the 121 useful references, these were made by 68 collectors individually or in collaboration.

The Royal Botanic Gardens Kew database (Kew, 2014), reports the taxonomic synonymous (heterotypical) of *Poinsettia pedunculata* Klotzsch and Garcke in 1856,

sola tabla como un archivo tipo csv, (texto separado por comas), para poder ingresar la tabla al programa Arc Gis 10[®] (Puerta-Tuesta *et al.*, 2011). Una vez ingresada al programa, se desarrolló un mapa en formato shapefile, mismo que se utilizó para sobreposicionar sobre el mapa digital de la República Mexicana, para identificar su distribución en los estados; después sobre el mapa de los municipios de Nayarit y después en la carta de topografía y cobertura con uso de suelo (serie IV), para identificar la distribución con base en las características de altitud, además, de la cobertura y uso de suelo; las cartas fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las variables climatológicas para identificar cuales influyen en la distribución se obtuvieron con el programa Diva-gis[®] versión 7.5, concatenando el mapa creado en formato shapefile con las coordenadas derivadas de las revisiones y localización de la especie, con las 20 variables bioclimáticas relacionadas con la altura, temperatura y precipitación definidas en la base de datos de información bioclimática Wordclim, con una resolución de 2.5 minutos. Dicho programa está diseñado para comprobar automáticamente la exactitud de los datos de coordenadas, y también puede proveer estimaciones del clima en localidades donde se colectó el germoplasma (Hijmans *et al.*, 2005). Además, la información se compone de 20 variables, mientras que las estaciones locales ofrecen un número menor de variables y se encuentran a más de 5 km de distancia entre ellas.

Con los resultados de las 20 variables obtenidas del programa, se realizaron análisis estadísticos básicos. Para identificar las de mayor influencia en la distribución de la especie en el país, se realizó un análisis de contribución de variables con el test de Jackknife con el software MAXENT[®] (Maxent, 2016).

Resultados y Discusión

De los 239 datos iniciales solamente 121 referencias históricas fueron útiles, debido a que, entre las referencias eliminadas por la depuración se encontraron repetidas, por motivo de que, varios herbarios en línea hacen referencia a herbarios visitados o citas bibliográficas que señalan al mismo ejemplar. De las 121 referencias útiles, estas se realizaron por 68 colectores en forma individual o en colaboración.

La base de datos del Royal Botanic Gardens Kew (Kew, 2014) reporta los sinónimos taxonómicos (heterotípicos)

Euphorbia asperifolia Engelm. ex Boiss en 1862 and *Euphorbia pedunculata* Klotzsch ex Jabl in 1974. The nomenclatural synonym (homotopical) of *Poinsettia strigosa* Hook and Arn mentioned by Arthur (1911) and the name currently used of *Euphorbia strigosa* Hook and Arn, which corresponds to Hooker, William Jackson and George Arnott Walker. The binomial nomenclature for this species derives from *Euphorbia* because in 1753 Carlos Linneo assigned the name to all the genus (Marrero *et al.*, 2000) and "*strigosa*" comes from the latin epithet which means "with bristles" (CONABIO, 2016). The changes or evolution in the scientific name of a species are normal most of the time due to the process of advance in the knowledge of the plants (Trejo-Torres, 2012). The common names of "flor de pascuilla" mentioned by Mostul and Cházaro (1996), and "pata de gallo" in the colloquial language of an inhabitant of Nayarit were identified.

Out of the 239 references obtained, 238 locate *E. strigosa* in Mexico, only one from "Global Biodiversity Information Facility" locates it in Jamaica; nevertheless, when examining the specimen digitally available on Royal Botanic Gardens, Kew, an edition mistake was observed, because the reference "ROYALKEW 4" corresponds to a copy of a specimen that belongs to the state of Veracruz, México, identified in Zacuapan, which is also a mistake because such place does not exist. It may be referring to Zacualpan, municipality located in the Huasteca Baja region, at an altitude of 670 MASL. Not finding truthful information about the incidence in another country, it can be verified that the species is endemic to Mexico. This is possible to explain because of the report in the patten of endemism and genus disjunction analysis of Euphorbiaceae by Martínez and Morrone (2005), who appoint that the high degree of regional genus endemism which presents the family (61.3 %), an active speciation and scarce dispersion to other regions after the main variable events is explained.

The reports of years 1838 to 2012 were identified; historically, 33 % did not present collection month reference, the months with higher incidence are March (17 %) and January (14 %), while in the reconnaissance *in situ* were May (65 %) and April (22 %), as shown in Figure 1.

Finding pigmented *E. strigosa* in months different from October-January, in which traditional "nochebuena" is found pigmented (Galindo-García *et al.*, 2012), could be an ornamental attribute for its commercialization or to

de *Poinsettia pedunculata* Klotzsch and Garcke en 1856, *Euphorbia asperifolia* Engelm. ex Boiss en 1862 y *Euphorbia pedunculata* Klotzsch ex Jabl en 1974. El sinónimo nomenclatural (homotípico) de *Poinsettia strigosa* Hook and Arn señalado por Arthur (1911) y el nombre utilizado actualmente de *Euphorbia strigosa* Hook and Arn, que correspondiente a Hooker, William Jackson y George Arnott Walke. La nomenclatura binomial para esta especie se deriva de *Euphorbia* ya que en 1753 Carlos Linneo asignó el nombre a todo el género (Marrero *et al.*, 2000) y "*strigosa*" proviene del epíteto latino que significa "con cerdas" (CONABIO, 2016). Los cambios o evolución en el nombre científico de una especie son normal en la mayoría de las ocasiones debido al proceso de avance del conocimiento que se tiene de las plantas (Trejo-Torres, 2012). Se identificaron los nombres comunes de "flor de pascuilla" que señalan Mostul y Cházaro (1996), y "pata de gallo" en lenguaje coloquial de un poblador de Nayarit.

De las 239 citas recabadas, 238 sitúan a *E. strigosa* en México, solo una de "Global Biodiversity Información Facility" la identifica en Jamaica; sin embargo, al examinar el ejemplar disponible en forma digital en Royal Botanic Gardens, Kew, se observó un error en la edición, debido a que la cita "ROYALKEW 4" corresponde a una copia de un ejemplar perteneciente al estado de Veracruz, México, identificada en Zacuapan, lo que también es un error ya que dicho lugar no existe. En todo caso podría referirse a Zacualpan, municipio ubicado en la región de la Huasteca Baja a una altura de 670 msnm. Al no encontrar información verídica sobre la incidencia en otro país se puede corroborar que la especie es endémica de México. Esto es posible explicarlo por lo reportado en el análisis de patrones de endemismo y disyunción de géneros de Euphorbiaceae por Martínez y Morrone (2005), quienes señalan que el alto grado de endemismo genérico regional, que presenta la familia (61.3 %), se explica una especiación activa y dispersión escasa a otras regiones, después de los principales eventos variantes.

Los reportes se identificaron de los años 1838 a 2012; históricamente el 33 % no presento referencia de mes de colecta, los meses con mayor incidencia son marzo (17 %) y enero (14 %), mientras que en el reconocimiento *in situ* fueron mayo (65 %) y abril (22 %), como se puede apreciar en la Figura 1.

Encontrar *E. strigosa* pigmentada en meses diferentes a octubre-enero, en el que se encuentra pigmentada la tradicional "nochebuena" (Galindo-García *et al.*, 2012) podría

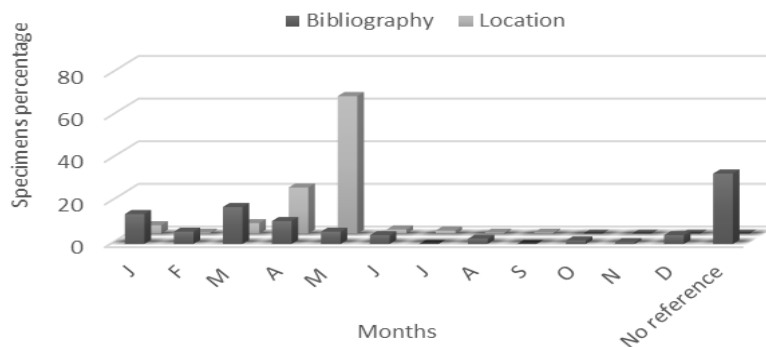


Figure 1. Months in which the presence of pigmented wild specimens of *Euphorbia strigosa*, were recorded.

Figura 1. Meses en los que se reporta la presencia de especímenes silvestres pigmentados de *Euphorbia strigosa*.

improve nochebuena with *E. strigosa* genetic information and this way the market of these species would have pigmented material almost the whole year. Another advantage is that due to the long coloring duration of the plant, they could be chosen to decorate gardens as it happens with geranium and roses, with sales throughout the year; while the nochebuena is in the market only during December and once the pigmentation is gone off its bracts, this plant is disposed in many occasions.

The absence of *E. strigosa* plants pigmented in some periods or zones where their presence was previously referred, could be due to the fact that this species may require special climate conditions for its floral differentiation (pigmentation), similar to those which the nochebuena needs, such as a dark interrupted period of approximately 12 hours and 20 minutes (Ecke *et al.*, 2004), an optimal temperature of 16 to 22 °C and preferably night temperatures of 28 °C (Canul *et al.*, 2012). It is unknown if the climate factors present throughout the previous year to search, were not the adequate for it differentiation; therefore it is necessary to perform more exploration journeys in different dates from the mentioned months, to verify this inference or it is simply due to the low botanical exploration during said months, the anthropogenic influence as it was in places in which sugar cane cultivations existed (which hinders the access to land during more than a year), avocado (frequent weed elimination techniques) and forest fires.

As shown in Figure 2, *E. strigosa* mainly distributes in the western and northern areas of the country, in this area the

ser un atributo ornamental para su comercialización o para mejorar la nochebuena con información genética de *E. strigosa* y, de esta forma, el mercado de estas especies contaría con material pigmentado casi todo el año. Otra ventaja es que debido a la larga duración del colorido de la planta podrían ser seleccionadas para decorar jardines como sucede con el geranio y las rosas, con ventas todo el año; mientras que la nochebuena tiene mercado solo en época decembrina y una vez pasada la pigmentación de sus brácteas, esta planta es desechada en muchas ocasiones.

La ausencia de plantas de *E. strigosa* pigmentadas en algunos periodos o zonas donde se citó con antelación su presencia, podría deberse a que esta especie podría requerir condiciones climáticas especiales para su diferenciación floral (pigmentación), similares a las que necesita la nochebuena, tales como un periodo ininterrumpido de oscuridad de aproximadamente 12 horas con 20 minutos (Ecke *et al.*, 2004), una temperatura óptima de 16 a 22 °C y preferiblemente temperaturas nocturnas de 28 °C (Canul *et al.*, 2012). Se desconoce si los factores climáticos presentes durante el año anterior a la búsqueda, no fueron los adecuados para su diferenciación; por lo tanto, es necesario llevar a cabo más viajes exploratorios en fechas diferentes a los meses mencionados, para corroborar esta inferencia o simplemente se puede deber a la poca exploración botánica en dichos meses, a la influencia antropogénica como lo fue en lugares donde existían cultivos de caña (que se impide el acceso a los terrenos por más de un año), de aguacate (técnicas de eliminación de malezas constantes) e incendios forestales.

Sierra Madre Occidental, Sierra del Sur and the Trans volcanic belt converge. The highest gathering of specimens was found between the states of Jalisco (28.9 %) and Nayarit (47 %). Although edaphoclimatic, biogeographic and pan-biographic classifications have been made in order to try to explain the adaptation tendencies of species in Mexico, *E. strigosa* does not attach to any of the classifications suggested by Morrone *et al.*, (2002), Morrone (2004) or Morrone (2005), because among the 14 provinces suggested for Mexico by the authors: California, Baja California, Sonora, Mexican Plateau, Tamaulipas, Yucatan Peninsula, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Transmexican Volcanic Belt, Balsas Basin, Sierra Madre del Sur, Mexican Pacific Coast, Gulf of Mexico and Chiapas, which also group in three main biotic components, (the Nearctic realm, the Neotropical realm and the Mexican Transition Zone), *E. strigosa* is not located in one of the provinces. With the georeferenced spots, the major distribution was observed in the provinces of Sonora, Sierra Madre Occidental and Trans volcanic belt, besides a specimen in the province of the Mexican Plateau and another one in the province of the Gulf of Mexico; for its adaptation cannot be explained with the classifications suggested by Morrone (2004) or Morrone (2005).

Dressler (1961) and Mayfield (1997) consider the species as endemic from Jalisco and Nayarit, but the incidence in the states of San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas, Sonora, Chihuahua, Colima, Durango and Sinaloa, expands its distribution range and can refute the theory of being endemic to said states. However, due

Como se puede apreciar en la Figura 2, *E. strigosa* se distribuye principalmente en la zona occidente y noroeste del país, en esta zona confluyen la Sierra Madre Occidental, la Sierra del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal. La mayor concentración de ejemplares de la especie se encontró entre los estados de Jalisco (28.9 %) y Nayarit (47 %). Aunque se han desarrollado clasificaciones edafoclimáticas, biogeográficas y panbiogeográficas para tratar de explicar las tendencias de adaptación de las especies en México, *E. strigosa*, no se apega a ninguna de las clasificaciones sugeridas por Morrone *et al.*, (2002), Morrone (2004) o Morrone (2005), ya que de las 14 provincias propuestas para México por los autores: California, Baja California, Sonora, Altiplano Mexicano, Tamaulipas, Península de Yucatán, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Volcánico Transmexicano, Cuenca del Balsas, Sierra Madre del Sur, Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México y Chiapas, que a su vez, se agrupan en tres principales componentes bióticos (la región Neártica, la región Neotropical y la Zona de Transición Mexicana), *E. strigosa* no se localiza en una de las provincias. Con los puntos georreferenciados se observó la mayor distribución en las provincias de Sonora, Sierra Madre Occidental y Eje Volcánico Transversal, además de un ejemplar en la provincia del Altiplano Mexicano y otro en la del Golfo de México; por lo que su adaptación no se puede explicar con las clasificaciones sugeridas por Morrone (2004) o Morrone (2005).

Dressler (1961) y Mayfield (1997) consideran a la especie como endémica de Jalisco y Nayarit, pero la incidencia en

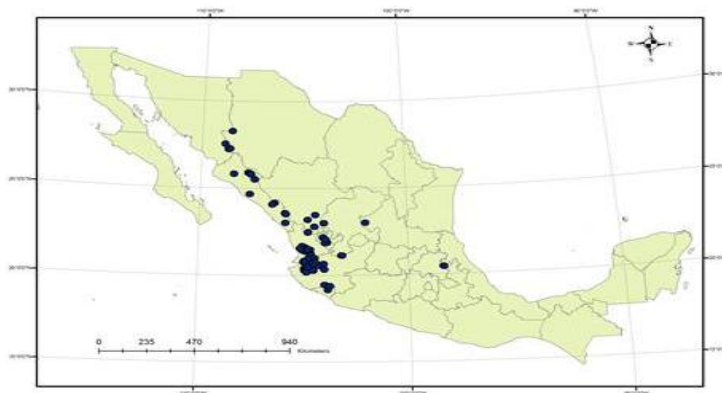


Figure 2. Distribution of *Euphorbia strigosa* in Mexico according to historical references.

Figura 2. Distribución de *Euphorbia strigosa* en la República Mexicana en función a referencias históricas.

to its heterogenous characteristics of geographic distribution in the country, it can be considered as mentioned, endemic to Mexico and native to the area; as well as it was reported for “nochebuena”, which, it is true to have been found in Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Michoacán, San Luis Potosí, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Distrito Federal and Veracruz, it is considered native to the state of Guerrero (Trejo *et al.*, 2012 and Canul *et al.*, 2013).

With historical and reconnaissance data for Nayarit, it was observed that: 0.3 % of the sites were located in the municipality of Amatlán de Cañas, 0.7 % in San Pedro Lagunillas, Ahuacatlán and Del Nayar, 6 % in Santa María del Oro, 44 % in Xalisco and 49 % in Tepic. From the 19 mentioned cities that were visited, presence of *E. strigosa* was confirmed only in 9 of them, this is in the municipalities of Tepic, Xalisco and San Pedro Lagunillas, which may be due to 4 factors: 1) The lack of precision of historical data to find the specific place of the referencial collection (possibly because most of the quotes are previous to the year 2000, since there were no precision systems for geographic coordinates, or the collection spot was not accurately written); 2) Because when extracting the entire specimen for herbarium, none was left in the area; 3) Due to the construction of road infrastructure as it happened in the town of Tepetitlic and San Juan, where in a previous journey, several specimens were spotted on the pathway, and months later the road was paved, which eliminated them; and 4) Example indicated by Canul *et al.*, (2013) with nochebuena, when making backyard collection and arriving to sites suggested the previous year to the visit, no specimens were observed due to their elimination associated with the demand of space for housing.

The greatest number of *E. strigosa* specimens, was located in the municipalities of Xalisco and Tepic, adjacent municipalities which also share the San Juan mountain, in which coincide some characteristics such as altitude, coverage – land use and conservation regulations. The species was located generally on the sides of the paths or changed areas (sides of agricultural surfaces) with avocado, mango or sugar cane cultivars.

Based on the overlapping of the shapefile map created with the coordinates about the coverage and land use of the INEGI, 50 % of the identified specimens in Nayarit were located in a forests area (mountain mesophile,

los estados de San Luis Potosí, Veracruz, Zacatecas, Sonora, Chihuahua, Colima, Durango y Sinaloa amplía su rango de distribución y puede refutar la teoría de que es endémica de dichos estados. Sin embargo, debido a sus características heterogéneas de distribución geográfica en el país, se puede considerar como se mencionó, endémica de México y originaria de la zona; al igual como fue reportado para la “nochebuena”, que, si bien se ha encontrado en Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Michoacán, San Luis Potosí, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Distrito Federal y Veracruz, es considerada originaria del estado de Guerrero (Trejo *et al.*, 2012 y Canul *et al.*, 2013).

Con los datos históricos y de reconocimiento para Nayarit se observó que: el 0.3 % de los sitios se ubicaron en el municipio de Amatlán de Cañas, 0.7 % en San Pedro Lagunillas, Ahuacatlán y Del Nayar, el 6 % en Santa María del Oro, el 44 % en Xalisco y el 49 % en Tepic. De las 19 localidades citadas anteriormente que fueron visitadas, solo en 9 se confirmó la presencia de *E. strigosa*, esto en los municipios de Tepic, Xalisco y San Pedro Lagunillas, lo que se podría deber a 4 factores: 1) La falta de precisión de los datos históricos para encontrar el lugar específico de la colecta referencial (posiblemente a que la mayoría de las citas son anteriores al año 2000, ya que no se contaba con sistemas de precisión de las coordenadas geográficas, o no se redactó con precisión el punto de colecta); 2) Porque al extraer el ejemplar completo para herbario no se dejó ninguno en la zona; 3) Por la realización de obras de infraestructura vial como ocurrió en el poblado de Tepetitlic y San Juan, donde en un recorrido previo se apreciaron varios ejemplares a pie de camino y meses después se pavimentó la vía lo cual los eliminó; y 4) Ejemplo indicado por Canul *et al.*, (2013) con nochebuena, al realizar colectas de traspatio y arribar a sitios recomendados el año anterior a la visita, no se observaron especímenes debido a su eliminación asociada a la demanda de espacio para vivienda.

El mayor número de ejemplares de *E. strigosa* se localizaron en los municipios de Xalisco y Tepic, municipios colindantes que además comparten el cerro de San Juan, en el cual coinciden algunas características altitudinales, cobertura-uso de suelo y normas de conservación. La especie se localizó generalmente en orillas de camino o áreas perturbadas (orillas de superficies agrícolas) con cultivos de aguacate, mango o caña de azúcar.

Con base en la sobreposición del mapa shapefile creado con las coordenadas sobre la carta de cobertura y uso de

pine-oak, pine, oak-pine and oak); 46 % in areas dedicated to cultivation or urbanized, and at a lower degree in medium sub-evergreen jungle and sub-deciduous or palm trees, with only 1 % each and the remaining 2 % does not report information. What outstands of these sites is that they have more and more anthropogenic precision (new roads, housing areas and forest fires) similar to what Rodríguez-Acosta *et al.*, (2009) observed, in a work with *Jatropha*. In some cases, the pressure has caused loss of *E. strigosa* and those which survive have adapted and created a selection; desirable characteristic in the genetic improvement of the vegetal species. On the other hand, Mayfield (1997) reported that *E. strigosa* is distributed in lower parts of with pine-oak forests, which matches with the findings, but also indicates that it is located in the higher parts of the tropical dry forest, vegetation classification which was not identified in this georeferenced area for Nayarit according to the INEGI map used; Rzedowski (2006) points the existence of that vegetation in Nayarit, Jalisco and Colima without precisating accurately if that could coincide with the areas where the species can be located, because as he states, the map scale has hampered the representation of a great deal of small spots of several vegetal communities, whose situation and extension is known with more or less accuracy and this frequently forces to turn to generalizations that may seem to be too rough.

The characteristics of the land coverage-use where the species is located can be indicators of the conditions for its cultivation in temperatures and substratum types; because in several reconnaissance sites, the type of soil corresponded to Andosols, with deposits of pumice stone or also known as "jal" (Vivanco *et al.*, 2010), this type of material is used as substratum to cultivate plants in flowerpots because it allows airing and water retention (Bastida, 2002 y Navarro *et al.*, 2014).

The variable contribution analysis of Worldclim with the Jackknife test (Table 1), pointed the bio15 variables (precipitation seasonality or variation coefficient), bio18 (warmest quarter precipitation), bio13 (most humid month precipitation) and altitude as main contributions, but with the permutation less value is given to bio13 and more value is given to bio17 (driest quarter precipitation) and bio19 (coldest quarter precipitation), most of them related to the precipitation; such values can be understood as an environmental suitability relative in-

suelo del INEGI, el 50 % de los especímenes identificados en Nayarit se ubicaron en zona de bosques (mesófilo de montaña, pino-encino, pino, encino-pino y encino); el 46 % en zonas dedicadas al cultivo o urbanizadas, y en menor grado en selva media sub-perennifolia y sub-caducifolia o palmar, con solo 1 % cada una y del 2 % restante no se reporta información. Lo que resalta de estos sitios es que tienen cada vez mayor presión antropogénica (apertura de caminos, zonas habitacionales e incendios forestales) similar a lo que observaron Rodríguez-Acosta *et al.*, (2009), en un trabajo con *Jatropha*. En algunos casos la presión ha generado pérdidas de *E. strigosa* y las que sobreviven se han adaptado dando lugar a una selección; característica deseable en el mejoramiento genético de las especies vegetales. Por otro lado, Mayfield (1997) reportó que *E. strigosa* se distribuye en partes bajas con bosque de pino-encino, lo que coincide con lo encontrado, pero también indica que se localiza en las partes altas de bosque seco tropical, clasificación de vegetación que no fue identificada en esta zona georreferenciada para Nayarit según el mapa del INEGI utilizado; Rzedowski (2006) señala la existencia de esta vegetación en Nayarit, Jalisco y Colima sin precisar con exactitud si pudiera coincidir con las zonas donde se podría localizar la especie, ya que como él mismo señala, la escala de los mapas ha impedido que se representen un gran número de pequeños manchones de diversas comunidades vegetales, cuya situación y extensión se conoce con más o menos exactitud y esto obliga a menudo a recurrir a generalizaciones que pueden dar la impresión de ser demasiado burdas.

Las características de la cobertura-uso de suelo donde se localiza la especie pueden ser indicadores de las condiciones para su cultivo en temperaturas y tipo de sustrato; ya que en varios sitios de reconocimiento, el tipo de suelo correspondió a los Andosoles, con depósitos de piedra pómez o también conocido como "jal" (Vivanco *et al.*, 2010), este tipo de material es utilizado como sustrato para cultivo de plantas en maceta ya que permite la aireación y retención de agua (Bastida, 2002 y Navarro *et al.*, 2014).

El análisis de contribución de variables de Worldclim con el test de Jackknife (Cuadro 1), señaló a las variables bio15 (estacionalidad de la precipitación o coeficiente de variación), bio18 (precipitación del cuarto más cálido), bio13 (precipitación del mes más húmedo) y altitud como las principales contribuciones, pero con la permutación se da menos valor a bio13 y mayores a bio17 (precipitación del cuarto más seco) y bio19 (precipitación del cuarto más frío), la

dex, in which the highest values represent a prediction of better development conditions for the species in the wildlife (Phillips et al., 2006).

In the state of Nayarit, beginning from the historical references, the highest altitude reported for *E. strigosa* was 2103 m and the lowest was 195 m, and in the reconnaissance 1746 m and 476 m correspondingly; the highest percentages of georeferenced specimens were found at altitudes between 800-1000 m (17 %), 1001-1200 m (27 %) and 1201-1400 m (30 %). A lower percentage between 1401-1600 m (4 %), and an increase between 1601-1800 m (14 %) were also observed, which could be because the populations located in that area are less, therefore, not many specimens were obtained as previously (Figure 3). It is important to highlight that the low percentages in altitudes lower than 400 m but over 1800 m, are probably due to georeferencing mistakes, but if those registers are correct, at those altitudes they could broaden the adaptation range of *E. strigosa* to other climate conditions, because altitude is a feature of great influence on all the climate components, particularly on the temperature, which may vary approximately 0.6 °C by each 100 m difference, although it depends in part on the exposure to prevailing winds.

The precipitation for the georeferenced spots in Nayarit was minimum in April at 3 mm, in March at 5 mm and

mayoría de ellas relacionadas con la precipitación; dichos valores pueden ser interpretados como un índice relativo de idoneidad ambiental, donde los valores más altos representan una predicción de mejores condiciones de desarrollo para la especie de forma silvestre (Phillips et al., 2006).

En el estado de Nayarit, a partir de las referencias históricas, la máxima altitud reportada para *E. strigosa* fue de 2103 m y la mínima de 195 m, y en el reconocimiento 1746 m y 476 m respectivamente; los más altos porcentajes de especímenes georeferenciados se encontraron a altitudes de entre los 800-1000 m (17 %), 1001-1200 m (27 %) y 1201-1400 m (30 %). También se observó un porcentaje bajo entre los 1401-1600 m (4 %), y un aumento entre 1601-1800 m (14 %), lo que podría deberse a que las poblaciones localizadas en esa área son menores y por ello no se obtuvieron tantos ejemplares como en las anteriores (Figura 3). Cabe resaltar que los porcentajes bajos en altitudes menores a los 400 m y por encima de los 1800 m, probablemente se debieron a errores de georeferenciación, pero de ser verídicos esos registros, en esas altitudes podrían ampliar el rango de adaptación de *E. strigosa* a otras condiciones climatológicas, ya que la altitud es un factor que ejerce una gran influencia sobre todos los componentes del clima, en particular sobre la temperatura, la cual puede variar aproximadamente 0.6 °C por cada 100 m de desnivel, aunque depende en parte de la exposición a los vientos predominantes.

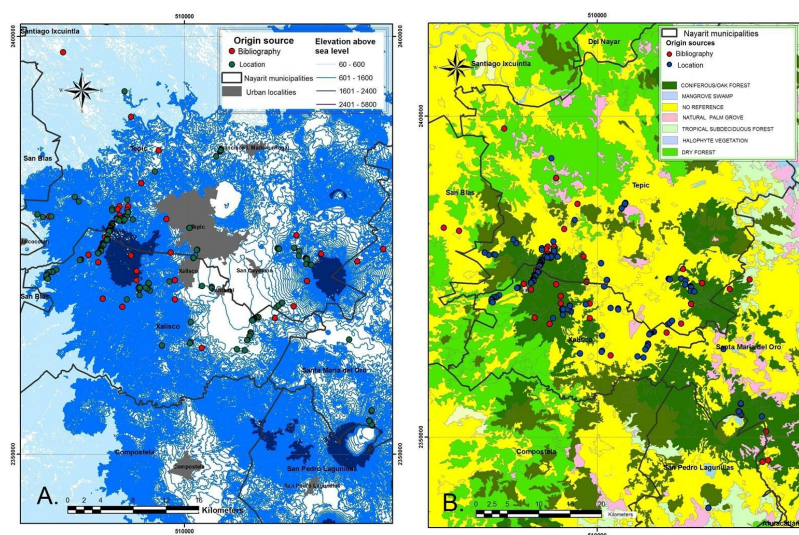


Figure 3. Distribution in Nayarit of *Euphorbia strigosa*, based on historical references and recognition: A) On the elevation layer (topography). B) On the cover layer and land use (Nayarit maps, INEGI, series IV).

Figura 3. Distribución en Nayarit de *Euphorbia strigosa*, en función de referencias históricas y de reconocimiento: A) Sobre la capa de elevación (topografía). B) sobre la capa cobertura y uso de suelo (mapas de Nayarit, INEGI, serie IV).

February at 10 mm. The highest average temperatures appeared in May at 30 °C, and June at 29 °C, and in July and August at 28 °C; the lowest temperature was registered in January, February and March at 9 °C and December at 10 °C. 94 % of the specimens were located in areas with an annual average precipitation of within 81 and 120 mm; being a species that forms a tuberous root, it is very likely that during this time, the humidity reserves are obtained in order to survive in drought conditions. The temperature range was between 27 and 29 °C high, and between 13 and 14 °C low.

When analyzing the information, it was detected that the greatest number of identified specimens take place during the months that present low water level [November (19 mm) through May (11 mm)] at low temperatures (December (10 °C low) through May (13 °C low)), and decreases its presence during the rains [June (172 mm) - October (75 mm)] at high temperatures (June (17 °C low) - October (15 °C low)), which suggests again that the plant requires a period of low temperatures (from 16 to 11 °C) for its floral differentiation. Furthermore, this observation resembles the answer of the analysis for the entire country with the climate variables, where the highest value to the variables related with precipitation was observed (Table 1).

Identifying a higher number of plants in an area could distort the data, because for this research the distance between specimens was not discriminated, therefore, several plants could have come from a great population, while other specimens could have come from populations with scarce or unique specimens. According to Canul *et al.*, (2013), the high proportion of collection places with only one plant, allows to infer that the germoplasm is in extinction, while in places with a larger population its conservation is important, because they are the gene source for the problem solving, specially those caused by climate change. Therefore, these results are the basis for the conservation and generic improvement collection of *E. strigosa* in Nayarit; specifically, in the municipalities of Xalisco and Tepic, where populations of greater specimen numbers are located.

The *E. strigosa* distribution was located in the west and northwest of the country, where the Sierra Madre Occidental, Sierra del Sur and the Neovolcanic belt converge. The characteristic vegetation is the dry rainforest and the coniferous/oak forest (Figure 3). The prevailing climates were the warm sub-humid temperate. Even though the

La precipitación para los puntos georreferenciados en Nayarit fue mínima en abril con 3 mm, en marzo con 5 mm y febrero con 10 mm. La temperatura promedio máxima se presentó en el mes de mayo con 30 °C, en junio con 29 °C, y en julio y agosto con 28 °C; la temperatura mínima se registró en enero, febrero y marzo con 9 °C y en diciembre con 10 °C. El 94 % de los especímenes se localizaron en zonas con una precipitación promedio anual de entre 81 y 120 mm; al ser una especie que forma raíz tuberosa, muy posiblemente en esta época, se obtengan las reservas de humedad para sobrevivir en condiciones de sequía. El rango de temperaturas se encontró entre 27 y 29 °C como máxima, y entre 13 y 14 °C como mínima.

Al analizar la información se detectó que el mayor número de ejemplares identificados de la especie se ubican en los meses que presentan estiaje [noviembre (19 mm) a mayo (11 mm)] con temperaturas bajas (diciembre (10 °C mínima) a mayo (13 °C mínima)), y disminuye su presencia en las lluvias [junio (172 mm) - octubre (75 mm)] con temperaturas altas (junio (17 °C mínima) - octubre (15 °C mínimo)), lo que nuevamente sugiere que la planta requiere de un periodo de temperaturas bajas (de 16 a 11 °C) para su diferenciación floral. De igual manera, esta observación semeja a la respuesta del análisis para todo el país con las variables bioclimáticas, donde se observó mayor valor a las variables relacionadas con precipitación (Tabla 1).

El identificar un número mayor de plantas en un área pudo sesgar los datos, ya que para este estudio no se discriminó la distancia entre especímenes, por lo que varias plantas pudieron provenir de una gran población, mientras que otros especímenes pudieron provenir de poblaciones con escasos o únicos ejemplares. Según Canul *et al.*, (2013), la alta proporción de lugares de colecta con una sola planta permite inferir que el germoplasma está en extinción, mientras que lugares con un mayor tamaño de población es importante su conservación, ya que son la fuente de genes para la solución de los problemas, especialmente causados por el cambio climático. Por lo cual estos resultados son la base para colectas de conservación y mejoramiento genético de *E. strigosa* en Nayarit; específicamente en los municipios de Xalisco y Tepic, donde se ubican poblaciones de mayor número de ejemplares.

La distribución de *E. strigosa* se localizó en la zona occidente y noroeste del país, donde confluyen la Sierra Madre Occidental, la Sierra del Sur y el Eje Neovolcánico. La vegetación característica es la selva seca y el bosque de coníferas/encinos (Figura 3). Los climas predominantes fueron el cálido sub-húmedo y el templado sub-húmedo.

Table 1.
Contribution analysis with bioclimatic variables Worldclim, for *Euphorbia strigosa* based on historical references and recognition in Mexico.

Tabla 1.
Análisis de contribución con variables bioclimáticas de Worldclim, para *Euphorbia strigosa* en función de referencias históricas y reconocimiento en México.

	Bioclimatic variables (Wordclim)	Percent Contribution (%)	Importance (permutation)
Altitude	Digital elevation model	8.7	9.7
bio01	Annual Mean Temperature	1.2	0
bio02	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))	2.8	0.7
bio03	Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100)	0	0
bio04	Temperature Seasonality (standard deviation *100)	0.1	0.1
bio05	Max Temperature of Warmest Month	0.6	0.3
bio06	Min Temperature of Coldest Month	3.8	7.4
bio07	Temperature Annual Range (BIO5-BIO6)	0.9	0.7
bio08	Mean Temperature of Wettest Quarter	0	0
bio09	Mean Temperature of Driest Quarter	0	0
bio10	Mean Temperature of Warmest Quarter	3.6	0.4
bio11	Mean Temperature of Coldest Quarter	0.1	0.2
bio12	Annual Precipitation	0.8	1.5
bio13	Precipitation of Wettest Month	10.1	0.5
bio14	Precipitation of Driest Month	0.5	0
bio15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)	37.5	17.7
bio16	Precipitation of Wettest Quarter	0	1.3
bio17	Precipitation of Driest Quarter	0.9	21.6
bio18	Precipitation of Warmest Quarter	25.3	26.9
bio19	Precipitation of Coldest Quarter	3.1	10.9

states with higher occurrence are Jalisco and Nayarit, the endemism in Nayarit is refuted because it was located according to herbarium registers in other eight states of the country; however, it could be considered as an area with great abundance. In Nayarit, wild specimens were found in the municipalities of Tepic, Xalisco and San Pedro Lagunillas, within the altitudes of 800 to 1400 m (Figure 3), besides, the climate influence was identified, mainly with variables related with precipitation, between the months of June through September and drought period from November through May; as well as average high temperatures of 27-19 °C and low of 13-14

Aun cuando los estados con mayor ocurrencia son Jalisco y Nayarit, se desmiente el endemismo en Nayarit debido a que fue localizada según los registros de herbario en otros ocho estados del país; sin embargo, podría considerarse como una zona con gran abundancia. En Nayarit se encontraron especímenes silvestres en los municipios de Tepic, Xalisco y San Pedro Lagunillas, entre las altitudes de 800 a 1400 m (Figura 3), además se identificó la influencia climática, principalmente con variables relacionadas con precipitación, entre los meses de junio a septiembre y periodo de sequía de noviembre a mayo; así como temperaturas máximas promedio de 27-19 °C y mínimas de 13-14 °C, que

°C, which could be the ones that determine the presence of the species in the analysed places. The information obtained in this research is basic to identify the collection areas of *E. strigosa*, because a greater number of genotypes can be collected and it is possible to identify useful characteristics to apply in conservation and genetic improvement techniques, just as it is performed with ornamentals (Canul *et al.*, 2013) and in vegetables (Santiguillo *et al.*, 2010).

Conclusion

The distribution of the species was located in the west and northwest area of the country, where the Sierra Madre Occidental, Sierra del Sur and the Neovolcanic belt converge. The characteristic vegetation is the dry rainforest and the coniferous/oak forest. The prevailing climates were sub-humid warm and sub-humid temperate. Even though the states with higher occurrence are Jalisco and Nayarit, the endemism to Nayarit is refuted because it was located according to herbarium registers in other eight states of the country; however, it could be considered as an area with great abundance. In Nayarit, wild specimens were located in the municipalities of Tepic, Xalisco and San Pedro Lagunillas.

Acknowledgements

The main author acknowledges the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología for the grant (3539574) for Ph. D studies.

References

- Alia-Tejagal, I., Valdez-Aguilar, L. A., Campos-Bravo, E., Sainz-Aispuro, M. De J., Pérez-Arias, G. A., Colinas-León, M. T. *et al.* (2011). Efecto de la aspersión de ácido giberélico en el crecimiento de cinco cultivares de nochebuena. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 577-589. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263122300014.pdf>
- Arthur, J. C. (1911). New combinations from the genus *Euphorbia*. *Torreya*. 11(12): 259-261.
- Bastida, T. A. (2002). Sustratos Hidropónicos. Materiales para cultivo sin suelo. Serie de publicaciones AGRIBOT. México: UACH. Preparatoria Agrícola. Chapingo, 101 pp.
- Cabrera, R. J., Morán, M. F., Torres, Q. R., Pellón, B. A. and Granada, C. L. (2006). Producción de nochebuena *Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch en Morelos. Morelos: SAGARPA-INIFAP, 28 pp. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2912/PRODUCCNOCHEBUENA.pdf?sequence=1>
- Canul, K. J., García, P. F., Osuna, C. F. De J., Ramírez, R. and Barrios, G. E. (2013). Recursos genéticos de nochebuena en México, colecta de germoplasma para mejoramiento genético. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 1(2): 20-26. <http://somecta.org.mx/Revistas/Articulos2.html>

podrían ser las que determinan la presencia de la especie en los lugares analizados. La información obtenida en el presente trabajo es básica para identificar zonas de colecta de *E. strigosa*, ya que se puede coleccionar un mayor número de genotipos e identificar características útiles para aplicar en técnicas de conservación y mejoramiento genético, tal como se realiza con ornamentales (Canul *et al.*, 2013) y en hortalizas (Santiguillo *et al.*, 2010).

Conclusión

La distribución de la especie se localizó en la zona occidente y noroeste del país, donde confluyen la Sierra Madre Occidental, la Sierra del Sur y el Eje Neovolcánico. La vegetación característica es la selva seca y el bosque de coníferas/encinos. Los climas predominantes fueron el cálido sub-húmedo y el templado sub-húmedo. Aun cuando los estados con mayor ocurrencia son Jalisco y Nayarit, se desmiente el endemismo en Nayarit debido a que fue localizada según los registros de herbario en otros ocho estados del país; sin embargo, podría considerarse como una zona con gran abundancia. En Nayarit se encontraron especímenes silvestres en los municipios de Tepic, Xalisco y San Pedro Lagunillas.

Agradecimientos

El autor principal agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca (3539574) para estudios doctorales.

- Canul, K. J., García, P. F., Osuna, C. F. De J., Ramírez, R. (2012). Metodologías de mejoramiento aplicables en nochebuena. Morelos: SAGARPA-INIFAP, 22 pp. <http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publicaciones/documentos/mmgnochebuena.pdf>
- CONABIO. (2008). Georreferenciación de localidades de colecciones biológicas. Manual de procedimientos. México: CONABIO, 12 pp. http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/georreferenciacion.html
- CONABIO. (2016). <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6013636.pdf>. [Last checked: June 12nd 2016].
- Diva-gis. (2014). <http://www.diva-gis.org/documentation>. [Last checked: March 14th 2015].
- Dressler, R. L. (1961). A synopsis of Poinsettia (Euphorbiaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 48 (4): 329-341.
- Ecke, P. III, Faust, J. E., Williams, J. and Higgins, A. (2004). The Ecke Poinsettia Manual. Illinois: Ball Publishing. *Batavia*, 100 pp.
- Escobar, D., Díaz, S. R., Jojoa, L. M., Rudas, E., Albarracín, R. D., Ramírez, C. et al. (2014). Georreferenciación de localidades: Una guía de referencia para colecciones biológicas. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá D. C, 50 pp. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/9610/6/1224%20Protocolo.pdf>
- Flordenochebuena. (2015). Venta de nochebuena en México. <http://www.flordenochebuena.mx/#/variedades-c4fi>. [Last checked: August 10th 2016].
- Galindo-García, D. V., Alía-Tejacal, I., Andrade-Rodríguez, M., Colinas-León, M. T., Canul-Ku, J. and Sainz-Aispuro, M. De J. (2012). Producción de nochebuena de sol en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(4): 751-763. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000400010
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. and Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1276/abstract>
- Kew. (2014). Royal Botanic Gardens. http://apps.kew.org/wcsp/synonymy.do?name_id=82355. [Last checked: November 10th 2014].
- Marrero, G. M. C., Rodríguez, D. O. and Wildpred, de la T. W. (2000). Contribución al estudio etnobotánico de la tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*). *Anuario de Estudios Atlántico* 46: 19-58. <http://mdc.ulpgc.es/cdm/ref/collection/aea/id/2145>
- Martínez, G. M., and Morrone, J. J. (2005). Patrones de endemismo y disyunción de los géneros de Euphorbiaceae sensu lato: un análisis panbiogeográfico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 77: 21-33. <http://www.redalyc.org/pdf/577/57707702.pdf>
- Maxent®. (2016). <https://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>. [Last checked: March 23rd 2013].
- Mayfield, M. H. (1997). A systematic treatment of *Euphorbia* subgenus *Poinsettia* (Euphorbiaceae). (Tesis de doctorado). Austin: University of Texas at Austin, 230 pp.
- Morrone, J. J., Espinosa, O. D. and Lorrorente, B. J. (2002). Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83-108. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57508505>
- Morrone, J. J. (2004). Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileña de Entomología* 48(2): 149-162. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0085-56262004000200001
- Morrone, J. J. (2005). Toward a synthesis of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 6(2): 207-252. http://scielo.unam.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1870-34532005000200006&lng=en&nrm
- Mostul, B. L. and Cházaro, B. M. J. (1996). Two geophytic euphorbias from western México. *Cactus and Succulent Journal* 68 (3): 153-155.
- Navarro, M. C., Tzompa, R. and González, E. M. (2014). Propagación de *Echinocactus platyacanthus*: efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas. *Zonas áridas* 15(1): 31-47. <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rza/article/viewFile/107/106>
- Pérez-López, A., Carrillo-Salazar, J. A., Colinas-León, M. T. and Sandoval-Villa, M. (2005). Regulación del crecimiento de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) con etefón. *Agrociencia* 39: 639-646. <http://www.redalyc.org/pdf/302/30239607.pdf>
- Philips, S. J., Anderson, R. P. and Schapire, R. E. (2006). Maximum Entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438000500267X>

- Puerta-Tuesta, R., Rengifo-Trigozo, J. and Bravo-Morales, N. (2011). ArcGis Básico 10. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 50-79.
- Rodríguez-Acosta, M., Vega, F. K. and De Gante, C. V. (2009). Distribución del género *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) en el estado de Puebla, México. *Polibotánica*, 28: 37-48. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682009000200003
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital. México: CONABIO, 160-168. http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Santiguillo, J. F., Cedillo, E. and Cuevas, J. A. (2010). Distribución geográfica de *Physalis* spp. en México. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo. 23-36
- Taylor, J. M., López, R. G., Currey, C. J. and Janick, J. (2011). The poinsettia: history and transformation. *Chronica Horticulturae*, 51: 23-28. <https://ag.purdue.edu/hla/lopezlab/Documents/ExtPubs/The%20History%20of%20the%20Poinsettia.pdf>
- Trejo, L., Feria, A. T., Olsen, K. M., Eguiarte, L. E., Arroyo, B. et al. (2012). Poinsettia's wild ancestor in the Mexican dry tropics: historical, genetic, and environmental evidence. *American Journal of Botany*, 99(7): 1146-1157. <http://www.amjbot.org/content/99/7/1146.full>
- Trejo-Torres, J. C. (2012). ¿Por qué cambian los nombres científicos de las plantas? Desde el Herbario CICY. 4: 17-19 http://www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/2012/marzo/por-que-cambian-los-nombres-cientificos-de-las-plantas
- Vázquez, L. M. (2011). Tigridias ornamentales uso y distribución. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo, 13-20.
- Vivanco, J. C., Bojórquez, J. I., Murray, R. M., Nájera, O., Hernández, A. and Flores, F. (2010). Características de los principales suelos de la cuenca del Río Mololoa, Tepic, Nayarit, México. *Cultivos Tropicales*, 31(1): 32-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100005

Cite this paper/Como citar este artículo: Valdez-Hernández, E. F., Flores-Vilchez, F., Pedraza-Santos, M. E., Colinas-León, M. T., Ramírez-Guerrero, L. G., Martínez-Cárdenas, L., García-Díaz, R. F. (2018). Distribution of *Euphorbia strigosa* Hook and Arn a México native plant with ornamental potential. *Revista Bio Ciencias* 5(1): e303. doi: <http://dx.doi.org/10.15741/revbio.05.2018.05>

