

Pinus strobiformis Engelm.: NUEVA LOCALIDAD PARA GUANAJUATO, MÉXICO

Pinus strobiformis Engelm.: A NEW LOCATION IN GUANAJUATO, MEXICO

Mario A. Villagómez-Loza^{1*}, Miguel Á. Bello-González², Eloy Isarain-Chávez¹

¹Consultor e Investigador. CTO Laguna Zacoalco No. 134, Fraccionamiento Brisas del Lago. 37207. León, Guanajuato. México. (m.a.vl@hotmail.com). ²Facultad de Agrobiología Presidente Juárez, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México.

RESUMEN

Como resultado de una serie de exploraciones realizadas en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato, se localizó una población de *Pinus strobiformis* Engelm. que fue identificada a través de claves, descripción y cotejado con material de herbario. Actualmente la especie se reporta en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Diario Oficial, 2010), dentro de la Categoría de Riesgo Pr que refiere a las especies que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad. Así, para incorporar a *P. strobiformis* al acervo de la biodiversidad del estado de Guanajuato se respalda su identificación y ubicación, el cual al actualizarse evidencia la distribución más austral de los registros antes conocidos. La presencia de la especie en el estado de Guanajuato se confirma en adición a los registros existentes en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas. Además, se modifica el número de especies de pino registradas para el estado de Guanajuato de 10 a 11. El origen de la especie se relaciona con los probables centros de diversidad y evolución de los pinos reconocidos en el país y su análisis conduce a que los antecesores de la especie provienen de las Montañas Rocosas hasta su arribo al centro de diversidad de las Regiones II y III y de éste al sitio de recolección. La nueva localidad se encuentra en las coordenadas 20° 56' N y 100° 17' O.

Palabras clave: *Pinus strobiformis*, pino blanco mexicano, nuevo registro de localidad, San José Iturbide Guanajuato.

ABSTRACT

As a result of a series of explorations in the municipality of San José Iturbide, Guanajuato, a population of *Pinus strobiformis* Engelm. was located which was identified through keys, description and checked against herbarium material. At present, the species is reported in the Mexican Official Standard NOM-059-SEMARNAT-2010 (Official Journal, 2010), within the Category of Risk Pr referring to species that could potentially be threatened by factors that adversely affect their viability. Thus, to incorporate *P. strobiformis* into the repository of biodiversity of Guanajuato state identification and location is supported, which when updated evidence the southernmost distribution of the previously known records. The presence of the species in the state of Guanajuato is confirmed, in addition to the existing records in the states of Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora and Zacatecas. Besides, the number of pine species recorded for the state of Guanajuato from 10 to 11 is amended. The origin of the species is related to the likely centers of diversity and evolution of pines recognized in the country and its analysis leads to believe that ancestors of the species are from the Rocky Mountains until their arrival at the center of diversity in Regions II and III and from there to the collecting site. The new locality is located at coordinates 20° 56' N and 100° 17' W.

Key words: *Pinus strobiformis*, Mexican white pine, new record of location, San José Iturbide Guanajuato.

INTRODUCTION

The state of Guanajuato has a record of 2786 vascular plant species, 901 genera and 178 families; these figures are not definitive

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2014. Aprobado: agosto, 2014.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 48: 615-625. 2014.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Guanajuato hay un registro de 2786 especies de plantas vasculares, 901 géneros y 178 familias; estas cifras no son definitivas dado lo inconcluso del estudio de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, por lo cual se calcula que el número de especies en Guanajuato podría estar cercano a las 3000 (Zamudio, 2012a). Si este dato se corrobora, la riqueza florística del estado podría considerarse moderadamente alta, tomando en cuenta que sería semejante a la de Coahuila con 3039 especies y a la de Nuevo León con 3175 especies.

De las 2786 especies de plantas vasculares reportadas en el estado de Guanajuato, las Gimnospermas cuentan con cuatro familias, seis géneros y 18 especies (Zamudio, 2012b), de las cuales la familia *Pinaceae* está constituida por 10 especies de *Pinus*: *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl, *P. cembroides* Zucc, *P. devoniana* Lindl, *P. durangensis* Martínez, *P. leiophylla* Schltdl. & Cham, *P. lumholtzii* B. L. Rob. et Fernald, *P. montezumae* Lamb, *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl, *P. pseudostrobus* Lindl y *P. teocote* Schltdl. et Cham.

Musálem y Ramírez (2003), en su estudio monográfico de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw, mencionan la evolución del género *Pinus* y señalan que la denominación debiera ser la de *Pinus strobiformis* sobre *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw. El Sistema Integrado de Información Taxonómica (SIIT) de la CONABIO (2012) confirma lo anterior al mencionar el estatus taxonómico de *P. strobiformis* y señala como sinonimias los siguientes nombres: *P. reflexa* (Engelm.) Engelm, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* (Engelm.) Lemmon, *P. ayacahuite* var. *reflexa* (Engelm.) Voss, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw, *P. flexilis* var. *reflexa* Engelm. y *P. ayacahuite* C. Ehrenb.

De acuerdo con el SIIT, la clasificación taxonómica que debe tener esta especie es: Reino *Plantae*, Subreino *Viridaeplantae*, Infrakingdom *Streptophyta*, División *Tracheophyta*, Subdivisión *Spermatophytina*, Infradivisión *Gymnospermae*, Clase *Pinopsida*, Orden *Pinales*, Familia *Pinaceae*, Género *Pinus*, Especie *Pinus strobiformis*. Este organismo menciona además que el nombre común de esta especie es pino blanco mexicano (Mexican white pine).

Esta especie se distribuye geográficamente en los estados de Arizona, Nuevo México y Texas, en EE.UU. En México se encuentra en los estados

given the unfinished study of Flora del Bajío and Adjacent Regions, by which the number of species in Guanajuato could be calculated to be close to 3000 (Zamudio, 2012b). If this information is confirmed, the floristic wealth of the state could be considered moderately high, considering that it would be similar to that of Coahuila with 3039 species and Nuevo León with 3175 species.

Of the 2786 species of vascular plants reported in the state of Guanajuato, Gymnosperms have four families, six genera and 18 species (Zamudio, 2012a), of which the *Pinaceae* family consists of 10 species of *Pinus*: *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl, *P. cembroides* Zucc, *P. devonian* Lindl, *P. durangensis* Martínez, *P. leiophylla* Schltdl. & Cham, *P. lumholtzii* L. B. Rob. et Fernald, *P. montezumae* Lamb, *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl, *P. pseudostrobus* Lindl and *P. teocote* Schltdl. et Cham.

Musálem and Ramírez (2003), in their monographic study of *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw, mentioned the evolution of the genus *Pinus* and point out that the name should be that of *Pinus strobiformis* rather than *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw. The Integrated Taxonomic Information System (ITIS) of CONABIO (2012) confirms this by mentioning the taxonomic status of *P. strobiformis* and points out as synonymy the following names: *P. reflexa* (Engelm.) Engelm, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* (Engelm.) Lemmon, *P. ayacahuite* var. *reflexa* (Engelm.) Voss, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw, *P. flexilis* var. *reflexa* Engelm. and *P. ayacahuite* C. Ehrenb.

According to ITIS, the taxonomic classification that must have this species is: Kingdom *Plantae*, Sub-kingdom *Viridaeplantae*, Infrakingdom *Streptophyta*, Division *Tracheophyta*, Sub-division *Spermatophytina*, Infradivision *Gymnospermae*, Class *Pinopsida*, Order *Pinales*, Family *Pinaceae*, Genus *Pinus*, Species *Pinus strobiformis*. This organization also mentioned that the common name of this species is Mexican white pine.

This species is geographically distributed in the states of Arizona, New Mexico and Texas, in USA. In Mexico it is found in the states of Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Jalisco, Sinaloa, Zacatecas and San Luis Potosi (Perry, 1991; Farjon and Styles, 1997; Castro-Félix *et al.*, 2008).

From the evolutionary point of view *Pinus* species had a number of diversification processes

de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Jalisco, Sinaloa, Zacatecas y San Luis Potosí (Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997; Castro-Félix *et al.*, 2008).

Desde el punto de vista evolutivo las especies de *Pinus* tuvieron una serie de procesos de diversificación ocurridas en las principales cadenas montañosas de México, las cuales funcionaron como corredores biológicos o como islas biogeográficas y definieron los patrones de distribución actual de los pinos dentro de las cinco grandes regiones del país según Sánchez-González (2008): Región I Baja California y Baja California Sur (estados de Baja California Norte y Baja California Sur); Región II Sierra Madre Occidental (estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit y Jalisco); Región III Sierra Madre Oriental (estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y Querétaro); Región IV Faja Volcánica Transmexicana (estados de Colima, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Estado de México y Distrito Federal), y Región V Sierra Madre del Sur, Macizo de Oaxaca, Sierra de Oaxaca, Sierra de San Cristóbal y Península de Yucatán (estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche y Quintana Roo).

Sánchez-González (2008) señala además dos probables centros de diversidad y evolución de *Pinus* en México. El primero está conformado por la Faja Volcánica Transmexicana FVT (Región IV), con extensiones hacia el noroeste y sureste, a través de la Sierra Madre Occidental (Región II), Sierra Madre Oriental (Región III) y Sierra Madre del Sur (Región V), con las que comparte 17, 19 y 17 taxa, respectivamente. El segundo centro de diversidad (Regiones II y III), se caracteriza por los endemismos locales, originados en pequeñas montañas de las planicies áridas y semiáridas. Derivado de lo anterior, el objetivo del presente artículo fue reportar una nueva localidad para *P. strobiformis*, en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato, y establecer el centro de diversidad del cual procede.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fisiografía

Según Oliva (2012), se ubica en la provincia fisiográfica de la Mesa Central, Subprovincia Llanuras y Sierras del Norte de

that took place in the main mountain ranges of Mexico, which functioned as biological corridors or as biogeographic islands and defined the current distribution patterns of pine trees within the five large regions of the country according to Sánchez-González (2008): Region I, North and South Baja California (states of Baja California and Baja California Sur); Region II, Sierra Madre Occidental (states of Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit and Jalisco); Region III, Sierra Madre Oriental (states of Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí and Querétaro); Region IV, Mexican Volcanic Belt (states of Colima, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Estado de México and Federal District), and Region V, Sierra Madre del Sur, Macizo de Oaxaca, Sierra de Oaxaca, Sierra de San Cristóbal and the Yucatán Peninsula (states of Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Campeche and Quintana Roo).

Sánchez-González (2008) also points out two possible centers of diversity and evolution of *Pinus* in Mexico. The first consists of the Mexican Volcanic Belt FVT (Region IV), with northwest and southeast extensions, through the Sierra Madre Occidental (Region II), Sierra Madre Oriental (Region III) and Sierra Madre del Sur (Region V), with which it shares 17, 19 and 17 taxa, respectively. The second center of diversity (Regions II and III) is characterized by local endemics originated in small mountains of the arid and semi-arid plains. Due to the above, the objective of this article was to report a new location for *P. strobiformis*, in the municipality of San José Iturbide, Guanajuato, and to establish the center of diversity from which it originates.

MATERIALS AND METHODS

Physiography

According to Oliva (2012), it is located in the physiographic province of the Central Plateau, Sub-province Plains and Northern Sierras of Guanajuato. Such plains are almost completely surrounded by sierras, sierritas, lava plateaus and associated hillocks, it shows a complicated lithology, consisting of several types of volcanic rock with high contents of silica, basalt and acid igneous rocks associated with old alluviums.

Guanajuato. Tales llanuras están casi totalmente rodeadas por sierras, sierritas, mesetas lávicas y lomeríos asociados, presenta una litología complicada, constituida por varios tipos de roca volcánica con altos contenidos de sílice, basalto y rocas ígneas ácidas asociadas con aluviones antiguos.

Geología

De las tres Provincias Geológicas del estado de Guanajuato, la Faja Ignimbrítica Mexicana dentro de la Mesa Central, comprende la porción norte del estado y está limitada al sur por el Eje Neovolcánico y al oriente por la Sierra Madre Oriental (Oliva, 2012). En esta provincia se localizan las rocas más antiguas del estado: rocas metamórficas del Triásico-Jurásico. Además hay rocas sedimentarias del Cretácico y del Terciario. El Cuaternario está representado por los aluviones que han originado las llanuras y valles existentes en la provincia y por rocas sedimentarias. La estratigrafía consiste principalmente de rocas volcánicas de tipo riolítico que se presentan como tobas suaves de color gris rosado claro y como ignimimbritas duras de color café rojizo. Las rocas riolíticas son las principales elevaciones de la zona y tienden a formar altas mesetas debido a que fueron depositadas como lluvia de cenizas, algunas tan calientes que llegaron a soldarse formando ignimimbritas. Debido a la conformación histórica de la geología y del elemento tectónico estructural en el estado, se originaron depósitos de yacimientos minerales, lo que determina al estado como una zona minera potencial e importante ahora y durante la historia de México.

Respecto a yacimientos minerales, en la zona de estudio existen evidencias de uso de estaño hace unos 35 años según lo informado por Hernández (2013)^[3].

Suelo

De acuerdo con la FAO (2007), el tipo de suelo es Phaeozem háplico, que se caracteriza por una capa superficial suave y rica en materia orgánica y nutrientes, presenta una fase lítica con un lecho rocoso que se ubica a 25 cm de profundidad. Según Quijano-Carranza y Rocha-Rodríguez (2012), para la zona de estudio el tipo de suelo es Phaeozem, con una profundidad de capa fértil de 31 a 45 cm y de textura migajón arenoso.

Hidrología

Villagómez *et al.* (2011) señalan que el área se encuentra en la Región Lerma-Santiago, Región Hidrológica 12, Cuenca Río

Geology

Of the three Geological Provinces of the state of Guanajuato, the Mexican Ignimbrite Belt in the Central Plateau comprises the northern part of the state and it is bounded on the south by the Neo-volcanic Axis and to the east by the Sierra Madre Oriental (Oliva, 2012). In this province the oldest rocks of the state are located: metamorphic rocks of the Triassic-Jurassic. Also Cretaceous sedimentary and Tertiary rocks are located. Quaternary is represented by alluviums and sedimentary rocks that have caused the plains and valleys existing in the province. The stratigraphy mainly consists of rhyolite-type volcanic rocks that occur as soft tuffs of gray and light pink color and as hard ignimbrites of brown reddish color. The rhyolite rocks are the main elevations of the area and tend to form high plateaus due to the fact that they were deposited as ash fall, some so hot they welded forming ignimbrites. Due to the historical formation of the geology and structural tectonic element in the state, a number of deposits of mineral deposits were originated, which determines the state as a potential and important mining area today and throughout the history of Mexico.

Regarding mineral deposits, in the study area there is evidence of use of tin made about 35 years ago as reported by Hernández (2013)^[3].

Soil

According to FAO (2007), the soil type is Phaeozem aplitic, characterized by a soft superficial layer rich in organic matter and nutrients, has a lytic phase with a bedrock located at 25 cm deep. Quijano-Carranza and Rocha-Rodríguez (2012) refer for the study area a soil type Phaeozem, with a topsoil depth of 31 to 45 cm and sandy loam texture.

Hydrology

Villagomez *et al.* (2011) points out that the area is in the Lerma-Santiago Region, Hydrologic Region 12, Basin River Laja; the hydrographical network in the relief has moderate density with dendritic, sub-dendritic and radial patterns with varying degrees of integration (Torres-Benites *et al.*, 2005). Regarding groundwater hydrology, the area is located in the aquifer Dr. Mora-San José Iturbide, which is encircled by topographic elevations such as the locality where the species is located, whose surface runoff moves in east west direction and exit through a topographic narrow down the valley of Laguna Seca.

³ Hernández, T. Propietario del predio donde se ubica la especie, auxiliar y guía para acceso al sitio de recolección.

Laja; la red hidrográfica en el relieve posee moderada densidad con patrones dendríticos, subdendríticos y radiales con diversos grados de integración (Torres-Benítez *et al.*, 2005). En hidrología subterránea la zona se ubica en el acuífero Dr. Mora-San José Iturbide, el cual está circundado por elevaciones topográficas como la localidad donde se ubica la especie, cuyos escurrimientos superficiales circulan en dirección oriente poniente y salen por un estrecho topográfico hacia el valle de Laguna Seca.

Clima

El clima que prevalece en la región es C (w₀) templado subhúmedo con lluvias en verano, el de menor humedad de los templados, con un cociente P/T <43.2, un porcentaje de lluvia media anual <5 y precipitación invernal entre 5 y 10.2 %, la temperatura fluctúa entre 14 y 16 °C y la precipitación entre 500 y 600 mm año⁻¹ (Villagómez, *et al.*, 2012).

Vegetación

El tipo de vegetación es el bosque templado de pino-encino, asociado a especies de *Quercus* como *Q. laurina* Humb. & Bonpl. (encino jarillo) y *Q. rugosa* Née (roble), *Pinus cembroides* Zucc. (pino piñonero), *Populus tremuloides* Michx. (pera, álamo), *Arctostaphylos pungens* H. B. K. (pingüica), *Arbutus glandulosa* (madroño rojo), *Dasilyrion acrotriche* (sotol), *Lupinus monticola* Rydb. (lupinos) *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (helecho), *Echinofossulocactus (lamellosus) hastatus* (Hopffer *ex* K. Schumann) Britton Et Rose (biznaga espadilla), *Salvia elegans* (salvia), *Senecio barba-johannis* (senecio), *Asplenium miradoreense* Liebm. y diversas especies de mamilaria (*Mammillaria* spp.) (Figura 1).

Trabajo de campo

A finales de 2011, durante 2012 y 2013 se realizaron recorridos de campo al sitio con el objeto de efectuar colectas de la especie y de las asociaciones vegetales. Después se realizó su determinación y se cotejó con material botánico depositado en el Herbario de la Universidad Autónoma Chapingo. Además se tomaron muestras de suelo para su análisis e identificación y se registraron datos de coordenadas del sitio, altura sobre el nivel del mar, medidas perimetrales del sitio y exposición. Del suelo se tomaron dos muestras, una en la porción baja – central y otra en la ladera; además, se registró la pendiente representativa en las exposiciones este y oeste, el diámetro (cm) y altura (m) de cuatro árboles para estimar el volumen de estos individuos.

Climate

The prevailing climate in the region is C (w₀) temperate subhumid with summer rains, that of less moisture of the temperate climates, with a quotient P/T <43.2, a percentage of average annual rain <5 and winter precipitation between 5 and 10.2 %, the temperature ranges between 14 and 16 °C and precipitation between 500 and 600 mm year⁻¹ (Villagómez *et al.*, 2012).

Vegetation

The type of vegetation is temperate pine-oak forest, associated with *Quercus* species as *Q. laurina* Humb. & Bonpl. (jarillo oak) and *Q. rugosa* Née (oak), *Pinus cembroides* Zucc. (piñonero pine), *Populus tremuloides* Michx. (pear, poplar), *Arctostaphylos pungens* H. B. K. (pingüica), *Arbutus glandulosa* (red madroño), *Dasilyrion acrotriche* (sotol), *Lupinus monticola* Rydb. (lupine), *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (bracken), *Echinofossulocactus (lamellosus) hastatus* (Hopffer *ex* K. Schumann) Britton Et Rose (Sculling biznaga), *Salvia elegans* (sage), *Senecio barba-johannis* (groundsel), *Asplenium miradoreense* Liebm. and various species of Mammillary (*Mammillaria* spp.) (Figure 1).

Field work

At the end of 2011, during 2012 and 2013 field trips to the site were performed in order to make collections of the species and of plant associations. Then we performed on their



Figura 1. Panorámica de la localidad, municipio de San José Iturbide, Guanajuato (exposición oeste). Fotografía: Mario A. Villagómez Loza, 2013.

Figure 1. Overview of the locality, municipality of San José Iturbide, Guanajuato (western exposure). Photo: Mario A. Villagómez Loza, 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localización

La nueva localidad donde se ubica esta especie está a 2814 msnm, al sureste del municipio de San José Iturbide, dentro de las coordenadas 20° 56' N y 100° 17' O (Figura 2).

Suelo

Los resultados del análisis de suelo se muestran en el Cuadro 1. Con relación a la textura del suelo, los resultados corroboran lo señalado por Quijano-Carranza y Rocha-Rodríguez (2012), quienes mencionan que es un suelo con textura migajón arenoso.

Vegetación

La distribución de *P. strobiformis* Engelmann en el área está en una área cercana a 50 ha con una conformación similar a un cañón que corre de sur a norte con cerca de 200 m hacia ambos lados (este y oeste), 50 m aproximadamente en la parte baja-central y con un recorrido de casi 1000 m de sur a norte, con un gradiente aproximado del 10-15 %.

Descripción de la especie

Hay presencia de regeneración natural de *P. strobiformis* en el predio donde se realizó la recolección con la presencia de árboles jóvenes de porte me-

determination and comparison with botanical material deposited in the Herbarium of the University of Chapingo. Also soil samples were taken for analysis and identification and data such as site coordinates, height above sea level, perimeter measures of the site and exposure were recorded. From the soil two samples were taken, one in the lower-central part and another on the hillside, in addition the representative slope on the east and west exposures was recorded; the diameter (cm) and height (m) of four trees to estimate the volume of these individuals were also recorded.

RESULTS AND DISCUSSION

Location

The new locality where this species is located is at 2814 masl, southeast of the municipality of San José Iturbide, within the coordinates 20° 56' N and 100° 17' W (Figure 2).

Soil

Results of soil analysis are shown in Table 1. With regard to soil texture, results corroborate that reported by Quijano-Carranza and Rocha-Rodríguez (2012), who mentioned that this is a soil with sandy loam texture.

Vegetation

The distribution of *P. strobiformis* Engelmann in the area occurs in an area of nearly 50 ha with a shape similar to a canyon that runs from south to north



Figura 2. Localización geográfica de *Pinus strobiformis* en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato.
Figure 2. Geographic location of *Pinus strobiformis* in the municipality of San José Iturbide, Guanajuato

Cuadro 1. Análisis de suelo en el área de estudio en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato.
Table 1. Soil analysis of the study area in the municipality of San José Iturbide, Guanajuato.

Concepto/Muestra	Ladera	Parte baja central
pH	3.90	5.17
Materia orgánica	8.06 %	11.07 %
Nitrógeno inorgánico	65.70 mg kg ⁻¹	21.10 mg kg ⁻¹
Fósforo	12.60 mg kg ⁻¹	13.40 mg kg ⁻¹
Hierro	305.90 mg kg ⁻¹	225.90 mg kg ⁻¹
Manganeso	7.40 mg kg ⁻¹	67.90 mg kg ⁻¹
Zinc	6.80 mg kg ⁻¹	12.10 mg kg ⁻¹
Cobre	0.20 mg kg ⁻¹	0.30 mg kg ⁻¹
Arena	54.92 %	50.56 %
Limo	31.28 %	38.92 %
Arcilla	13.80 %	10.52 %
Textura	Migajón arenoso	Migajón arenoso

diano (12 a 15 m de alto), además de adultos de 20 a 25 m de alto, con un volumen por árbol de 2 a 9 m³, lo cual se determina mediante la fórmula de Smalian en cuatro árboles cuya altura se midió con clinómetro Suunto y diámetro a la altura del pecho con cinta diamétrica. La especie tiene la base del fuste limpio, ramas extendidas, semiverticiladas y ligeramente ascendentes (Figura 3).

La corteza finamente rugosa de color café-grisácea está dividida en placas irregularmente rectangulares (Figura 4).

Hojas aciculares de color verde oscuro de 11 a 13 cm de largo con bordes aserrados, fascículos en grupos de cinco con vainas pronto caedizas y con brácteas espaciadas en la ramilla. Conos sub-cilíndricos, duros, atenuados y con resina; color amarillo con tinte anaranjado o levemente ocre, de 15 a 25 cm de largo, colgantes, ligeramente encorvados y sostenidos por un pedúnculo fuerte de 2.0 a 2.5 cm de largo; escamas fuertes y gruesas, cóncavas, con apófisis larga y reflejada terminando en una prolongación ancha y enroscada de 2.5 a 3.5 cm de ancho (Figura 5).

La semilla de color café oscuro de 11 a 15 mm de largo, comestible, con ala corta de 10 mm de longitud como máximo (Figura 6).

Conviene diferenciar la longitud del ala de la semilla de la especie antes descrita que no supera los 10 mm, con respecto a la del *P. ayacahuite* Ehrenberg donde los registros evidencian que la longitud del ala

by about 200 m in both directions (east and west), approximately 50 m in the low-central part and with a distance of nearly 1000 m from south to north, with an approximate gradient of 10-15%.

Description of the species

There is presence of natural regeneration of *P. strobiformis* at the site where the collection was performed with the presence of young trees of medium (12-15 m tall) size, as well as adults of 20 to 25 m high, with a volume per tree of 2-9 m³, which is determined by the Smalian's formula at four trees whose height was measured with Suunto clinometer and diameter at breast height with diameter tape. The species has the base of the bole clear, spreading, semi-vertical branches, and slightly upward (Figure 3).

The finely roughened bark of grayish-brown color is divided into irregularly rectangular plates (Figure 4).

Needle-like dark green leaves of 11 to 13 cm long with serrated edges, fascicles in groups of five with pods soon deciduous and with bracts spaced on the twig. Sub-cylindrical, hard, attenuated and with resin cones; yellow with orange dye or slightly ochre,



Figura 3. Población de *Pinus strobiformis* en el paraje El Pinalito. Fotografía: Mario A. Villagómez Loza, 2013.

Figure 3. Population of *Pinus strobiformis* in the place The Pinalito. Photo: Mario A. Villagómez Loza, 2013.



Figura 4. Corteza de *Pinus strobiformis* en ladera del sitio de estudio. Fotografía: Mario A. Villagómez Loza, 2013.
Figure 4. *Pinus strobiformis* bark in the hillside of the study site. Photo: Mario A. Villagómez Loza, 2013.

es 30 a 35 mm (Niembro, 1986) o 20 a 35 mm (Narave y Taylor, 1997).

Con el presente estudio se actualiza la distribución del pino blanco mexicano en el estado de Guanajuato, además de los registros existentes en



Figura 5. Conos de *Pinus strobiformis* ubicado en el sitio de estudio. Fotografía: Mario A. Villagómez Loza, 2013.
Figure 5. *Pinus strobiformis* cones located in the study site. Photo: Mario A. Villagómez Loza, 2013.



Figura 6. Semilla de *Pinus strobiformis* del sitio de estudio. Fotografía: Miguel Á. Bello González, 2013.
Figure 6. *Pinus strobiformis* seed in the study site. Photo: Miguel Ángel Bello González, 2013.

from 15 to 25 cm long, hanging, slightly curved and supported by a strong peduncle of 2.0 to 2.5 cm long; strong and thick scales, concave, with long and reflected apophysis ending in a wide and curled prolongation of 2.5 to 3.5 cm wide (Figure 5).

Dark brown seeds of 11-15 mm long, edible, with short wing of 10 mm long as maximum (Figure 6).

It is convenient to differentiate the wing length of the seed of species described above which does not exceed 10 mm, with respect to *P. ayacahuite* Ehrenberg where records show that the wing measures 30 to 35 mm (Niembro, 1986) or 20 to 35 mm (Narave and Taylor, 1997).

In the present study the Mexican white pine distribution is updated in the state of Guanajuato, in addition to the existing records in the states of Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nuevo Leon, San Luis Potosi, Sinaloa, Sonora and Zacatecas, denoting the distribution of *P. strobiformis* also towards the center of the country.

Determination and collation of botanical material was performed by Dr. Enrique Guízar Nolzco, Curator of the Herbarium of the Forestry Division of the University of Chapingo.

Conservation

According to the official Mexican standard NOM-059-SEMARNAT-2010 the species is subject to special protection (Pr), which refers to those that could be threatened by factors that adversely

los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas, denotando la distribución del *P. strobiformis* también hacia el centro del país.

La determinación y el cotejado del material botánico fue realizada por el Dr. Enrique Guízar Nolasco, Curador del Herbario de la División de Bosques de la Universidad Autónoma Chapingo.

Conservación

De acuerdo con la norma oficial NOM-059-SE-MARNAT-2010 la especie está sujeta a protección especial (Pr), que refiere aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo cual se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Actualmente la especie se encuentra fuera del perímetro del Área Natural Protegida Pinal del Zamorano (ANP) cuyo programa de manejo fue actualizado en el 2012 y está pendiente su publicación por el Instituto de Ecología del estado de Guanajuato. En dicho estudio se propone la ampliación de la cobertura del perímetro para los diferentes usos del suelo y vegetación del ANP. Particularmente para el Bosque de Coníferas y *Quercus* donde se aloja el *Pinus strobiformis* la cobertura a incrementar es 6.49% (Cuadro 2).

Origen de la especie

Según Sánchez-González (2008), a los taxa presentes en México y EUA es decir, al *Pinus flexilis* var. *reflexa* y *P. ponderosa* var. *scopulorum*, están estrechamente relacionados con los taxa restringidos al norte de México: *P. arizonica* (con tres variedades), *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. flexilis* var. *reflexa* y *P. strobiformis*, lo cual sugiere un origen común correspondiente al centro de diversidad de las Regiones II y III.

CONCLUSIONES

Con el nuevo registro se actualiza la biodiversidad de el estado de Guanajuato a 19 especies de Gimnospermas de las cuales 11 son pinos. La recolección de

affect their viability, by which the need to promote their recovery and conservation or restoration and conservation of stocks of associated species is determined.

At present, the species is outside the perimeter of the Natural Protected Area (NPA) of Pinal Zamorano whose management program was updated in 2012 and is awaiting publication by the Institute of Ecology of the state of Guanajuato. In that study the expansion of the perimeter coverage for different land and vegetation uses of the NPA is proposed. Particularly for the Coniferous and *Quercus* Forest where *Pinus strobiformis* stays, coverage to be increased is 6.49 % (Table 2).

Origin of the species

According to Sánchez-González (2008), to the taxa present in Mexico and USA that is, to *Pinus flexilis* var. *reflexa* and *P. ponderosa* var. *scopulorum*, are closely related to taxa restricted to northern Mexico: *P. arizonica* (three varieties), *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. flexilis* var. *reflexa* and *P. strobiformis*, suggesting a common origin corresponding to the center of diversity of Regions II and III.

CONCLUSIONS

With the new record the biodiversity of the state of Guanajuato is updated to 19 species of gymnosperms, 11 of which are pines. *Pinus strobiformis* collection carried out in the municipality of San José Iturbide lodges the nearest geographical position to Equator of collections obtained from the same species in the country.

By its origin the species comes from the second center of diversity, which is represented by Regions II and III where the effect of various factors (geological events, desertification, etc.) favored the migration of its ancestors from the Rocky Mountains and its diversification to the referring site.

If the extension of the Natural Protected Area in Pinal Zamorano is confirmed, it is a high priority the attention to the species by a silvicultural breeding program which encourages better development conditions especially considering the human pressure to which it is subject and the variation of natural elements due to the phenomenon of climate change.

Cuadro 2. Comparativo de uso de suelo y vegetación del ANP.
Table 2. Comparison of soil use and ANP vegetation.

Uso del suelo ANP	Superficie decretada (ha)	Superficie propuesta (ha)	Superficie incremento (ha)	% de cobertura a incrementar
Agricultura de temporal	14.83	329.57	314.74	1.41
Asentamiento humano	0	0.26	0.26	0.00
Bosque de coníferas	1155.35	2922.89	1767.54	7.92
Bosque de coníferas con vegetación secundaria	127.43	143.72	16.29	0.07
Bosque de coníferas y <i>Quercus</i>	973.44	2423.43	1449.99	6.49
Bosque de coníferas y <i>Quercus</i> con vegetación secundaria	963.35	1975.77	1012.43	4.53
Bosque de <i>Quercus</i>	5944.31	9163.87	3219.55	14.42
Bosque de <i>Quercus</i> con vegetación secundaria	1360.20	2634.28	1274.08	5.71
Cuerpo de agua	0.00	11.13	11.13	0.05
Matorral xerófilo	0.00	7683.94	7683.94	34.42
Matorral xerófilo con vegetación secundaria	0.00	108.24	108.24	0.48
Pastizal inducido	3476.41	8944.15	5467.74	24.49
Total	14 015.32	36 341.25	22 325.93	100.00

Fuente: Villagómez *et al.*, 2012 ❖ Source: Villagómez *et al.*, 2012.

Pinus strobiformis realizada en el municipio de San José Iturbide, aloja la posición geográfica más próxima al Ecuador de las recolecciones obtenidas de la misma especie en el país.

Por su origen la especie proviene del segundo centro de diversidad, el cual está representado por las Regiones II y III donde el efecto de diversos factores (eventos geológicos, desertización, entre otros) favorecieron la migración de sus antecesores a partir de las Montañas Rocosas y su diversificación hasta el sitio que se refiere.

De confirmarse la ampliación del Área Natural Protegida Pinal del Zamorano, es de alta prioridad la atención a la especie mediante un programa de mejoramiento silvícola que propicie las mejores condiciones de desarrollo considerando sobre todo la presión humana a la que se encuentra sujeta y la variación de los elementos naturales debido al fenómeno de cambio climático.

AGRADECIMIENTO

Al C. Trinidad Hernández propietario del predio por su constante auxilio como guía y facilitador en el trabajo de campo; sin su participación el presente trabajo no hubiera sido posible.

Apoyado por el proyecto PIFI/2012-16MSU0014T-04-01 UMSNH.

LITERATURA CITADA

- Castro-Félix, P., J. A. Pérez de la Rosa, G. Vargas, A., S. Velásquez, M., A. Santerre, F. López-Dellamary, T., and R. Villalobos-Arámbula, A. 2008. Genetic relationships among Mexican White Pines (*Pinus*, Pinaceae) based on RAPD markers. Volume 36 (7). Biochemicals Systematic and Ecology. Elsevier Ltd. pp: 524-525.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2012: <http://siit.conabio.gob.mx/> (Consulta: noviembre, 2012).
- Diario Oficial. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas en México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. pp: 65.
- FAO. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. IUSS Grupo de Trabajo WRB. Roma. pp: 87.
- Farjon, A., and B. T. Styles. 1997. FLORA NEOTROPICA. Monograph 75. PINUS (PINACEAE). Organization for Flora Neotropica. The New York Botanical Garden. pp: 211-215.
- Musálem, M. A., y A. Ramírez L. 2003. Monografía de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw. INIFAP. México. pp: 364.
- Narave F., H., y K. Taylor. 1997. Flora de Veracruz. Pinaceae. Fascículo 98. Instituto de Ecología, A. C., University of California. México. pp: 17.
- Niembro R., A. 1986. Mecanismos de Reproducción Sexual en Pinos. Limusa. México. 130 p.
- Oliva V., R. 2012. Fisiografía y geología. *In*: La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. I. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

- (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). pp: 38-45.
- Perry J., P. Jr. 1991. *The Pines of Mexico and Central America*. Timber Press. pp: 231.
- Quijano-Carranza, J. A. y R. Rocha-Rodríguez. 2012. Los suelos de Guanajuato. *In: La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. I*. México. CONABIO/IEE. pp: 74-81.
- Sánchez-González, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques* 14(1): 107-120.
- Torres-Benites, E., E. Mejía-Sáenz, J. Cortés-Becerra, E. Palacios-Vélez, y A. Exebio-García. 2005. Adaptación de un modelo de simulación hidrológica a la cuenca del río Laja, Guanajuato, México. *Agrociencia* 39: 481-490.
- Villagómez L., M. A., J. J. Esparza C., y M. Maldonado V. 2011. Estudio de ordenamiento ecológico local de San José Iturbide, Guanajuato. *Etapas de caracterización y diagnóstico*. CIATEC/IEE. pp: 11-16.
- Villagómez L., M. A., M. Maldonado V., y J. J. Esparza C. 2012. Actualización del programa de manejo del área natural protegida Pinal del Zamorano. CIATEC/IEE. México. pp: 121-127.
- Zamudio, S. 2012a. Diversidad de ecosistemas del estado de Guanajuato. *In: La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II*. México. CONABIO/IEE. pp: 21-55.
- Zamudio, S. 2012b. La diversidad vegetal. *In: La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado vol. II*. México. CONABIO/IEE. pp: 97-108.