



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

**REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA FAMILIA PINACEAE
EN EL ESTADO DE PUEBLA**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

DIANA BRENDA RAMOS DORANTES

ASESOR: Dr. DAVID SEBASTIAN GERNANDT



AGOSTO 2015

*"Lo importante no es hacer cosas nuevas
sino hacerlas como si nunca nadie las hubiera
hecho antes."*

Goethe

AGRADECIMIENTOS

- *Al Instituto de Biología de la UNAM y al Dr. David Gernandt por su asesoramiento, apoyo económico y por todos los momentos de convivencia durante mi estancia.*
- *A las Doctoras Rosa Andrés y Dulce Figueroa, integrantes del comité revisor, por sus observaciones y comentarios.*
- *A los directores y curadores de los herbarios consultados (MEXU, JNIF, ENCB, CHAPA, CHAP, HUAP) por permitirme examinar los ejemplares y en algunos la toma de muestras foliares.*
- *A Sergio Hernández, Dylan Burge y Austin Wofford por su apoyo en las colectas en campo.*
- *Al M. en C. Rafael Torres por su apoyo en las colectas en campo, consejos y amistad brindada.*
- *A la M. en C. Berenit Mendoza por su asesoramiento en la toma de fotografías al microscopio.*
- *Al Dr. José Luis Villaseñor por la información proporcionada.*
- *A Gretchen Rodríguez por los dibujos realizados.*
- *A mis compañeros Alejandro, Paty, Eduardo, Alfredo, Duhyadi y Xitlali por sus consejos y ratos de convivencia.*
- *Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado en la infraestructura de las colecciones biológicas (224743) y por la beca proporcionada en los últimos meses de estancia (221694).*

A mi familia por la confianza brindada y que siempre ha estado ahí y pese a las situaciones difíciles que sucedieron el año anterior estamos logrando salir adelante.

- *En especial a mi padre por ser mi principal guía y apoyo durante toda mi vida y por permitirme llegar hasta este momento.*
- *Y a mi madre que ha sido mi compañera, confidente y amiga. Mamita me da mucho gusto que estés superando esa etapa difícil por la que pasaste. Gracias por continuar con nosotros y no dejarte vencer.*
- *A Alberto por su amor, comprensión, consejos y apoyo incondicional durante todo este tiempo.*

Risas, felicidad, lágrimas, miedo, etc., sin duda durante este periodo viví literal todas las emociones y sentimientos que una persona puede experimentar. Gracias a todas esas personas que tuvieron participación e influyeron directa o indirectamente en mi vida durante la realización de este trabajo.

Gracias!

Ahora los invito a conocer un poco (como me dijo el Dr. Jorge Pérez de La Rosa) del maravilloso mundo de estos extraños seres de suave fragancia a terpenos de bajo peso molecular.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN	12
HIPÓTESIS	13
OBJETIVO GENERAL	13
MATERIAL Y MÉTODOS	14
CARACTERES MORFOLÓGICOS BÁSICOS EN LA FAMILIA PINACEAE	23
RESULTADOS	27
TRATAMIENTO TAXONÓMICO	31
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schldtl.....	35
<i>Pinus chiapensis</i> (Martínez) Andersen.....	39
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.....	43
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex. Parl.....	51
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex. Schldtl. & Cham.....	53
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldtl.	57
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schldtl. & Cham.	60
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schldtl. & Cham.....	64
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez.....	70
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.....	73
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	77
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	82
<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schldtl. & Cham.	91
<i>Abies hickelii</i> Flous & Gausson.....	94
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Mayr) Franco.....	97
DISCUSIÓN.....	102
CONCLUSIONES.....	105
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	114

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estados con mayor riqueza de géneros o especies de coníferas en el país	2
Cuadro 2. Clasificación de la familia Pinaceae por diferentes autores a lo largo de la historia.....	4
Cuadro 3. Especies de Pinaceae que se distribuyen en Puebla de acuerdo con diferentes autores.....	11
Cuadro 4. Regiones y fechas de colecta en campo.....	19
Cuadro 5. Variables morfológicas que se utilizaron para realizar las descripciones de las especies	20
Cuadro 6. Especies de la familia Pinaceae en Puebla. Debajo de cada categoría se indican los caracteres que las caracterizan.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Seis hipótesis filogenéticas diferentes de los géneros y subfamilias de Pinaceae.....	6
Figura 2. Distribución mundial de la familia Pinaceae.	8
Figura 3. Provincias biogeográficas en Puebla.....	14
Figura 4. Climas del estado de Puebla.....	15
Figura 5. Uso de suelo y tipos de vegetación en Puebla.	17
Figura 6. Caracteres vegetativos.....	24
Figura 7. Anatomía foliar.....	25
Figura 8. Caracteres reproductivos.	26
Figura 9. <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	38
Figura 10. <i>Pinus chiapensis</i>	42
Figura 11. <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i>	48
Figura 12. Secciones transversales de las especies de <i>Pinus</i> subgénero <i>Strobus</i>	49
Figura 13. <i>Pinus greggii</i>	52
Figura 14. <i>Pinus leiophylla</i>	56
Figura 15. <i>Pinus oocarpa</i>	59
Figura 16. <i>Pinus patula</i>	63
Figura 17. <i>Pinus teocote</i>	67

Figura 18. Secciones transversales de hojas de las especies de <i>Pinus</i> subsección <i>Australes</i>	68
Figura 19. <i>Pinus douglasiana</i>	72
Figura 20. <i>Pinus hartwegii</i>	76
Figura 21. <i>Pinus montezumae</i>	81
Figura 22. <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	88
Figura 23. Secciones transversales de hojas de <i>Pinus</i> subsección <i>Ponderosae</i>	89
Figura 24. <i>Abies religiosa</i>	94
Figura 25. <i>Abies hickelii</i>	96
Figura 26. Secciones transversales de hojas de <i>Abies religiosa</i> y <i>Pseudotsuga</i>	99
Figura 27. <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i>	100

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Lugares de colecta en campo.	18
Mapa 2. Distribución de los géneros de la familia Pinaceae en Puebla por tipo de vegetación.	29
Mapa 3. Distribución de las especies de la familia Pinaceae por rangos altitudinales.....	30
Mapa 4. Distribución de las especies de <i>Pinus</i> subgénero <i>Strobus</i> en el estado	50
Mapa 5. Distribución de las especies de <i>Pinus</i> subsección <i>Australes</i> (subgénero <i>Pinus</i>) en el estado.....	69
Mapa 6. Distribución de las especies de <i>Pinus</i> subsección <i>Ponderosae</i> (subgénero <i>Pinus</i>) en el estado.	90
Mapa 7. Distribución de las especies de los géneros <i>Abies</i> y <i>Pseudotsuga</i> en el estado.....	101

RESUMEN

Se elaboró una revisión taxonómica de la familia Pinaceae para determinar las especies que se distribuyen en el estado a partir de la examinación de ejemplares colectados en campo y los depositados en herbarios. Además de una clave para diferenciar las especies integrantes, así como sus descripciones morfológicas, la distribución geográfica, su estatus de conservación y aspectos ecológicos y etnobotánicos relevantes. Se reconocieron 19 taxa integrantes de la familia Pinaceae que se distribuyen de manera natural en el estado de Puebla equivalentes a 15 especies agrupadas en tres géneros: *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga*, de los cuales *Pinus* fue el más diverso. Se confirmó la distribución de tres especies con nuevos registros. Las especies que se reconocieron para el estado de Puebla representan el 24.6% del total de las que se distribuyen en México, de las cuales seis especies y tres infraespecies son endémicas para el país. Se determinó que las regiones biogeográficas con mayor afluencia de especies son el Eje Volcánico y la Sierra Madre Oriental. La mayoría de las especies han sido colectas en bosques de pino y bosques mixtos, en menor frecuencia en bosque mesófilo de montaña y zonas semi-áridas.

INTRODUCCIÓN

Las gimnospermas comprenden a las cícadas, las gnetofitas, las ginkgofitas y las coníferas. Estas últimas representan el 64% de las especies (Eckenwalder, 2009). Las coníferas (Pinophyta o Coniferophyta) se remontan desde el Carbonífero, es decir hace 300 millones de años. Algunas familias se desarrollaron en el Triásico tardío y el Jurásico temprano y algunos géneros contemporáneos aparecieron en el Jurásico medio (Rothwell *et al.*, 1997; Renner, 2009). Los miembros de éste grupo son llamadas coníferas porque presentan sus órganos reproductivos en estructuras especializadas llamados conos. Éstos pueden ser simples, formados sólo por brácteas (las cuales contienen los microsporangios) dispuestas helicoidalmente alrededor de un eje central (conos polínicos), o compuestos (conos ovulados) los cuales muestran un complejo bráctea-escama y en algunos grupos además se presentan escamas ovulíferas libres (Tomlinson y Takaso, 2002; Farjon, 2010).

A lo largo de la historia se han realizado diversas clasificaciones de las coníferas. De acuerdo a Eckenwalder (2009) están clasificadas en seis familias: Araucariaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Podocarpaceae, Sciadopityaceae, Taxaceae, con un total de 546 especies agrupadas en 67 géneros. En contraste, Farjon y Filer (2013) reconocen además otras dos: Cephalotaxaceae y Phyllocladaceae, con un total de 615 especies, agrupadas en 70 géneros. A pesar de ello en México se distribuyen sólo cuatro de ellas: Cupressaceae, Pinaceae, Podocarpaceae y Taxaceae (Eckenwalder, 2009; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014) con aproximadamente 94 especies agrupadas en diez géneros (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014). En el estado de Puebla se reportan 23 especies (Cuadro 1) agrupadas en ocho géneros (Rodríguez *et al.*, 2014), siendo uno de los estados más diverso en géneros de coníferas junto con los estados de Hidalgo, Veracruz y Oaxaca (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014).

Pinaceae es la familia más grande de coníferas. De acuerdo con Farjon y Filer (2013) comprende 232 especies clasificadas en 11 géneros y es exclusiva del hemisferio norte con excepción de una especie que es ecuatorial. Las especies

integrantes de ésta familia tienen gran importancia social, económica y ecológica, ya que a menudo son el componente dominante de la vegetación, influyen en procesos funcionales del ecosistema tales como los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, los regímenes de incendio. Además son hábitat y fuente de alimento para la fauna silvestre; sin olvidar los servicios ambientales importantes que nos ofrecen como agua, oxígeno, captura de carbono y recreación (Richardson y Rundel, 1998). Tienen alto valor económico como fuente de recursos, desde la obtención de madera para leña, la pulpa para la fabricación de papel y resina, la cual es comercialmente importante en la industria del aguarrás; además algunas semillas son comestibles como las de los pinos piñoneros (Farjon y Styles, 1997; Bermejo y Pontones, 1999).

La diversidad y riqueza de especies en nuestro país es excepcional y sinigual si la comparamos con su extensión territorial (CONABIO, 2006). En cuanto a especies botánicas no se queda atrás (Rzedowski, 1991; Villaseñor, 2003). De manera específica dentro de las coníferas y dentro de Pinaceae, *Pinus* es el género que sobresale tanto en riqueza como diversidad, lo que convierte a México en primer lugar a nivel mundial (Farjon y Styles, 1997). Sin embargo, la distribución y situación de las especies que se distribuyen en nuestro país aún es incierta para muchas y es por ello la importancia de estudios florísticos y revisiones taxonómicas.

Cuadro 1. Estados con mayor riqueza de géneros o especies de coníferas en el país (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014).

Estado	Número de géneros /especies
Jalisco	6/34
Durango	7/32
Chihuahua	6/29
Coahuila	6/28
Nuevo León	7/24
Hidalgo	8/24
Oaxaca	8/23
Puebla	8/23
Veracruz	8/22

ANTECEDENTES

Historia taxonómica

Pinaceae Spreng ex F. Rudolphi. *Syst. Orb. Veg.* 35. 1830.

Tipo: *Pinus* L.

Sinónimos: Cedraceae Vest. *Anleit. Stud. Bot.* 265, 280. 1818. Abietaceae Gray. *Nat. Arr. Brit. Pl.* 2: 222-223. 1822. Piceaceae Gorozh. *Lekts. Morf. Sist. Archegon.* 79. 1904.

Antes de que el nombre Pinaceae fuera reconocido formalmente para la familia, algunos autores realizaron clasificaciones de los géneros de coníferas. Tal es el caso de Linneo, que cuando registró su género *Pinus* en 1753 lo incluyó junto con otras especies de *Abies*, *Cedrus*, *Larix* y *Picea*, bajo el título de “Monoecia Monadelphia”. Sin embargo, no fue una clasificación formal.

Fue hasta el año de 1830 que Sprengel y Rudolphi basándose en *Pinus* realizan la designación formal de Pinaceae como familia. Más tarde, en 1836 Pinaceae también fue reconocida por Lindley como un grupo diferente de árboles de coníferas que contenía muchos géneros (*Pinus*, *Abies*, *Larix*, *Cunninghamia*, *Araucaria*, *Juniperus*, entre otros). Estos tres últimos actualmente están clasificados en la familia Cupressaceae.

A lo largo de la historia se han propuesto muchas clasificaciones de Pinaceae bajo diferentes nombres y categorías, algunas incluso incluyendo otras especies de coníferas (Senilis, 1866; Van Tieghem, 1891; Vierhapper, 1910; Pilger, 1926; Doyle, 1945; Niemann y van Genderen, 1980; Price *et al.*, 1987; Frankis, 1989; Farjon, 1990) (Cuadro 2). Desde la descripción del género *Cathaya* por Chun y Kuang en 1958, los autores comenzaron a incluirlo. Posteriormente los géneros *Hesperopeuce* y *Nothotsuga* también fueron incluidos por Page (1988). Sin embargo, de ambos, sólo *Nothotsuga* fue aceptado (Frankis, 1989; Farjon, 1990; Eckenwalder, 2009).

Actualmente Pinaceae y las otras familias de coníferas están clasificadas en el orden Pinales Gorozh. Eckenwalder (2009) y Farjon (2010) dividen a Pinaceae en tres subfamilias: a) Abietoideae (*Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Keteleeria*, *Tsuga*,

Nothotsuga y *Pseudolarix*); b) Laricoideae (*Larix* y *Pseudotsuga*) y c) Pinoideae (*Pinus*, *Cathaya* y *Picea*).

Farjon (1990, 2001, 2010) al igual que Eckenwalder (2009) reconocen 11 géneros; sin embargo, difieren en el número de especies; Farjon reconoció 225 especies en 2001 y posteriormente 232 (Farjon, 2010; Farjon y Filer, 2013). Por su parte, Eckenwalder (2009) sólo reconoce 195 especies.

Cuadro 2. Clasificación de la familia Pinaceae por diferentes autores a lo largo de la historia.

Van Tieghem (1891)*	Doyle (1945)°	Niemann y van Genderen (1980)	Melchior y Werdermann (en Farjon 1990)	Price <i>et al.</i> (1987)	Frankis (1989) y Farjon (1990)~	Farjon (2010) y Eckenwalder (2009)
Myélocèes (=Cédrées) <i>Abies</i> , <i>Keteleeria</i> <i>Cedrus</i> , <i>Pseudolarix</i> <i>Hesperopeuce</i> <i>Tsuga</i> Epixylocèes (=Pinées) <i>Pinus</i> <i>Picea</i> <i>Pseudotsuga</i> <i>Larix</i>	Grupo 1 <i>Pinus</i> <i>Picea</i> <i>Larix</i> <i>Pseudotsuga</i> Grupo 2 <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Pseudolarix</i> <i>Tsuga</i>	Grupo 1 <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Pinus</i> <i>Picea</i> <i>Keteleeria</i> Grupo 2 <i>Pseudolarix?</i> <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Tsuga</i>	Abietoideae <i>Abies</i> <i>Cathaya</i> <i>Keteleeria</i> <i>Picea</i> <i>Pseudotsuga</i> <i>Tsuga</i> Laricoideae <i>Cedrus</i> <i>Larix</i> <i>Pseudolarix</i> Pinoideae <i>Pinus</i>	Grupo Abietoide 1a <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Keteleeria</i> 1b <i>Tsuga</i> <i>Pseudolarix</i> Grupo Pinoide 2a <i>Picea</i> <i>Pinus</i> 2b <i>Larix</i> <i>Pseudotsuga</i>	Abietoideae <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Keteleeria</i> <i>Pseudolarix</i> <i>Nothotsuga</i> <i>Tsuga</i> Laricoideae <i>Cathaya</i> <i>Pseudotsuga</i> <i>Larix</i> Piceoideae <i>Picea</i> Pinoideae <i>Pinus</i>	Abietoideae <i>Abies</i> <i>Cedrus</i> <i>Picea</i> <i>Keteleeria</i> <i>Tsuga</i> <i>Nothotsuga</i> <i>Pseudolarix</i> Laricoideae <i>Larix</i> <i>Pseudotsuga</i> Pinoideae <i>Pinus</i> <i>Cathaya</i> <i>Picea</i>
*En base al número y posición de canales resiníferos en la raíz °De acuerdo a tipos de polinización ~Basada en la morfología de caracteres reproductivos, polen y cromosomas.						

Filogenia

Estudios morfológicos y moleculares indican que Pinaceae probablemente es el grupo hermano del resto de las coníferas vivientes aunque presenta mucha divergencia con respecto a ellas (Rai *et al.*, 2008). Incluso algunos estudios reportan una relación de grupo hermano con los Gnetales (Renner, 2009; Lu *et al.*, 2014). La familia se distingue por presentar un patrón de proembriogenia de cuatro niveles (Doyle, 1963), proteínas tipo P de los elementos del tubo del floema (Behnke, 1974) y la ausencia de biflavonoides (Geiger y Quinn, 1975). Otros caracteres que establecen a la familia Pinaceae como monofilética son la ausencia

de fibras en el floema, traqueidas del tejido de transfusión en todo el haz vascular de la hoja, células espermáticas sin paredes celulares, células del canal ventral sin pared (únicamente núcleo) y membrana megaspórica delgada en el final del micrópilo, (Hart, 1987). Otras características típicas de la familia son la presencia de dos óvulos por escama ovulífera, la presencia de semillas con alas derivadas de la superficie de la escama, la formación del complejo bráctea-escama en los conos ovulados en etapas tempranas del desarrollo y la presencia de granos de polen bisacados en la mayoría de los géneros (Price *et al.*, 1998).

Análisis morfológicos dividen a la familia Pinaceae en tres o incluso cuatro clados (Hart, 1987; Frankis, 1988, Farjon 1990) (Figura 1). Contrario a ellos, la mayoría de las filogenias realizadas con datos moleculares (genes *matK*, *nad5* y *4CL* del plasto, mitocondria y el núcleo, respectivamente) muestran sólo dos: Pinoideae (*Pinus*, *Cathaya*, *Picea*, *Larix* y *Pseudotsuga*) y Abietoideae (*Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Keteleeria*, *Tsuga*, *Nothotsuga* y *Pseudolarix*) (Gernandt *et al.*, 2008). Sin embargo en algunas filogenias, *Cedrus* en lugar de formar parte del clado con las otras especies de Abietoideae, se muestra como grupo hermano a ambos clados principales de la familia, o bien como grupo hermano al clado Pinoideae (Wang *et al.*, 2000; Quinn *et al.*, 2002) (Figura 1). Pinoideae está soportada por la presencia de dos canales resiníferos en el cilindro vascular de la raíz juvenil primaria, ausencia de una base pedicelada estrecha de las escamas del cono y la ausencia de cavidades resinosas en la cubierta de la semilla (Wang *et al.*, 2000).

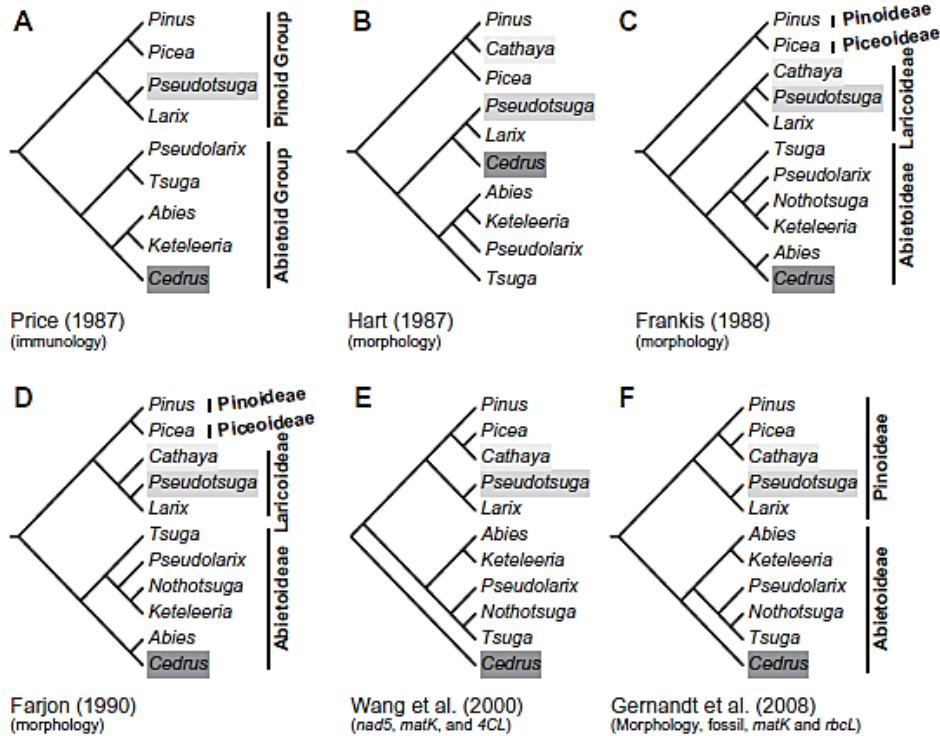


Figura 1. Seis hipótesis filogenéticas diferentes de los géneros y subfamilias de Pinaceae. Todos los árboles fueron rediseñados y simplificadas de las referencias citadas. Los fondos gris claro, medio y fuerte indican las posiciones de *Cathaya*, *Pseudotsuga* y *Cedrus*, respectivamente. En paréntesis se indican los caracteres que se emplearon (Tomado de Lin *et al.*, 2010).

Descripción de la familia Pinaceae

Comprende **árboles** de hasta cien metros de altura o en algunas ocasiones **arbustos**, siempre verdes o anualmente deciduos (*Larix* y *Pseudolarix*) y monoicos. El tronco presenta crecimiento secundario y está constituido por madera formada por traqueidas iguales y con canales resiníferos, los cuales están presentes en la madera, la corteza, las hojas y los conos ovulados. **Corteza** lisa, escamosa o con surcos. Raíces fibrosas o leñosas. Ramificación en pseudo-espinales rítmicas en el tallo principal y ramas, manteniendo la dominancia apical. Las ramas laterales están bien desarrolladas y tienen brotes de crecimiento bien definidos (*Pinus*) o indefinidos (*Cedrus*, *Larix*). **Vainas** cilíndricas, a veces revestidas de hojas primarias, persistentes o deciduas; internodos de menos de 1 cm. **Hojas** verdes o deciduas, dispuestas helicoidalmente e insertadas en brotes largos o cortos y solitarias, o bien, agrupadas en fascículos de 2–8 (*Pinus*) rodeados por una vaina en los braquiblastos; son linear aciculares o linear

alargadas y planas; pueden ser anfiestomáticas, hipostomáticas o algunas veces epiestomáticas. En un corte anatómico transversal de la hoja se observan de 1 a 2 haces vasculares y canales resiníferos con número y posición variados; parénquima empalizado presente o ausente; la hipodermis y la epidermis comúnmente bien desarrolladas y diferenciadas. **Conos polínicos** en ramas largas laterales o en apicales cortas; son anuales, axilares, ovoides a elipsoides o cilíndricos, solitarios o agrupados, deciduos; microsporófilos superpuestos numerosos, dispuestos helicoidalmente, (sub) peltados, con dos microsporangios libres abaxiales, con dehiscencia longitudinal. Granos de polen esféricos con dos sacos o con menor frecuencia reducidos (*Tsuga* sect. *Tsuga*) o sin ellas (*Larix* y *Pseudotsuga*). **Conos ovulados** compuestos, axilares, leñosos, a menudo solitarios o agrupados, algunas veces largamente persistentes; varían en forma y tamaño, erectos o péndulos; brácteas organizadas helicoidalmente alrededor de un raquis leñoso, están bien desarrolladas o rudimentarias, permanecen pequeñas o crecen con el cono. **Escamas ovulíferas** axilares y libres de las brácteas, son persistentes o deciduas (*Abies* y *Cedrus*), leñosas, aplanadas; apófisis redondeada o ligeramente protuberante (*Pseudolarix*) o diferenciada (*Pinus*). Dos **semillas** invertidas en cada escama ovulífera, ligeramente aplanadas, usualmente aladas pero en algunas especies ésta puede ser rudimentaria (*Pinus*) (Thieret, 1993; Eckenwalder, 2009; Farjon, 2010). Plántulas con número variado de cotiledones (de 2—24). Número de cromosomas diploides ($2n$) = 24 con excepción de *Pseudolarix* (44) y *Pseudotsuga menziesii* (26) (Farjon, 2010).

Distribución de la familia Pinaceae

Restringida al hemisferio norte, con excepción de una especie (*Pinus merkusii*) con distribución ecuatorial en Sumatra (Figura 2). La distribución de la familia es similar a la del resto de las coníferas al Norte del Trópico de Cancer. La mayoría de las especies habita en lugares montañosos, en bosques de coníferas en regiones templadas a frías. Con menor frecuencia se les observa en regiones semi-áridas y en latitudes subtropicales y tropicales (Farjon y Filer, 2013).

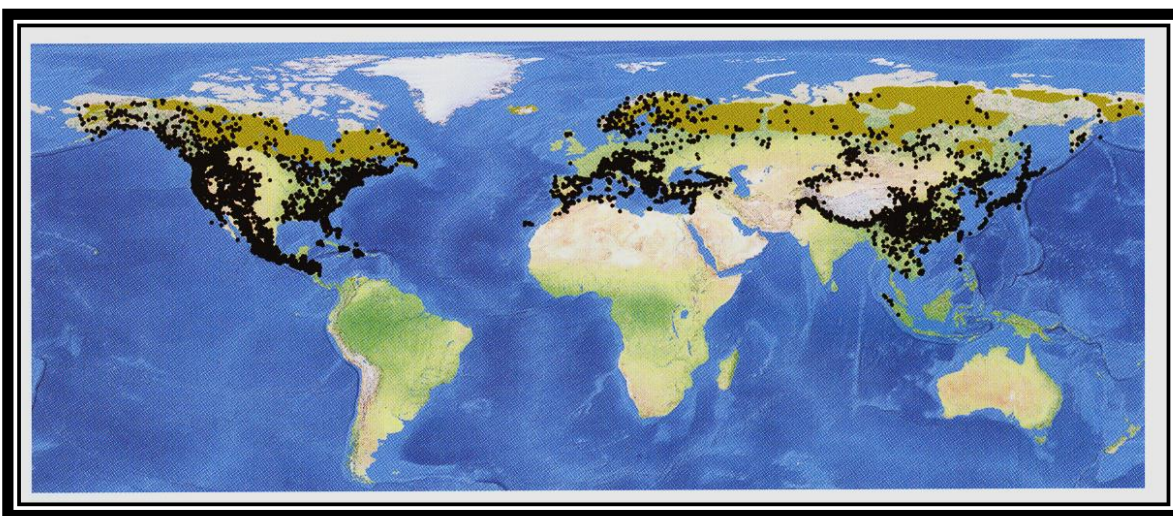


Figura 2. Distribución mundial de la familia Pinaceae (Farjon y Filer, 2013).

Pinaceae en México

En México la familia Pinaceae está representada por cuatro géneros (*Pinus*, *Picea*, *Abies* y *Pseudotsuga*) y 61 especies; de las cuales, 30 son endémicas (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014) (Anexo II). *Pinus* es el género con mayor riqueza de especies de la familia y México es el país con mayor riqueza y diversidad de pinos en todo el mundo (Farjon y Styles, 1997). Además es centro secundario de diversificación del género con 49 (40%) de las aproximadamente 120 especies de pinos en el mundo (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014).

La familia se distribuye en diversos tipos de vegetación. De acuerdo con Rzedowski (1978) se encuentra en el bosque de pino, el matorral de *Pinus*, el bosque de *Abies* y el bosque de *Pseudotsuga* y *Picea*. Además, las especies

integrantes habitan en otros tipos de vegetación como el bosque mesófilo de montaña, el bosque mixto (por ejemplo, bosque de pino-encino) y el matorral xerófilo.

Los pinares en México representan el grupo que mayor sustenta a la industria forestal, con aproximadamente el 81.1% de explotación para la obtención de celulosa, madera y resina. Cabe resaltar que la importancia no sólo radica a nivel nacional sino también internacional, ya que las especies mexicanas han sido introducidas en otros países como especies de alto potencial forestal ofreciendo una buena fuente de recursos maderables (Bermejo y Pontones, 1999).

Para México se han realizado publicaciones descriptivas de las especies integrantes del género *Pinus*, como la de Shaw (1909), la de Perry (1991) que comprende México y Centroamérica y la de Farjon y Styles (1997) en la que abarcan el Neotrópico. De autores mexicanos destacan los trabajos realizados por Martínez (1963) sobre las pináceas mexicanas y el género *Pinus* (1992).

Algunos autores han elaborado guías y claves para identificar especies de pinos mexicanos, tal es el caso de la clave de Campos (1993) y la guía de Farjon y colaboradores (1997) que abarca México y América Central.

Otros autores han realizado trabajos regionales en los que incluyen descripciones y en algunos casos guías para identificar las especies. Por ejemplo Martínez (1953) realizó las pináceas del Estado de México, Siquéiros (1989) incluyó todas las coníferas de Aguascalientes. McVaugh (1992) elaboró descripciones de las gimnospermas, incluida la familia Pinaceae y otras coníferas, del oeste de México. Narave y Taylor (1997) publicaron las Pinaceae de Veracruz, mientras que Santiago-Vera y colaboradores (1997) elaboraron una guía para identificar los pinos de Chiapas. García y González (2003) publicaron las pináceas de Durango. Espinosa (2005) en la publicación de la Flora Fanerogámica del Valle de México incluye descripciones de gimnospermas incluida la familia Pinaceae. El trabajo más reciente es el realizado por Fonseca (2013) del estado de Guerrero. Y

el mismo año, Salinas (2013) realiza una revisión taxonómica del género *Pinus* en el estado de Hidalgo.

Pinaceae en Puebla

El número de especies así como las variedades de la familia Pinaceae, en particular para el género *Pinus* que es el más diverso, ha diferido de acuerdo al autor (Cuadro 3). La mayoría de las publicaciones de la flora del estado hacen referencia a las angiospermas y sólo algunas de ellas mencionan algunas especies de Pinaceae (Villers *et al.* 2006; Rodríguez *et al.*, 2010). El fascículo 12 de la Flora de Tehuacán-Cuicatlán (Medina y Dávila, 1997) es sobre gimnospermas, pero no se mencionan especies de Pinaceae. Las publicaciones que mencionan una lista como tal de las especies integrantes de la familia son: el Estudio de Estado sobre la Biodiversidad (Contreras-Jiménez, 2011) y la más reciente es la de Rodríguez y colaboradores (2014) sobre la Flora de Puebla. Aunque dichos trabajos sólo hacen una compilación de las especies de la familia mencionadas por Martínez (1963) y Farjon y Styles (1997).

Cuadro 3. Especies de Pinaceae que se distribuyen en Puebla de acuerdo con diferentes autores.

Perry 1991 (<i>Pinus</i>) [^]	Martínez (1992)	Farjon (2010) [^]	Contreras- Jiménez (2011) [^]	Rodríguez et al. (2014) [^]
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pinus ayacahuite</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> • <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i> • <i>Pinus chiapensis</i> • <i>Pinus greggii</i> • <i>Pinus hartwegii</i> • <i>Pinus lawsonii</i> • <i>Pinus leiophylla</i> • <i>Pinus maximinoi</i> • <i>Pinus michoacana</i> • <i>Pinus michoacana</i> var. <i>cornuta</i> • <i>Pinus montezumae</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>lindleyi</i> • <i>Pinus oaxacana</i> • <i>Pinus patula</i> • <i>Pinus pringlei</i>[^] • <i>Pinus pseudostrobus</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> forma <i>megacarpa</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> forma <i>protuberans</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> • <i>Pinus rudis</i> • <i>Pinus teocote</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Abies religiosa</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>ayacahuite</i> • <i>Pinus cembroides</i> • <i>Pinus leiophylla</i> • <i>Pinus michoacana</i> var. <i>cornuta</i> • <i>Pinus montezumae</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>lindleyi</i> • <i>Pinus oocarpa</i> • <i>Pinus patula</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>oaxacana</i> • <i>Pinus rudis</i> • <i>Pinus strobus</i> var. <i>chiapensis</i> • <i>Pinus teocote</i> • <i>Pseudotsuga menziesii</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Abies religiosa</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> • <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>cembroides</i> • <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i> • <i>Pinus devoniana</i> • <i>Pinus douglasiana</i>[*] • <i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i> • <i>Pinus hartwegii</i> • <i>Pinus leiophylla</i> • <i>Pinus maximinoi</i> • <i>Pinus montezumae</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>gordoniana</i> • <i>Pinus oocarpa</i> • <i>Pinus patula</i> • <i>Pinus pringlei</i>[*] • <i>Pinus pseudostrobus</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> • <i>Pinus strobus</i> var. <i>chiapensis</i> • <i>Pinus teocote</i> • <i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Abies religiosa</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> • <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>cembroides</i> • <i>Pinus chiapensis</i> • <i>Pinus devoniana</i> • <i>Pinus greggii</i> • <i>Pinus hartwegii</i> • <i>Pinus lawsonii</i> • <i>Pinus leiophylla</i> • <i>Pinus maximinoi</i> • <i>Pinus montezumae</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>gordoniana</i> • <i>Pinus oocarpa</i> • <i>Pinus orizabensis</i> • <i>Pinus patula</i> • <i>Pinus pringlei</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i> fo. <i>protuberans</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i> fo. <i>pseudostrobus</i> • <i>Pinus teocote</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Abies guatemalensis</i> var. <i>guatemalensis</i> • <i>Abies religiosa</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>ayacahuite</i> • <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> • <i>Pinus cembroides</i> • <i>Pinus chiapensis</i> • <i>Pinus devoniana</i> • <i>Pinus greggii</i> • <i>Pinus hartwegii</i> • <i>Pinus lawsonii</i> • <i>Pinus leiophylla</i> var. <i>leiophylla</i> • <i>Pinus maximinoi</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>gordoniana</i> • <i>Pinus montezumae</i> var. <i>montezumae</i> • <i>Pinus oocarpa</i> var. <i>oocarpa</i> • <i>Pinus oocarpa</i> var. <i>trifoliata</i> • <i>Pinus orizabensis</i> • <i>Pinus pringlei</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> • <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i> • <i>Pinus teocote</i> • <i>Pseudotsuga menziesii</i>
<p>22 taxa: 1 género 16 especies 1 subespecie 4 variedades 2 formas</p>	<p>17 taxa: 3 géneros 13 especies 6 variedades</p>	<p>21 taxa: 3 géneros 17 especies 2 subespecies 4 variedades</p>	<p>21 taxa: 2 géneros 16 especies 5 variedades 2 formas</p>	<p>22 taxa: 3 géneros 18 especies 4 variedades</p>
<p>[*]Lo menciona como probabilidad [^]Hace referencia, sin embargo, no menciona ejemplares colectados</p>				

JUSTIFICACIÓN

Trabajos florísticos y estudios de estado en Puebla mencionan listas de especies integrantes de la familia Pinaceae. No obstante, éstos sólo han sido compilaciones de trabajos previos y por ende no se cuenta con un estudio específico del estado que avale y respalde dicha información mediante la referencia de ejemplares en colecciones científicas.

La elaboración de este trabajo permitirá establecer las especies presentes en el estado, ayudará a reconocerlas y definir su distribución. Además pretende servir de base para futuros trabajos relativos a las especies integrantes de la familia.

Una clave específicamente diseñada para identificar las especies de esta región será de gran utilidad y necesaria debido a que los caracteres morfológicos empleados para identificar las especies pueden ser similares o ambiguos y además pudiera existir variación interpoblacional.

HIPÓTESIS

La revisión y análisis de ejemplares de herbario así como de colectas en campo aportará información básica para la determinación e identificación de las especies de la familia Pinaceae que se distribuyen en el estado de Puebla.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una revisión taxonómica de la familia Pinaceae en el estado de Puebla.

PARTICULARES

- Determinar la riqueza de la familia Pinaceae en el estado a partir de trabajo de campo y consulta de colecciones científicas.
- Realizar descripciones detalladas de los taxa integrantes de la familia.
- Representar en mapas la distribución de los taxa en el estado.
- Elaborar una clave dicotómica para su identificación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Localización

El estado de Puebla se localiza en el centro oriente del país. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 20°50' N y 17°52' N, 96°43' O y 99°04' O. Limita al Norte con Veracruz; al sur con Oaxaca y Guerrero; al oeste con Morelos, Estado de México, Tlaxcala e Hidalgo y al este con Veracruz (Figura 3).

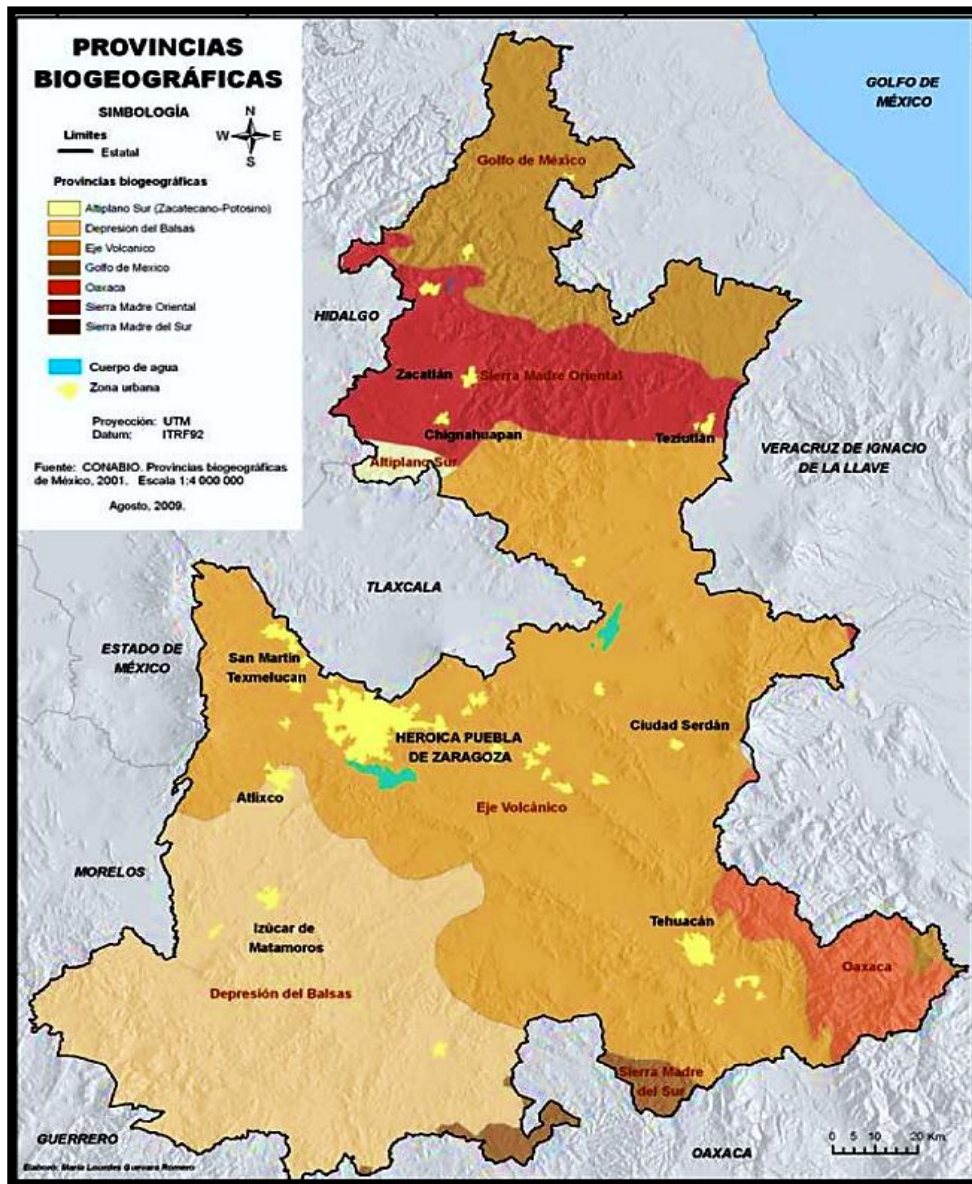


Figura 3. Provincias biogeográficas en Puebla (Tomada de CONABIO, 2011).

Características físicas

El estado de Puebla cuenta con una superficie de 34 290 km² que representan el 1.7 % del área total del país (INEGI, 2004). En el territorio poblano convergen siete provincias biogeográficas (Figura 3), de las cuales cuatro son las más extensas: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo Norte, Eje Volcánico y Depresión del Balsas. Cada provincia está constituida a su vez por subprovincias fisiográficas que presentan características distintivas en cuanto a altitud, geología, hidrología, precipitación pluvial, suelos y vegetación (INEGI, 2004) (Figura 3).

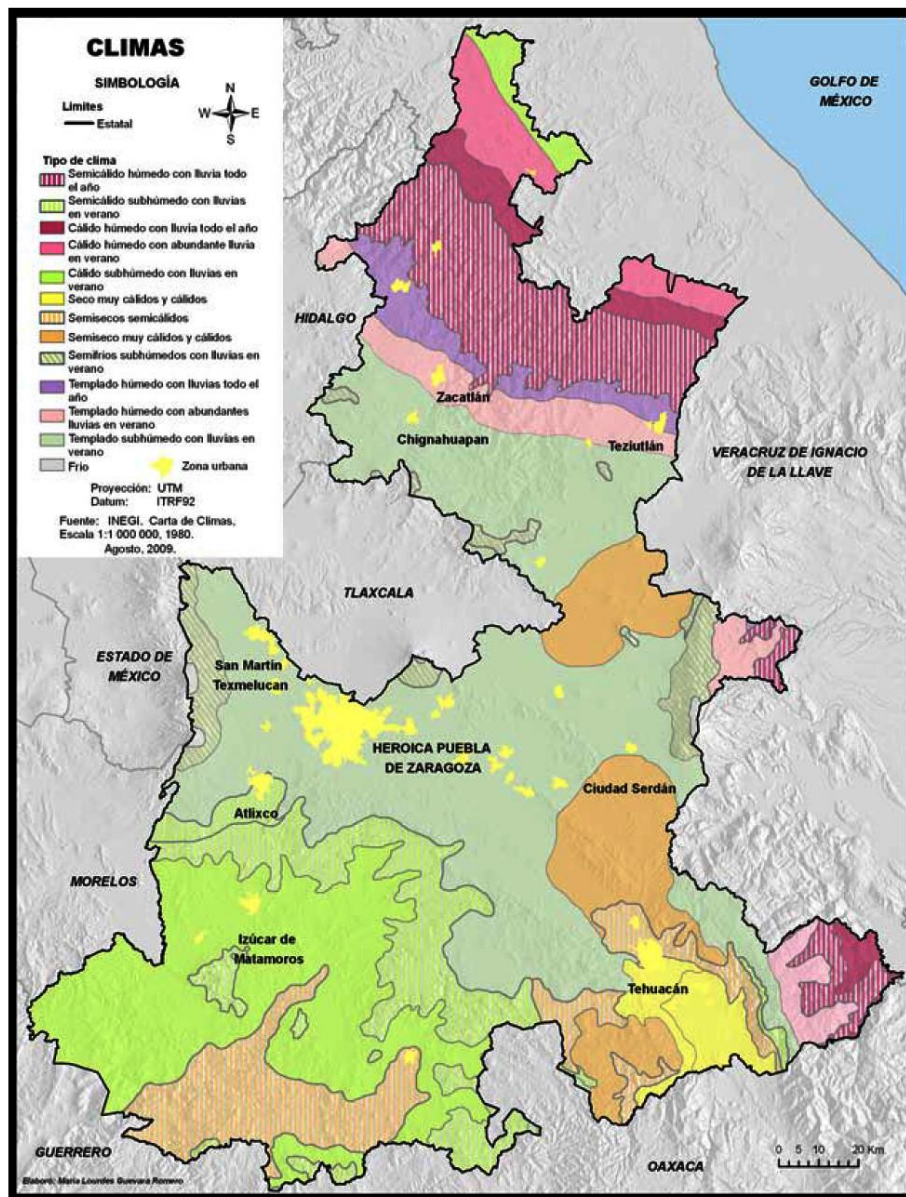


Figura 4. Climas del estado de Puebla (Tomada de CONABIO, 2011).

Debido fundamentalmente a los marcados cambios altitudinales de su relieve, el estado posee una gran diversidad de climas. Los climas templados son los que mayor superficie estatal cubren, en segundo lugar los cálidos; en tercer lugar los semicálidos; después los semisecos, seguido por los secos, los semifríos y por último los fríos (INEGI, 2000) (Figura 4). Así mismo, dichas diferencias altitudinales determinan la gran variedad de tipos de vegetación con los que cuenta el estado. De manera general se distinguen tres grupos: bosques (17.5%), selvas (17.2%) y matorrales (8.26%); siendo el primero el de mayor cobertura, exceptuando el resto de vegetación que corresponde a vegetación inducida y agrícola (mayor al 50%) (INEGI, 2000) (Figura 5).

Los bosques, dominados por vegetación arbórea, se localizan principalmente en zonas templadas y semifrías, en climas subhúmedos a muy húmedos y algunas veces secos. En el estado de Puebla se encuentran bosques de coníferas, de encino y mesófilo de montaña (INEGI, 2000) (Figura 5). Los bosques de coníferas se localizan principalmente en la Sierra Norte del estado de Puebla y corresponden al 9.7% de la superficie total del Estado (INEGI, 2000). El bosque de encino está constituido principalmente por especies de *Quercus* (encino) y *Pinus* (pino) y ocupan el 4.89% de la superficie. Los bosques se distribuyen a lo largo de una franja climática norte-sur, que comprende las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental y el Eje Volcánico, además de pequeñas zonas sobre laderas y lomeríos pertenecientes a la Sierra Madre del Sur. El bosque mesófilo de montaña ocupa sólo un 2.9% de la superficie, lo encontramos fundamentalmente en la subprovincia del Carso Huasteco, en la sierra volcánica perteneciente al Pico de Orizaba y en las laderas orientales de la sierra Mazateca (INEGI, 2000).

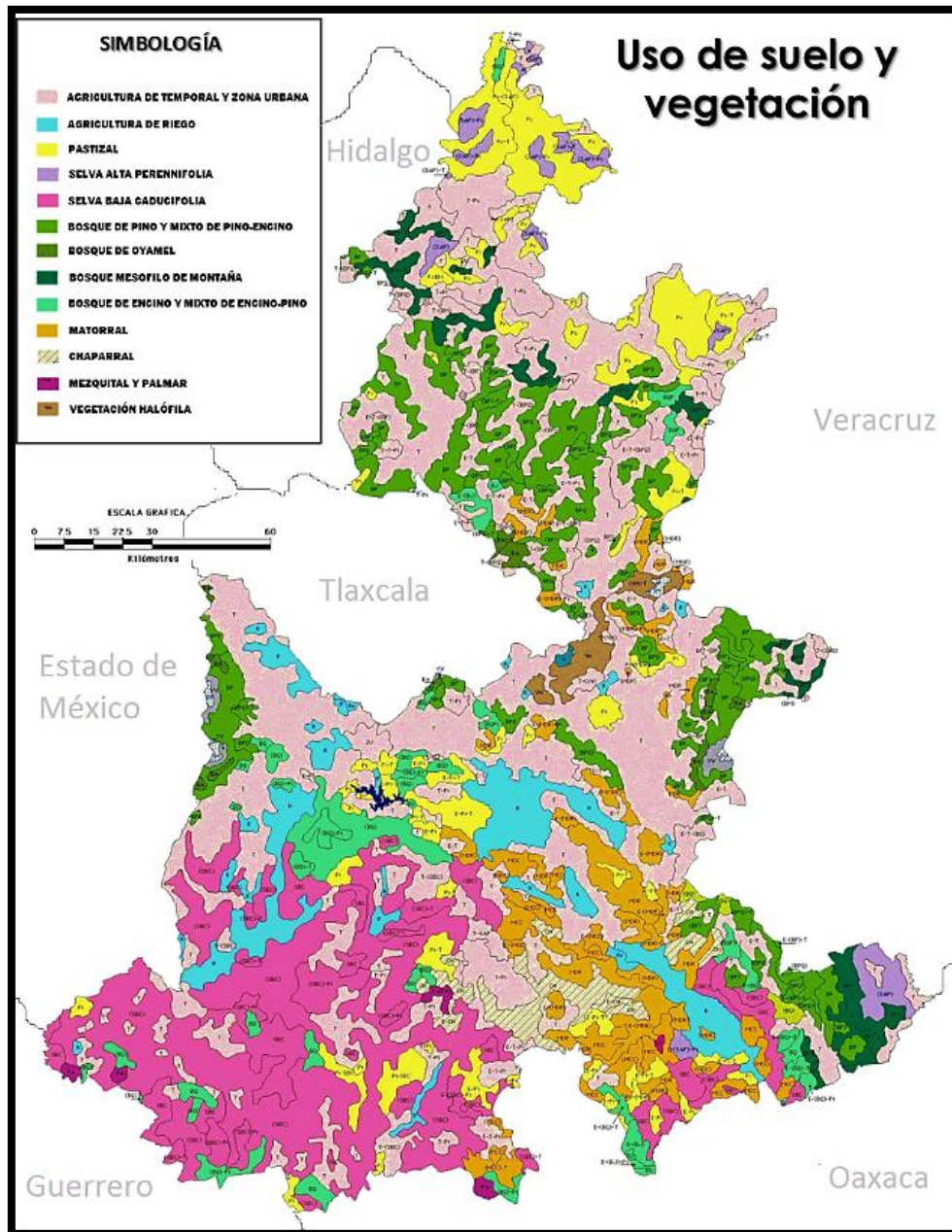
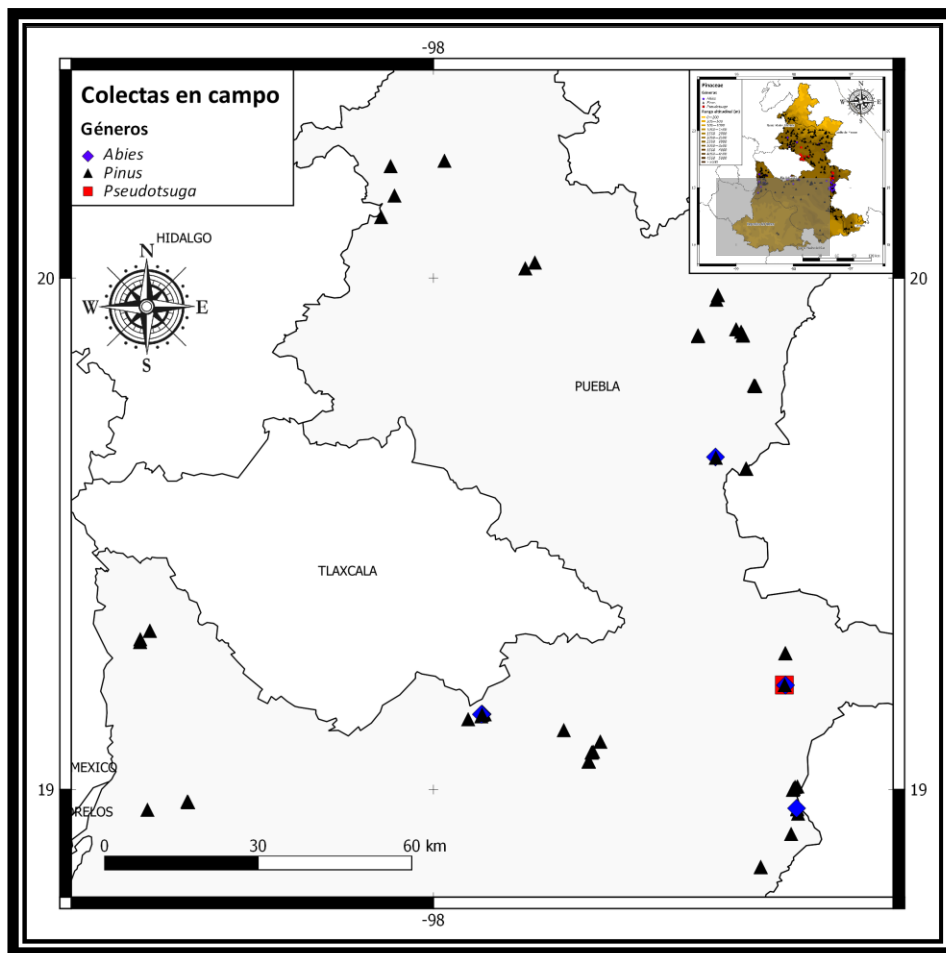


Figura 5. Uso de suelo y tipos de vegetación en Puebla (modificado de INEGI, 2000).

Trabajo de campo

Se llevaron a cabo diferentes recorridos en campo en distintos meses (Mapa 1), desde diciembre de 2013 hasta mediados de 2015, en localidades de regiones representativas del estado (Cuadro 4), en los cuales se realizaron colectas pertenecientes a 66 ejemplares de ramas, conos ovulados y polínicos (cuando estuvieron presentes). Se tomaron datos de colecta de coordenadas geográficas, altitud y hábitat; además se capturaron imágenes de características del individuo como su corteza, el follaje, ramillas, las yemas vegetativas y los conos polínicos y ovulados. Los ejemplares colectados fueron prensados y sometidos a un proceso de secado en un cuarto especial para ello, a una temperatura aproximada de 45°C. Posteriormente se sometieron a montaje y fueron depositados en el Herbario Nacional de México (MEXU). Se distribuirán duplicados a otros herbarios.



Mapa 1. Lugares de colecta en campo.

Cuadro 4. Regiones y fechas de colecta en campo.

Fecha	Región	Fecha	Región
Dic-2013	Iztaccíhuatl	Ene-2015	Guadalupe Victoria
Feb-2014	San Salvador el Seco	Feb-2015	Pico de Orizaba
Abr-2014	Teziutlán	Mar-2015	Ahuacatlán
Jun-2014	Huachinango	May-2015	Esperanza
Jul-2014	Atlixco	Jun-2015	Xiutetelco
Sep-2014	Acajete		

Trabajo de herbario

Se examinó un total de 413 ejemplares procedentes de los siguientes herbarios: Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), Herbario del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF), Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), Herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo (CHAP), el Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados, Chapingo (CHAPA) y el Herbario de la Universidad Autónoma de Puebla (HUAP).

Se recabó toda la información de los datos de colecta contenida en las etiquetas de cada uno de los ejemplares examinados y se obtuvieron medidas morfológicas que se describen posteriormente.

Descripción de las especies

Las descripciones de las especies se realizaron a partir de la información obtenida de los ejemplares de herbario examinados y de las colectas realizadas en campo, detallando aspectos morfológicos, de anatomía foliar, número de cotiledones, hábitat, distribución y categoría de conservación y además aspectos etnobotánicos como usos y nombres comunes, de los cuales algunos se consultaron en la publicación de Martínez (1979). Los sinónimos se consultaron en la página The Plant List (2013).

Morfología

Se tomó y registró información de 24 variables morfológicas, incluidas las que consideró Stead (1983) en su trabajo, de hojas, de conos polínicos y ovulados y de semillas. En el cuadro 5 se muestran las variables consideradas así como sus estados de carácter. Las variables cuantitativas se midieron con un vernier digital Mitutoyo 6"/150 mm (resolución 0.1 mm /0.001", grado de error ± 0.2 mm /.008"). Para visualizar los detalles en las hojas como el margen y el número de líneas estomáticas se realizaron observaciones con microscopio estereoscópico. Posteriormente toda la información obtenida fue recabada en una tabla para su manejo.

Cuadro 5. Variables morfológicas que se utilizaron para realizar las descripciones de las especies. Entre paréntesis se muestran la unidad métrica o los estados de carácter posibles.

Estructura	Variable
Ramillas	Apariencia (lisa/escamosa) Base de las brácteas (decurrentes/no decurrentes)
Vainas	Persistencia (persistente/decidua) Longitud (mm)
Hojas	Apariencia (laxas/erectas/péndulas) Número Margen (entero/aserrado) Longitud (cm) Ancho (mm) Número de líneas estomáticas en el lado abaxial
Anatomía foliar	Número de haces vasculares Número de canales resiníferos Posición de los canales resiníferos
Cono polínico	Longitud (mm) Ancho (mm)
Cono ovulado	Longitud (cm) Ancho (cm) Apófisis (largo x ancho) (mm) Umbo (grosor) (mm) Posición del umbo (terminal/dorsal) Longitud de pedúnculo (mm) Persistencia del pedúnculo (caedizo/persistente)
Semillas	Semillas (largo x ancho) (mm) Alas (largo x ancho) (mm) Persistencia del ala (ausente/adnada/articulada/envolvente)

Anatomía foliar

Para determinar los valores de las variables anatómicas (Cuadro 5) se realizaron cortes foliares a partir de muestras de hojas de las especies colectadas en campo y algunas de ejemplares de herbarios. Estas últimas se rehidrataron durante 24 horas con agua destilada y posteriormente todas las muestras fueron fijadas en FAA (Formol-Alcohol-Ácido acético). Después, siguiendo la técnica de López-Reyes y colaboradores (en prensa) se realizaron cortes delgados en la porción media de las hojas con una navaja de doble filo, los cuales después fueron sometidos a lavados con hipoclorito de sodio al 20% y agua destilada. Posteriormente se realizó la deshidratación de los cortes con alcoholes graduales (50%, 70%, 96% y 100%) con un intervalo de 5 minutos entre cada uno y se procedió a la tinción con verde rápido (Fast green) por un espacio de 5 minutos retirando el exceso mediante un enjuague rápido con alcohol al 100%. Posteriormente se realizaron preparaciones de los cortes en resina y finalmente fueron observados en un microscopio invertido Olympus modelo IX81 y fotografiados con una cámara Evolution™ MP color 5.0 en objetivo 10x.

Número de cotiledones

Para su registro se germinaron semillas que se obtuvieron de las colectas en campo colocándolas en cajas petri con papel absorbente y abundante agua. Una vez germinadas se realizó el conteo individualmente y posteriormente se obtuvo un promedio del número de cotiledones por especie.

Categoría de conservación

Para determinar el estatus de protección en el que se encuentran catalogadas las especies se revisaron la Norma Oficial Mexicana (NOM-059) (SEMARNAT, 2010) los apéndices de comercio CITES [UNEP-WCMC (Comps.) 2013] y la Lista Roja de Especies Amenazadas (The IUCN Red List, 2014). Sin embargo, ninguna de las especies estuvo catalogada dentro de alguno de los apéndices CITES.

Clave dicotómica

Para realizar la clave dicotómica para la identificación de los géneros y las especies se empleó la información de caracteres morfológicos y en algunas especies además anatómicos y de distribución.

Mapas de distribución

Para elaborar los mapas se georreferenciaron las coordenadas indicadas en las fichas de colecta de los ejemplares examinados y las coordenadas de las colectas en campo. Además se realizó una consulta virtual de herbarios extranjeros como el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian (NMNH) y del Herbario Virtual del Jardín Botánico de Nueva York (NYBG). Asimismo, se realizó una consulta en las bases de datos de Southwest Environmental Information Network (SEInet, 2014) y The Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2014).

Para los ejemplares que no mencionaban coordenadas, éstas se georreferenciaron con la ayuda del Mapa Digital de México en línea (INEGI, 2014). Posteriormente se realizaron los mapas utilizando el programa QGIS 2.2.0 (QGIS Development Team, 2014) y la cartografía de: las Regiones biogeográficas de México, Hipsometría y Uso de suelo y vegetación descargadas del Portal de Geoinformación del Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (CONABIO, 2012).

CARACTERES MORFOLÓGICOS BÁSICOS EN LA FAMILIA PINACEAE

Las especies integrantes de la familia Pinaceae presentan los siguientes caracteres distintivos. La definición de algunos términos se puede consultar en el glosario ubicado en el Anexo I.

Caracteres vegetativos

Ramillas

Pueden ser lisas o escamosas, y presentar la base de las brácteas decurrentes o no decurrentes (Figura 6a).

Vainas

Es un carácter del género *Pinus*. Éstas pueden ser persistentes y acompañan a la hoja hasta que cae, mientras que en otros las vainas son caedizas (Figura 6b).

Hojas

Pueden ser aciculares, es decir, largas, en forma de aguja y más o menos delgadas y agrupadas (fascículos) o lineares y aplanadas (Figura 6b-c). En estas últimas hay variación en el ápice (Figura 6c). El margen puede ser entero o aserrado (Figura 6d).

Anatomía foliar

La forma de la hoja puede presentar forma triangular, carinada o semi avicular, los canales resiníferos pueden ser externos, medios, internos, septales o ubicados en la subepidermis, y pueden presentar uno o dos haces vasculares en el centro (Figura 7).

Caracteres reproductivos

Conos ovulados

Son bien diferenciados entre los tres géneros (8a). Pueden ser prontamente caedizos o persistentes en la rama, algunas veces caen con el pedúnculo mientras que en otros éste queda adherido a la rama dejando algunas escamas basales

(Figura 8c). Pueden tener la escama ovulífera y la bráctea diferenciadas o bien, ésta última puede ser conspicua. La escamas ovulíferas son frágiles o rígidas. Está puede o no estar diferenciada en apófisis y umbo. El umbo puede tener posición dorsal o terminal (Figura 8b).

Semillas

Presentan o no ala, a su vez, ésta puede ser fácilmente removible (articulada) o estar firmemente adherida a la semilla (adnada), o bien, puede envolver a la semilla (Figura 8d).



Figura 6. Caracteres vegetativos: a Ramilla: 1 base de las brácteas no decurrente, 2 base de las brácteas decurrentes, b. Hojas aciculares con: 1 la vaina persistente y 2 con vaina caediza, c. Hojas lineares y aplanadas: 1 ápice agudo, 2 ápice emarginado, d. Margen de las hojas: 1 entero, 2 aserrado.

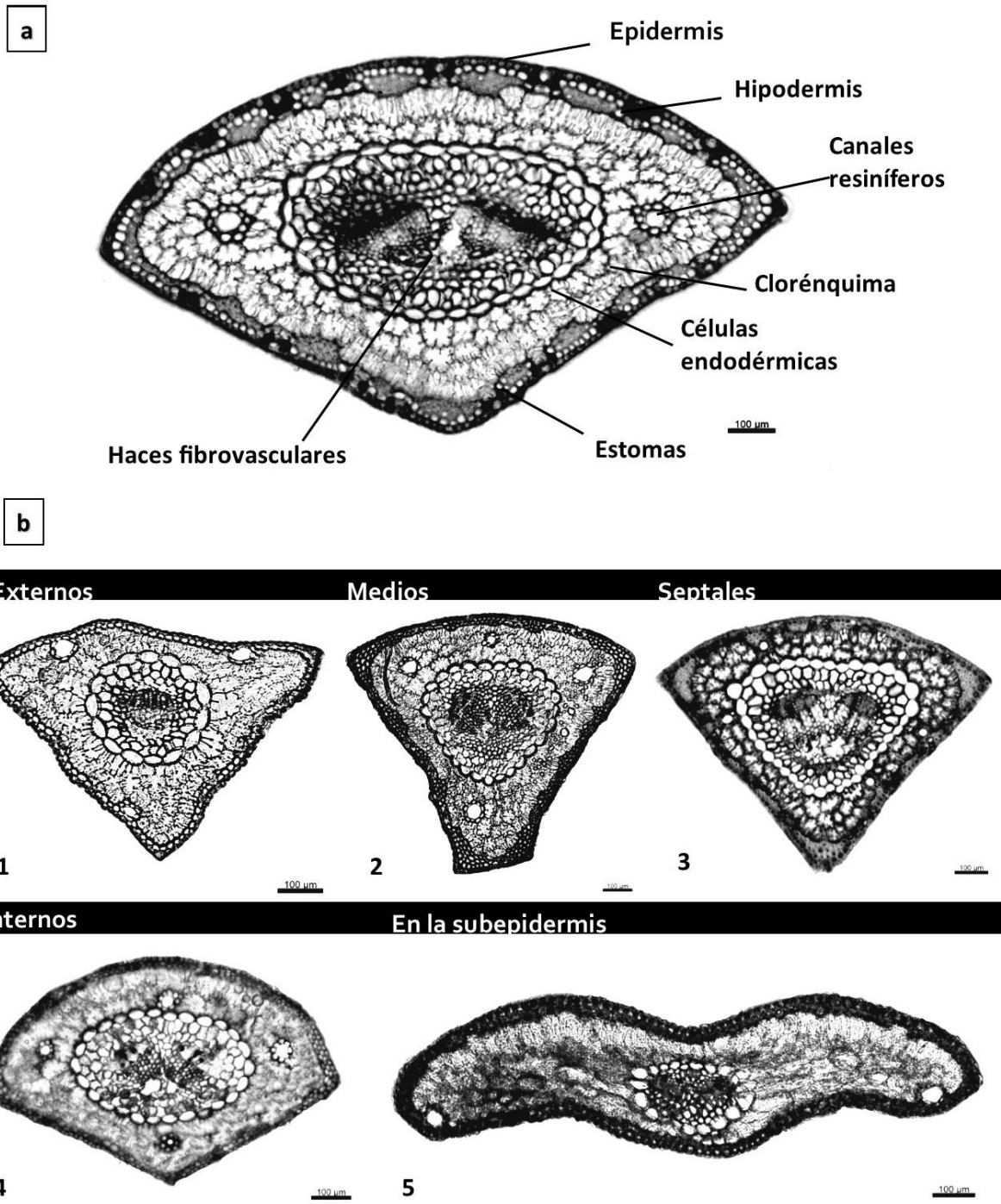


Figura 7. Anatomía foliar: a. Corte transversal de una acícula, b. Forma de la hoja y posición de los canales resiníferos: 1-3 Forma triangular, 4. Forma carinada, 5. Forma semi avicular.

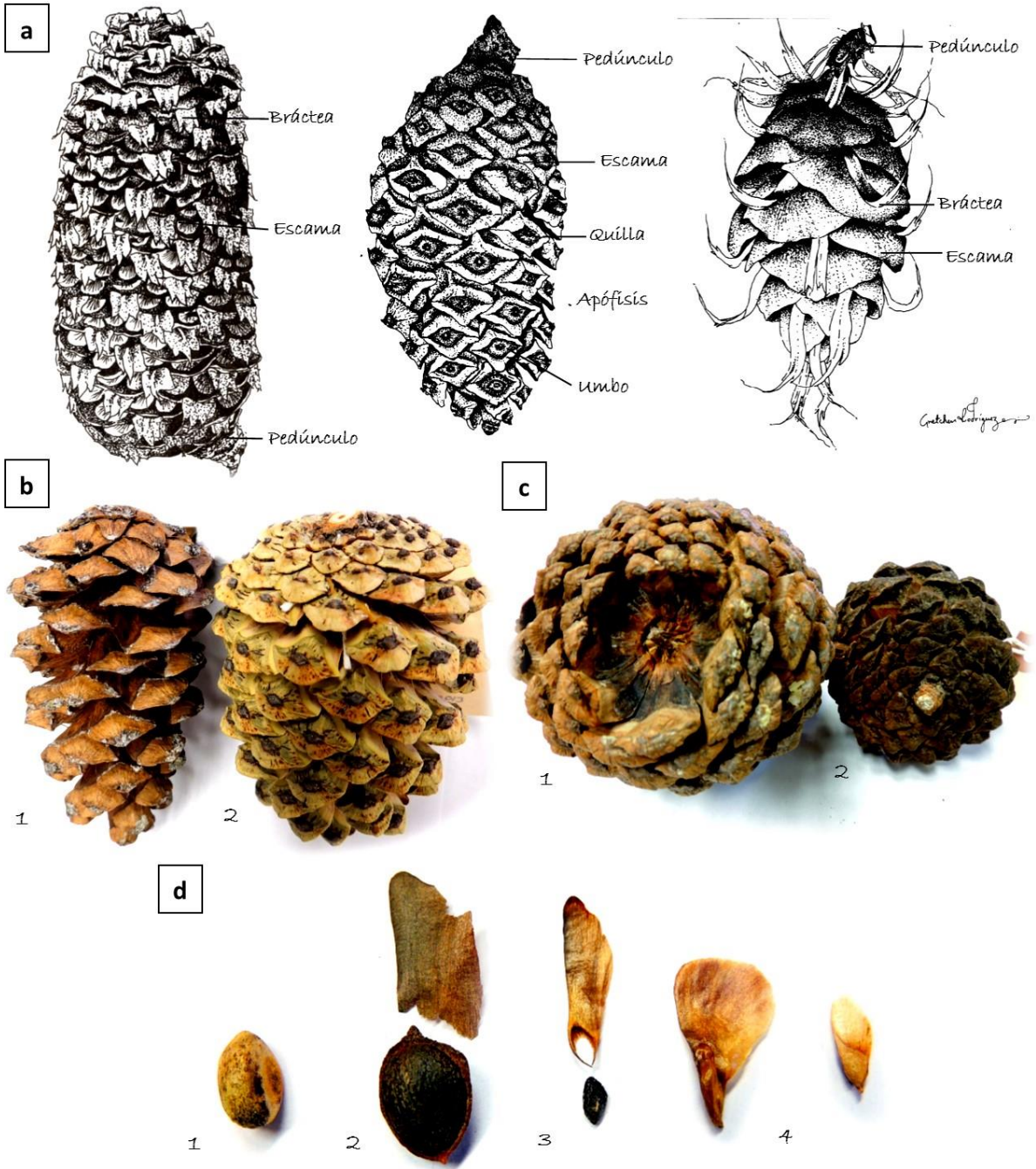


Figura 8. Caracteres reproductivos: a. De izquierda a derecha conos ovulados de *Abies*, *Pinus* y *Pseudotsuga*, b. Conos ovulados en *Pinus*: 1 escamas con umbo terminal, 2 escamas con umbo dorsal, c. Pedúnculos: 1 caedizo, 2 persistente, d. Semillas: 1 sin ala, 2 ala adnada, 3 ala articulada, 4 ala que envuelve a la semilla.

RESULTADOS

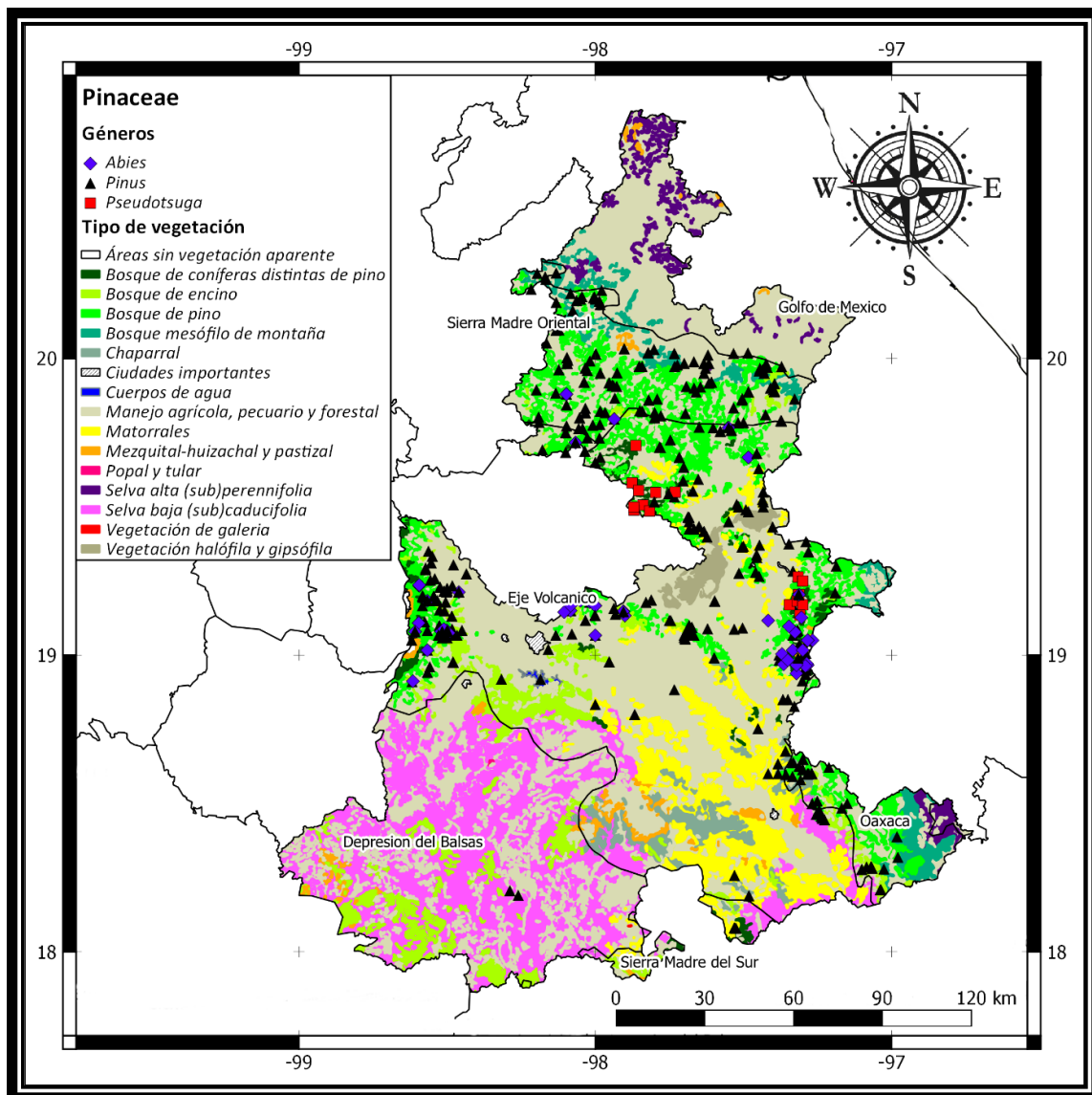
Se reconocieron en total 19 taxa de la familia Pinaceae que se distribuyen de manera natural en el estado de Puebla, agrupados en tres géneros: *Abies* con dos especies, *Pseudotsuga* con una sola especie y *Pinus* que fue el de mayor riqueza con 12 especies. Las especies de *Pinus* en el estado están agrupadas en los dos subgéneros: *Strobus* con tres especies, una variedad y una subespecie, y *Pinus* con nueve especies, de las cuales cinco pertenecen a la subsección *Australes* y cuatro especies, una variedad y una forma a la subsección *Ponderosae* (Cuadro 6). Se confirmó la distribución con nuevos registros de tres especies: *Abies hickelii*, *Pinus oocarpa* y *Pinus douglasiana*.

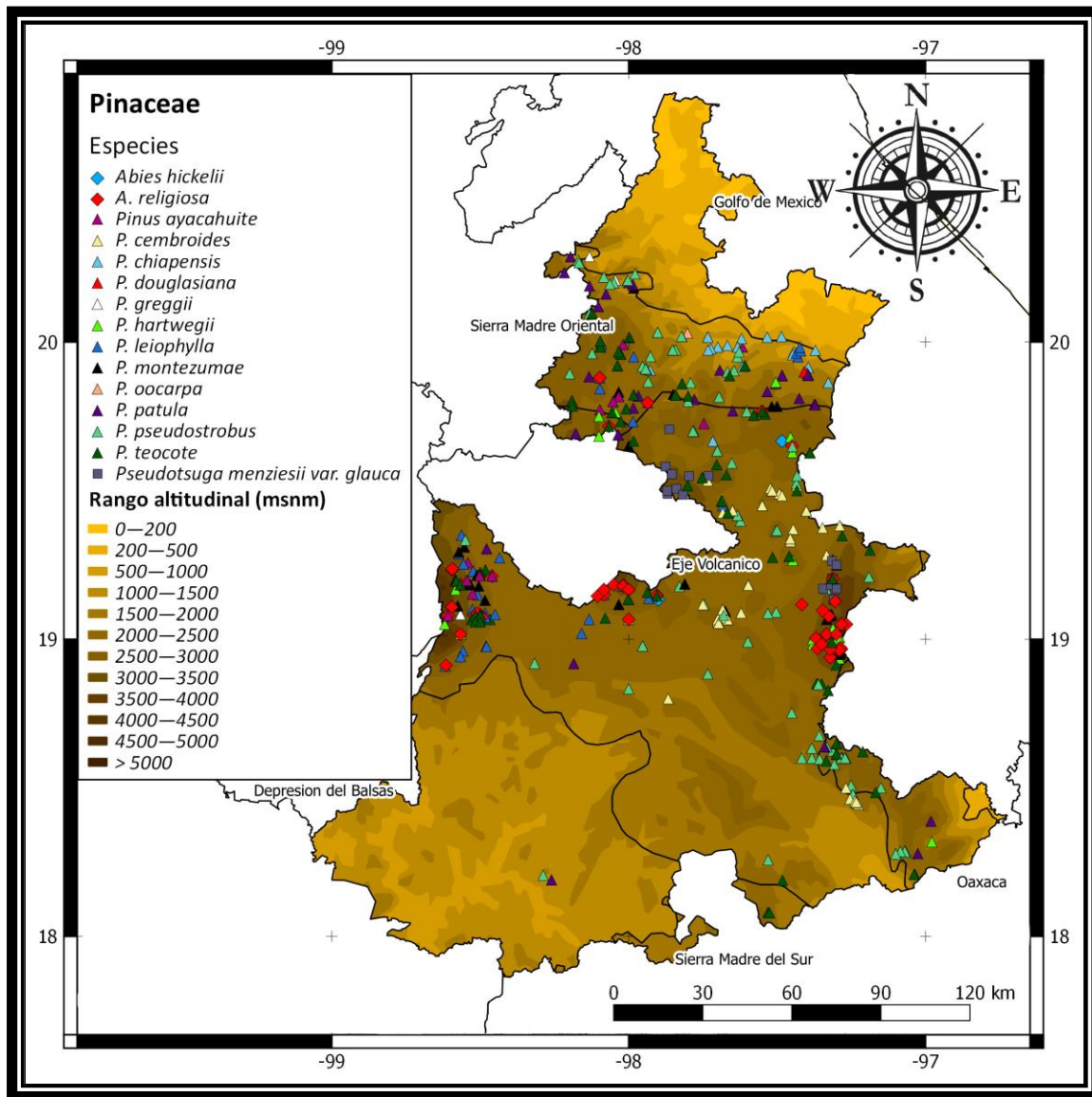
De acuerdo a la clasificación de Gernadt y Pérez-de la Rosa (2014), las especies que se reconocieron para el estado de Puebla representan el 24.6% del total de las que se distribuyen en México, de las cuales seis especies y tres infraespecies son endémicas para el país.

Cuatro especies se encuentran catalogadas bajo la categoría de protección especial (Pr) de la NOM-059 y sólo una (*Abies hickelii*) aparece en la categoría de peligro (P). Por otra parte, en la lista roja (IUCN) cuatro especies están catalogadas en la categoría de peligro (EN) y una casi amenazada (NT). La mayoría de estas especies presentan una distribución restringida en el estado, además se pudo apreciar que en la mayoría las poblaciones son pequeñas, tal es el caso de *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, o los registros son muy escasos como en *Pinus greggii*.

La mayoría de las especies se distribuyen en bosques de pino y en algunos casos también en bosques mixtos de pino-encino, o de pino-oyamel (tres géneros, 13 especies). En menor frecuencia son las que se distribuyen en bosque mesófilo de montaña (cuatro especies) y zonas semi-áridas (tres especies) (Mapa 2). Las regiones biogeográficas con mayor afluencia de especies y géneros son el Eje Volcánico (tres géneros, 13 especies) seguida de la Sierra Madre Oriental (dos géneros, 11 especies) y en menor frecuencia las regiones de la Sierra de Oaxaca

En cuanto a altitudes, la mayoría de las especies (10), incluso los tres géneros, se distribuyen en el rango de 2000—3000 msnm. En menor frecuencia se distribuyen entre los 3000—3500 msnm (dos géneros, seis especies) y 1500—2000 msnm (un género, seis especies). Son minoría las especies que se distribuyen por debajo de 1500 msnm (un género, cinco especies) y superiores a 3500 msnm (dos géneros, dos especies) (Mapa 3).





Mapa 3. Distribución de las especies de la familia Pinaceae por rangos altitudinales.

TRATAMIENTO TAXONÓMICO

Clave dicotómica para la identificación de las especies de la familia Pinaceae en Puebla

1. Árboles con hojas lineares, aplanadas y solitarias, sin vaina escamosa en la base. Escamas ovulíferas de consistencia coriáceo-escamosa..... **a**
 - a. Yemas vegetativas ovoides, agudas, rojas y sin resina Conos ovulados colgantes con escamas persistentes y brácteas con una proyección alargada del ápice.....***Pseudotsuga menziesii var. glauca***
 - a'. Yemas vegetativas globosas o algunas veces ovoides, laterales y con resina Conos ovulados erectos con escamas caedizas y sin proyección alargada del ápice en las brácteas.....***Abies***
 - I. Hojas con el ápice agudo u obtuso-truncado y con 2 canales resiníferos. Brácteas ligeramente sobresalientes.....***A. religiosa***
 - II. Hojas con el ápice emarginado u obtuso y con 7 o más canales resiníferos. Brácteas sobresalientes.....***A. hickelii***

- 1'. Árboles con hojas largas y agudas (acículas) agrupadas en fascículos, con vaina escamosa en la base de cada fascículo. Escamas ovulíferas de consistencia leñosa..... ***Pinus***
 - A. Ramillas con la base de las brácteas no decurrentes. Hojas con vaina caediza, y con un sólo haz vascular (corte transversal) excepto *Pinus leiophylla*..... **B**
 - B. Fascículos con 2 a 4 hojas cortas (< 5 cm) y anchas (> 1 mm). Semillas sin ala, comestibles..... ***P. cembroides***
 - I. Fascículos con 2 (raras veces 3) acículas rígidas de una coloración verde-amarillenta.....***P. cembroides*** subsp. ***cembroides***

- F.** Fascículos mayormente con 5 acículas, conos ovoide oblongos de hasta 20 cm de largo, con escamas rígidas.....*P. montezumae*
- F'.** Fascículos con entre 3, 4 y 5 acículas en el mismo individuo, conos oblicuamente ovoides menores de 13 cm de largo, con escamas flexibles.....*P. hartwegii*
- E'.** Conos ovulados ovoides, base de las brácteas espaciadas, catafilos pronto deciduos y hojas delgadas (comúnmente ≤ 1 mm).....**G**
- G.** Los conos caen con pedúnculo, nunca dejan escamas en la rama. Las hojas presentan intrusiones hipodermales (corte transversal).....*P. douglasiana*
- G'.** Los conos caen sin pedúnculo y dejan algunas escamas en la rama. Las acículas no presentan intrusiones hipodermales (corte transversal).....*P. pseudostrobus*
- I.** Apófisis aplanadas o ligeramente levantada con el umbo plano o prominente
- i.** Apófisis ligeramente levantada con umbo plano u obtuso.....*P. pseudostrobus*
var. pseudostrobus
- ii.** Apófisis aplanada con umbo prominente.....*P. pseudostrobus* fo. *protuberans*
- II.** Apófisis elevada con el umbo de ligeramente prominente a muy elongado.....*P. pseudostrobus* var. *apulcensis*
- D'.** Conos generalmente simétricos, algunas veces seróticos, apófisis mayormente planas o ligeramente planas.....**H**
- H.** Fascículos mayormente de 3 hojas..... **I**

- I. Conos cónicos alargados, serótinios, reflejados, prácticamente sésiles y en grupos de 4 o más
 - i. Hojas cortas (≤ 12 cm), mayormente gruesas (0.6—0.8 mm) y rectas.....*P. greggii*
 - ii. Hojas largas (> 12 cm), comúnmente delgadas (0.4—0.8 mm) y péndulas.....*P. patula*

- I'. Conos ovoides pequeños, no serótinios con pedúnculos pequeños y por lo regular en pares, rara vez en grupos de 4
 - i. Hojas comúnmente cortas (10—15 cm) y anchas (1—1.4 mm) conos con el umbo plano.....*P. teocote*

- H'. Fascículos mayormente de 5 hojas
 - I. Hojas con intrusiones hipodermiales que conectan los canales resiníferos con la endodermis. Conos ovulados ovoides, serótinios, con pedúnculos largos.....*P. oocarpa*

Para una mejor presentación, las descripciones de las especies del género *Pinus* así como las imágenes de los cortes anatómicos foliares y los mapas de distribución se agruparon de acuerdo a la clasificación presentada en el cuadro 5, es decir por subsección y en orden alfabético. Mientras que las especies de los géneros *Abies* y *Pseudotsuga* se presentan juntas

Pinus ayacahuite Ehrenb. ex Schltld. Linnea 12: 492-493. 1838.

Etimología: ayacahuite se deriva de un nombre azteca de un árbol que hace honor a su altura y hábitat “*ayauhquahuitl*” que significa “árbol nube”.

Nombres comunes: en Puebla: Acalocote, *A'cxua't* (totonaca), *Ayaucuáhuatl* (azteca). En otros lugares: Ayacahuite, Ocote gretado, Pino gretado, Pinabete.

Árbol de hasta 40 m de altura, tronco monopódico recto de hasta 75 cm de d.a.p.; corona piramidal o cónica ancha. **Corteza** externa escamosa en placas cuadrangulares pequeñas e irregulares color café grisáceo. **Ramas:** las de primer orden ligeramente colgantes, las de segundo orden largas y extendidas horizontalmente; las de órdenes superiores extendidas o ascendentes. **Ramillas** delgadas y lisas con la base de las brácteas no decurrente. **Catáfilos** subulados, color café oscuro y pronto deciduos. **Yemas vegetativas** ovoide-oblongas y pequeñas, color marrón. **Vainas** de hasta 17 mm cuando son jóvenes, deciduas al madurar. **Hojas** agrupadas en fascículos de 5, muy raras veces 4, delgadas y algo flácidas de color verde claro a verde grisáceo, de 9—16 cm de largo × (0.3—)0.5—0.8(—1) mm de ancho. Márgenes aserrados con dientes pequeños y separados. Líneas estomáticas sólo en la parte adaxial, comúnmente 3 líneas, algunas veces 2 y con menor frecuencia 4. **Anatomía foliar:** sección transversal triangular, con un sólo haz vascular y 6 canales resiníferos externos (Figura 12a). **Conos polínicos** ovoides a cilíndricos de 7—9 × 2—4.5 mm, color café anaranjado, con brácteas escamosas, color marrón. **Conos ovulados** generalmente solitarios con pedúnculos cortos de hasta 4 cm que por lo regular cae junto con el cono; simétricos, cilíndrico-alargados, un poco encorvados, muy resinosos, de (15—)18—30(—37) × 7—14 cm cuando abren. Escamas ovulíferas delgadas flexibles o rígidas y fuertes. Apófisis delgada o gruesa, con el ápice recurvado o no, de (12—)15—30 × 18—35(—40) mm; umbo terminal de 5—7(—10) mm de color gris y usualmente resinoso. **Semillas** ovoides y grandes de 7—14.5 × 7—10 mm de color café muy oscuro, con ala adnada con una lado ligeramente

curvo, de 20—34.5 × 9—11(–13) mm, de color café oscuro. **Cotiledones:** entre 11—12.

Hábitat: en bosques de pino, de pino-encino y en menor frecuencia bosque mesófilo de montaña, 2100—3300 metros. Asociado con *Pinus montezumae*, *P. patula* y *Quercus* spp.

Distribución: desde el centro y sur de México hasta Guatemala, Honduras y el Salvador.

Usos: la madera es utilizada como leña, para la construcción, para hacer muebles, contenedores; así como para la obtención de pulpa.

Pinus ayacahuite* var. *ayacahuite

Tipo: México. Hidalgo: Mineral del Monte, Omitlán de Juárez, cerca hacienda de Guerrero, C.A. Ehrenberg 647, Ago. 1837.

Sinónimos: *Pinus ayacahuite* var. *ayacahuite*, *Pinus ayacahuite* var. *oaxacana* Silba, *Pinus ayacahuite* subsp. *neorecurvata* Silba, *Pinus ayacahuite* subsp. *oaxacana* (Silba) Silba, *Pinus hamata* Roetzl, *Pinus don-pedrii* Roetzl, *Pinus loudoniana* var. *don-pedrii* (Roetzl) Carrière.

Conos ovulados con escamas ovulíferas delgadas y flexibles, apófisis 12—22 cm de longitud, con el ápice no recurvado (Figura 9h).

Distribución: en Guatemala, Honduras, El Salvador y en México en los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla (Mapa 4), Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz.

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Xochitlan de Vicente Suarez, 28-mar-2002, Cruz 109ac, 110ac, 269ac-271ac (MEXU). Paraje Xomeco, ejido Xonocuatla, Tlatlauquitepec, 26-may-2001, Guízar y Miranda 5546 (CHAP, MEXU). El Huitzique, San Felipe Madera, Nicolás Bravo, oct-1987, Hernández s.n. (CHAP). Ejido Villa Cuauhtémoc, 10 km S de Villa Cuauhtémoc, Chignahuapan, 05-nov-1982, Martínez ?. (INIF). Fin de la senda Chignahuapan-Zacatlán, 1-may-1974, Boege 3089 (MEXU). Carretera Libres-Zaragoza, 04-abr-1971, Boege 1693 (MEXU). San Andrés Aneyacatitla F. de Ixtacihuatl, 16-jun-1968, Boege 776 (MEXU). "Xelique", Campo Exp. For. "San Juan Tetla" Mpio de San Lorenzo Chiautzingo, 19-mar-1964, Boyás (INIF). Tecajetes, San Juan Tetla, Chiautzingo, 19-mar-1964, May 133 (INIF). Las Mesas, Aquixtla, 23-oct-1962, Vela 1041 (INIF). Cienega Larga, Pue., entre Zacatlán, Pue. y Tlaxco, Tlax., 26-nov-1960, Madrigal s.n. (INIF).

Pinus ayacahuite* var. *veitchii (Roezl) Shaw Pines Mex. 10

Tipo: México: Valle de México, Volcán Popocateptl. C.G. Pringle s.n.

Sinónimos: *Pinus ayacahuite* subsp. *veitchii* (Roezl) Silba, *Pinus strobiformis* Engelm. var. *veitchii* (Roezl), *Pinus loudoniana* Gordon, *Pinus ayacahuite* subsp. *loudoniana* (Gordon) A.E. Murray, *Pinus ayacahuite* var. *loudoniana* (Gordon) Silba, *Pinus bonaparteae* Roezl, *Pinus popocatepetlii* Roezl, *Pinus veitchii* Roezl, *Pinus veitchii* var. *zempoalensis* Gaussen.

Conos ovulados con escamas ovulíferas anchas y rígidas a diferencia de la especie típica; la apófisis de 20—30 mm de longitud, su principal diferencia radica que el ápice es extremadamente recurvado hacia la base del cono (Figura 9g).

Distribución: variedad endémica de México, se distribuye en el Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla (Mapa 4), Querétaro, Tlaxcala y Veracruz.

Observaciones: se registró la presencia de conos ovulados en la mayoría de los meses excepto de enero a febrero y junio a julio, y de conos polínicos en los meses de marzo a junio.

El poseer sólo líneas estomáticas en el lado adaxial, hace que las hojas se observen de una coloración azul-grisácea; a pesar de que no posee líneas estomáticas en el lado abaxial se logran apreciar dos franjas en esta zona. Los conos son muy resinosos y especialmente la resina de esta variedad adquiere una coloración amarillenta. Las semillas al tacto se perciben con una textura semejante al terciopelo, además presentan unas manchas diminutas de coloración más clara.

Categoría de conservación

IUCN: NT.

Ejemplares examinados: México. Puebla: Huejotzingo: 3 km al O de Nepopualco a orilla de camino, 16-dic-13, *Caamaño 4225* (HUAP). Mpio. Tlahuapan: Ejido San Rafael Ixtapalucan, 1-Dec-2013, *Ramos, Gernandt & Torres 3* (MEXU). Buena vista, road to La Ermita E. slope of Mt. Popocateptl. Mpio. San Nicolás de los Ranchos, 19-nov-1999, *Gernandt & Ortiz 6299* (MEXU). Ixtaccihuatl, San Juan Tetla, 16-jun-05 (MEXU). Ca. 15 km N of Tlaxco near Hwy. 119, 27-apr-1994, *Farjon & Mejia 326* (MEXU). San Juan Tetla, 02-nov-1979, *Botello E. s.n.* (CHAP). "Xelique", Campo Exp. For. "San Juan Tetla" Mpio de San Lorenzo Chiautzingo, 14-dic-1972, *Boyas 647* (INIF). El Chorro, Atlamaha, Chignahuapan, 09-sep-1970, *May 323,324* (INIF). Plan de Marines, C.E. San Juan Tetla, Mpio. de Chiautzingo, 05-ago-1970, *May 315,316* (INIF).

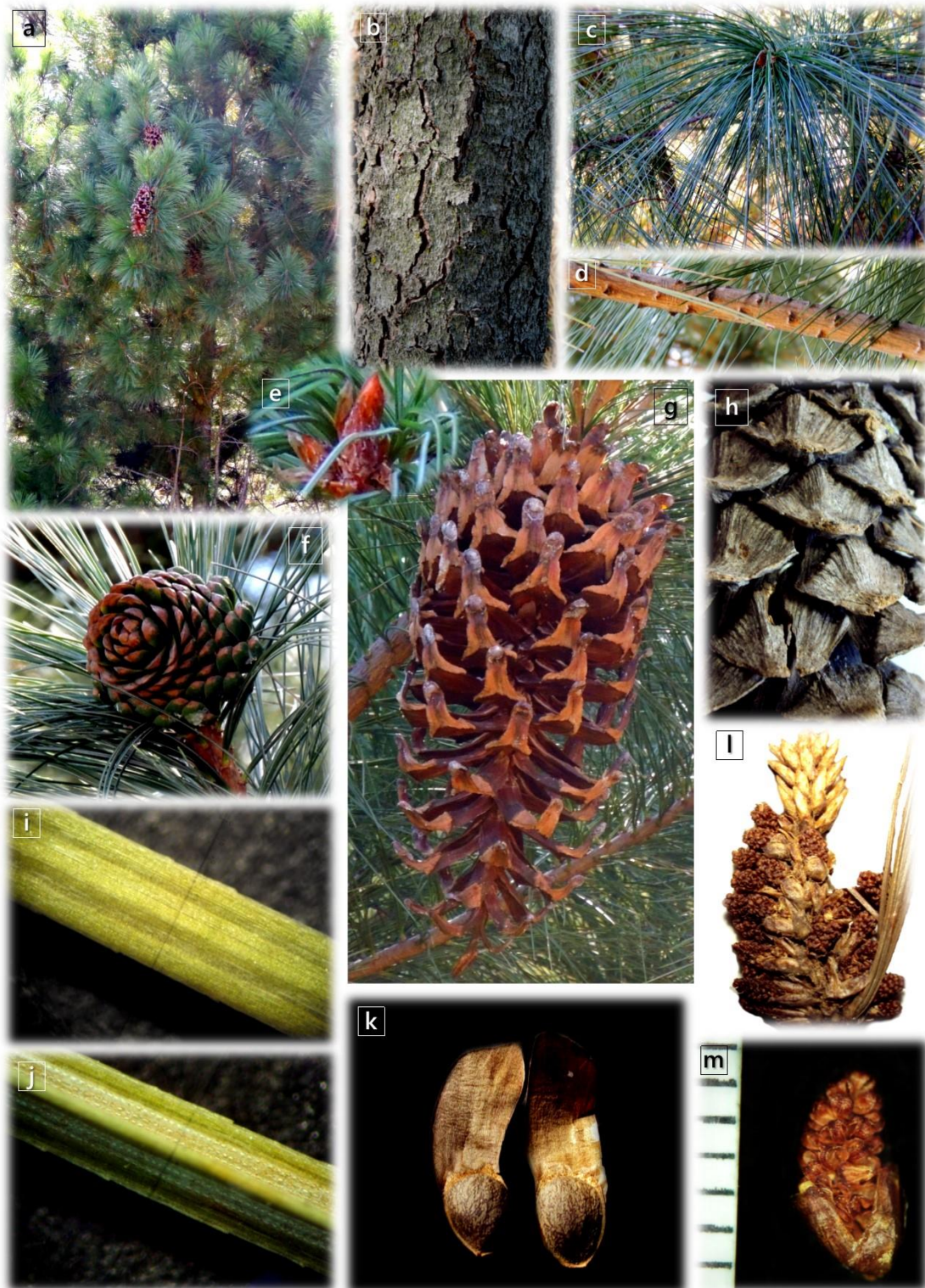


Figura 9. *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*: **a.** Hábito, **b.** Corteza, **c.** Rama, **d.** Ramilla, **e.** Yema vegetativa, **f.** Cono ovulado inmaduro, **g.** Cono ovulado maduro, **h.** Escamas ovulíferas de la especie típica de *Pinus ayacahuite*, **i.** Lado abaxial de la hoja, **j.** Lado adaxial mostrando líneas estomáticas y detalle del margen, **k.** Semillas, **l.** Grupo de conos polínicos, **m.** Cono polínico individual.

Pinus chiapensis (Martínez) Andersen, Phytologia 10: 417. 1964

Tipo: México. Chiapas: Ocotepec, jul 1939, *M. Martínez s.n.* (lectotipo, MEXU).

Sinónimos: *Pinus strobus* var. *chiapensis* Martínez, *Pinus strobus* subsp. *chiapensis* (Martínez) A.E. Murray.

Etimología: el epíteto deriva del lugar donde fue colectado el ejemplar tipo (Chiapas).

Nombres comunes: en Puebla: Acalocote, Ocote. En otros lugares: Pinabete, Ocote, Pino Blanco.

Árbol de hasta 30 m de altura, tronco monopódico, recto de hasta de 40 cm de d.a.p.; corona piramidal en árboles jóvenes y en los maduros es abierta y de apariencia “despeinada”. **Corteza** áspera con fisuras longitudinales superficiales, de color café grisáceo a grisáceo. **Ramas:** las de primer orden extendidas horizontalmente o ascendentes, las de órdenes superiores delgadas, cortas extendidas. **Ramillas** delgadas, lisas al madurar, de color grisáceo, con la base de las brácteas no decurrentes. **Catáfilos** pequeños, subulados, escariosos y prontamente deciduos. **Yemas vegetativas** ovoide-oblongas a cilíndricas no resinosas y de color café claro. **Vainas** deciduas, de hasta 13 mm, con escamas imbricadas libres de color café claro. **Hojas:** en fascículos de 5 acículas delgadas, rectas, ligeramente laxas, de 8.5—15(–17) cm de largo × (0.3–)0.4—0.7 mm de ancho, de color verde claro brillante. Márgenes aserrados, con dientes pequeños y separados. Líneas estomáticas ausentes en el lado abaxial y entre 3—4(–5) hileras en cada lado adaxial. **Anatomía foliar:** forma transversal triangular con un sólo haz vascular en el centro y con 2—3 canales resiníferos externos (Figura 12b). **Conos polínicos:** no se observaron. **Conos ovulados** solitarios con pedúnculos largos y delgados algo recurvados de 13—40 mm de largo, que suelen caer junto con el cono; cilíndricos cuando son inmaduros y al madurar mantienen esta forma o bien adquieren una forma ovoide-oblonga, algunas veces se suelen curvar del ápice; miden entre (7–)8.5—14 × 4—6.5 cm cuando abren. Escamas ovulíferas leñosas, delgadas y frágiles, con la marca de las alas de las semillas en el lado adaxial de color más claro. Apófisis delgada de forma rómbica con surcos

longitudinales, de color claro, de 8—12(–14) × 14—20 mm; umbo terminal plano, de 2—4 mm, resinoso, de color gris. **Semillas** oblicuamente ovoides a ovoides, ligeramente aplanadas de 6—7.5 × 3—4 mm de color café claro con manchas oscuras, con ala adnada con un lado recto y el otro curvo de 18—26 × 5—7 mm translucidas de color café claro con líneas tenues de color oscuro. (Figura 10).

Cotiledones: no se observaron.

Hábitat: por lo general habita en lugares húmedos, templados y cálidos templados como el bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino; (600–)750—1720 metros. En asociación con *Pinus pseudostrobus*, *P. teocote*, *Liquidambar styraciflua* y *Quercus* spp.

Distribución: desde México hasta algunas localidades en Guatemala. En México en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla y Veracruz. En Puebla se distribuye al norte del estado (Mapa 4).

Observaciones y comentarios taxonómicos: se registró la presencia de conos ovulados en los meses de enero y de abril a octubre, no se observaron conos polínicos. *Pinus chiapensis* se asemeja a *Pinus ayacahuite*; sin embargo, se diferencian porque este último en general tiene acículas más largas y anchas, los conos son más grandes (superiores a 15 cm) y suele habitar en lugares más altos y fríos.

Martínez (1964) fue el primero en describir *Pinus strobus* var. *chiapensis* como una variedad de *Pinus strobus*. Posteriormente Gaussen (1960) propuso elevarlo a rango de especie pero, por no seguir las reglas nomenclaturales fue a Andresen (1964) a quien se le atribuye el cambio. El nombre actualmente aceptado por Farjon (2010) es *Pinus strobus* var. *chiapensis*. Sin embargo, evidencia tanto ecológica, como morfológica (el número de escamas basales reflejadas, el número de dientes del margen en un intervalo de 5 mm y la longitud y ancho de las acículas) (Andresen, 1966) y molecular (genes nucleares) (Syring *et al.*, 2007) sustentan que existen diferencias significativas entre *P. chiapensis* y *P. strobus*. Por ende en la presente revisión se acepta el rango de especie que

anteriormente ya había sido otorgado por otros autores y que actualmente algunos aceptan (Perry, 1991; Price *et al.*, 1998; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014).

Usos: maderable: leña (ocote)

Categoría de conservación:

NOM-059: sujeta a protección especial (Pr)

IUCN: EN (B2ab(ii,iii,v))

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Tlatlauquitepec. In Presa La Soledad, 17-Apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 34* (MEXU). Mpio. Tlatlauquitepec. In the locality Túnel Dos. Entrance to Presa La Soledad, 17-Apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 33* (MEXU). Mpio. Teziutlán. By the road to Hueyapan, 16-Apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 26* (MEXU). Atlequizayan: Sobre el camino al río Zempoala, 02-abr-2014, *Caamaño y Cerón-Carpio 5055* (HUAP). Proximidad al puente Apulco, 15 km al norte de Zacapoaxtla, Zacapoaxtla, 25-sep-2010, *Guizar 6621* (CHAP). Zongozotla: Zongozotla, 19-ene-2010, *Cerón 904* (HUAP). Teziutlán: Loc. Presa Calapa, 1km al N de Aire Libre, carretera a Hueyapan, 08-jul-1998, *Contreras 5367* (HUAP). Hueyapan: Loc. 10 km al NE de Hueyapan, 22-may-1998, *Contreras 5071* (HUAP). Rancho la Hoja, aprox 8 km de Teziutlán carretera a Tlapacoyan, 25-feb-1995, *Tonácatl s.n.* (CHAP). Talcomulteno, 10 km. al E. de Zapotitlán, brecha a Zongozotla, *Tenorio, Campos y Toriz 13908* (MEXU). Talcomulteno, 10 km al E de Zapotitlán, brecha a Zongozotla, 04-jul-1987, *Toriz, Campos y Tenorio 613* (MEXU). Atehuiztita, 6km al SE de Zapotitlán, 01-jul-87, *Tenorio 13908* (ENCB). Loc. Barranca de Cozol, 1 km al SE de Zongozotla, carr. A Zapotitlán, Mpio. Zongozotla, 28-feb-1987, *Campos et al. 146*, (MEXU). Atehuiztita 6 km. al SE de Zapotitlán, brecha Zacapoaxtla, 13-jun-1985, *Tenorio y Romero 9022* (MEXU). Sobre la vega de la Presa del Río Apulco, 11-ago-1982, *Simon 122* (INIF). Cuetzalan, 06-oct-1977, *Seidler s.n.* (INIF). Tenango, 3 km. Al E. de Cuetzalan, 11-abr-1974, *Rzedowski 31847* (MEXU, CHAP). Apulco Cascadas, 11-ene-1970, *Boege 1335* (MEXU). Hueyapan, Predio la Aurora, 09-ago-1962, *Galindo s.n.* (INIF). Apulco, cerca de Zacapoaxtla, 27-abr-1960, *Madrigal 653* (INIF).



Figura 10. *Pinus chiapensis*: a. Hábito, b. Corteza, c. Conos en la rama, d. Vainas en fascículos jóvenes, e. Ramilla, f. Rama, g. Cono ovulado maduro, h. Conos ovulados inmaduros, i. Detalle de la apófisis, j. Lado abaxial de la hoja, k. Lado adaxial mostrando líneas estomáticas y detalle del margen, l. Semillas, m. Marcas de las alas de las semillas en el lado abaxial de la escama ovulífera.

Pinus cembroides Zucc. Abh. Math. -Phys. Cl. Königl. Bayer. Akad. Wiss. 1: 392. 1832

Etimología: cembroides significa en latín “similar pero no igual a cembra” y hace referencia a su parecido con *Pinus cembra*.

Nombres comunes: Pino piñonero, Piñón. En inglés: Pinyon pine, Mexican nut pine.

Árbol pequeño de 8 a 12 m de altura, con tronco monopódico de tamaño mediano a corto de 15 a 40 cm de d.a.p.; corona abierta y densa. Corteza es rugosa y escamosa, con placas pequeñas y poligonales irregulares color grisáceo, con surcos longitudinales irregulares y algunas veces con fisuras transversales e irregulares donde se aprecia una coloración de la corteza interna amarillenta o naranja-amarillenta. **Ramas:** las de primer orden ramificando muy bajo, son largas, extendidas o ascendentes y las de órdenes superiores ascendentes. **Ramillas** grises y ásperas, con la base de las brácteas no decurrentes. **Catáfilos** pequeños, subulados o triangulares color café claro, caducos. **Yemas vegetativas** ovoide-oblongas u ovoide-cilíndricas color ocre. **Vainas** cortas de hasta 2 mm, formando una roseta en la base del fascículo y deciduas al madurar. **Hojas** agrupadas en fascículos de 3 a 4 acículas y pocas veces vez 2 o 5 con número variable en el mismo individuo, de (2.5–)3.5–5(–7.5) cm de largo × (0.5–)0.7–1(–1.3) mm de ancho, son curvas a ligeramente rectas, laxas o rígidas; de color verde opaco o glauco a verde azulado y con el lado adaxial blanco. Presentan márgenes enteros. Líneas estomáticas: 2, algunas veces 1 y raramente 3 en el lado abaxial. **Anatomía foliar:** sección transversal carinada a ligeramente triangular, con un solo haz vascular y 2 canales resiníferos externos (Figura 12c). **Conos polínicos** globulosos pequeños de 4.5–6.5 × 2–3 mm, las microesporófilas son subpeltadas con márgenes sinuosos. **Conos ovulados** comúnmente solitarios o algunas veces en pares, con pedúnculos muy pequeños de 2 a 4 mm. Ovoide-globosos, de (2.5–)3–5.5 × 2.4–5.6 cm cuando abren. Escamas ovulíferas anchas y gruesas pero frágiles, con las cavidades de las semillas profundas.

Apófisis rómbica o pentagonal, levantada, quillada transversalmente, usualmente curvada una vez que el cono ha abierto de 6—12 × 8—14 mm; umbo dorsal plano hundido o ligeramente levantado de 2—3 mm (Figura 11i). **Semillas:** ovoides de 13—17 × 5—7 mm de color café anaranjado con una coloración negruzca, con ala ausente. (Figura 11). **Cotiledones:** no se observaron.

Hábitat: ésta especie es típica de zonas semi áridas y algunas veces en bosque de pino-encino, pino-encino-izote, o de pino-enebro; 2200—2600 metros. Se encuentra asociado con *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*, *Juniperus deppeana*, *Quercus* spp., *Yucca* spp., *Agave* spp., *Opuntia* spp., *Tillandsia* spp., *Stevia* spp. y *Mimosa* spp.

Distribución: desde el suroeste de Estados Unidos (Arizona, Nuevo México y Texas) hasta el centro-sur de México en las Sierras Madres.

Usos: es la única especie que tiene importancia gastronómica, ya que sus semillas son comestibles (piñones) y por ello son cosechados y comercializados. Otro uso es la madera para la carpintería y en menor frecuencia como leña.

***Pinus cembroides* subsp. *cembroides* Zucc.**

Tipo: México: México, Sultepec, Santa Cruz *F. Karwinski s.n.* (holotipo M).

Sinónimos: *Pinus cembroides* subsp. *cembroides*, *Pinus cembroides* var. *cembroides*, *Pinus llaveana* Schiede ex Schltdl., *Pinus cembroides* var. *llaveana* (Schiede ex Schltdl.) Voss, *Pinus osteosperma* Engelm.

Corteza gruesa áspera y escamosa con surcos longitudinales y transversales irregulares y poco profundas color gris, mostrando una corteza interna amarillenta.

Hojas mayormente en fascículos de dos hojas, raramente tres, de color verde amarillento a opaco.

Distribución: Estados Unidos en Arizona (SE), Nuevo México y Texas (SO). México: en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato (N), Hidalgo, Jalisco (NE), Nuevo León, Puebla (Mapa 4), Querétaro, San Luis Potosí, Sonora (NE), Tamaulipas (O), Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Categoría de conservación

IUCN: LC.

Ejemplares examinados: México. Puebla: 4 km al NO de Tepeyahualco, Tepeyahualco, 18-oct-1987, *Flores s.n.* (CHAP). Serranía próxima a Tepeyahualco, 25-oct-1986, *Guízar 1906* (CHAP, MEXU). San Pedro, Libres, 23-nov-1985, *Román s.n.* (MEXU). Hacienda Atlapaleca, Tepeyahualco, 19-may-1985, *Segura s.n.* (MEXU). En el Potrero Ruiz, al N del Volcán de Pizarro, Tepeyahualco, 03-ago-1978, *Calzada, Lozano & Martínez 4640* (MEXU). En el "Mal país", carretera para Tepeyahualco, 22-jun-1976, *Calzada y Lozano 2487* (MEXU). 4km al NW de Libres, carretera Libres Oriental, 23-ene-1976, *Reyes 22* (CHAP). 4 km al NW de Libres, carretera Libres-Oriental, 23-ene-1976, *Sandoval 22* (INIF). 9km al SW de Alchichica, carretera Zacatepec, 22-mar-1974, *Rzedowski 31802* (CHAP, INIF).

Pinus cembroides* subsp. *orizabensis D.K. Bailey Phytologia 54: 89.

1983

Tipo: México, Puebla: Soltepec, carretera 140, 10 km al suroeste de San Salvador el Seco, 23 feb. 1983, *Bailey 83-01* (holotipo, MEXU: isotipos CHAPA, E, INIF, K).

Sinónimos: *Pinus cembroides* var. *orizabensis* (D.K.Bailey) Silba, *Pinus orizabensis* (D. K. Bailey) D.K Bailey & Hawksw.

Etimología: el sufijo *-ensis* indica lugar de crecimiento, origen o hábitat y hace referencia a su distribución cercana al Pico de Orizaba.

Corteza gruesa, áspera y escamosa con surcos longitudinales irregulares y poco profundas con o sin fisuras transversales pequeñas color gris y mostrando una corteza interna anaranjada marrón. **Hojas** mayormente en fascículos de 3 acículas de color verde azulado.

Distribución: endémica de México. En la extensión más al sudeste del rango de distribución de *P. cembroides* en México. Está relativamente restringida a Puebla, Tlaxcala y el poniente de Veracruz, principalmente en los alrededores del Pico de Orizaba y Cofre de Perote. Hay una población aislada a 15 km al este de la ciudad de Tehuacán, Puebla (Mapa 4).

Observaciones y comentarios taxonómicos: se registró la presencia de conos ovulados maduros en los meses de febrero a abril y de octubre a noviembre, y de conos polínicos en los meses de mayo a junio.

En la descripción original de Bailey (1983) de las subespecies de *Pinus cembroides*, él menciona una serie de caracteres que encontró diferentes entre la especie típica y la subespecie *orizabensis* como son: la longitud, número y color de las hojas, la corteza, el número de líneas estomáticas y de canales resiníferos, la retención de las hojas y cantidad de resina, la longitud de los conos ovulados, diferencia química en la madera, e incluso el rango altitudinal (Bailey y Hawksworth, 1992). En las descripciones realizadas por otros autores (Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997; Farjon *et al.*, 1997; Farjon, 2010; Eckenwalder, 2009) se mencionan algunos de los caracteres citados por Bailey (1983) que consideran útiles para la distinción entre ambas taxa y todos ellos mencionan la distribución de las dos subespecies en el estado de Puebla, con excepción de Perry (1991) y Eckenwalder (2009) que al igual que Bailey (1983) hace alusión a que los *Pinus cembroides* que se distribuyen en Puebla corresponden a la subespecie *orizabensis*. Esto se aprecia en el mapa de distribución que presenta Bailey (1983) en el cual muestra una clara separación geográfica entre ambas taxa (*P. cembroides* subsp. *cembroides* en los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Veracruz (NO); y *P. cembroides* subsp. *orizabensis* para los estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz (O)).

En los ejemplares colectados se lograron apreciar algunas de las características que menciona Bailey (1983) para la subespecie *orizabensis* como lo es la corteza que muestra surcos longitudinales irregulares interrumpidas por fisuras transversales poco pronunciadas y una coloración de la madera interna anaranjada, además de una coloración verde-azulada en las hojas, principalmente en árboles jóvenes.

Si bien, Bailey (1983) considera que el número y el tamaño de las hojas son caracteres suficientes para distinguir ambas subespecies (entre 2—4, mayormente 2 y menores a 3 cm en la subsp. *cembroides* y entre 2—5 con mayor frecuencia 3 y mayores de 3 cm en la subsp. *orizabensis*), en la mayoría de los ejemplares que se examinaron se apreciaron fascículos con tres hojas y de longitudes superiores a 3 cm y fueron minoría los que tuvieron dos hojas y de longitudes menores a 3

cm; así mismo, revisando algunos ejemplares de otros estados se logró apreciar que la cifra más común fue de dos acículas. Sin embargo aún es un poco controversial el resto de los caracteres que menciona para hacer dicha distinción.

Se considera que serían importante realizar estudios morfométricos, ecológicos y moleculares que ayuden a la delimitación de ambas taxa como se hizo con ésta especie y *Pinus johannis* (Romero *et al.*, 2000).

Categoría de conservación

IUCN: EN (B1ab(ii,iii,v)+2ab(ii,iii,v))

Ejemplares examinados. México. Puebla: Mpio. Ajalpan. Loc 13.2 km de San Luis del Pino, camino a San Antonio Cañada, 04-mar-2014, *Fonseca et al.* 3881 (MEXU). Mpio. Ajalpan. Loc 700 m al SE de San Luis del Pino, 04-mar-2014, *Fonseca et al.* 3877 (MEXU). Mpio. Vicente Guerrero Loc. 500 m al S de la cima del Cerro Tepostel, pasando Corral Macho, 04-mar-2014, *Fonseca et al.* 3876 (MEXU). Mpio. Palmar del Bravo Loc. Cuacnopalan, 03-mar-2014, *Fonseca Juárez, et al.* 3867 (MEXU). Mpio. Acatzingo: near San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres* 18 (MEXU). Mpio. Acatzingo: near San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres* 16 (MEXU). Mpio. General Felipe Ángeles: between Acatzingo and San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres* 15 (MEXU). Mpio. General Felipe Ángeles: between Acatzingo and San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres* 14 (MEXU). Towards San Luis del Pino, passing el Rancho El Macho, 20-jan-2002, *Gernandt, Cuenca e Izaguirre* DSG384 (MEXU). E. side of Hwy 140, 11 Km. SW of San Salvador El Seco, 04-dic-1999, *Gernandt* 7399 (MEXU). Hwy 140 south of San Salvador el Seco, 11-jul-1998, *Gernandt y Ortiz* 1698 (MEXU). Soltepec. Along highway Mex. 140, ca. 10 km southwest of San Salvador el Seco, 23-feb-1983, *Bailey* 83-01 (holotipo MEXU; isotipos: CHAPA, INIF). Ejido de Quchulac, Guadalupe Victoria. 22-nov-1980, *Lugo* 24 (MEXU). Cerro Tepeyahualco, ladera este, 10-jun-1980, *Gerez* 2 (MEXU). Mpio. Libres, 1.5 km al S. de Col. San Carlos, sobre camino a San Pedro, +- 7 km por carr. Después camino al S de Libres, 10-mar-1980, *Wendt y Bailey* 2498 (INIF). 7.7 km al NO de Libres, 10-mar-1980, *Wendt y Bailey* 2497 (CHAPA). Mpio. de Ajalpan. Sierra ígnea al NNE de Ajalpan, un poco al SE de San Luis del Pino, 07-mar-1980, *Wendt y Bailey* 2481 (INIF). Alrededores del Volcán Pizarro, en Mal País. 22-jun-1976, *Calzada y Lozano* 2482 (MEXU). En el mal país, carretera para Tepeyahualco, 22-jun-1976, *Calzada & Lozano* 2487 (MEXU). San Luis de los Pinos, municipio de Ajalpan, 11-oct-1970, *Robert s.n.* (INIF, MEXU). Lago Atizcac, 27-ene-1969, *Boege* 1148 (MEXU). Lago Cráter Atizcac, 21-jul-1966, *Boege* 177 (MEXU). Rancho Teacalco, cerca de Libres, 28-abril-1960, *Madrigal s.n.* (INIF).



Figura 11. *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*: **a.** Hábito, **b.** Corteza, **c.** Rama con yemas vegetativas y cono ovulado inmaduro, **d.** Cono ovulado adherido a la rama después de la liberación de semillas, **e.** Cono ovulado maduro cerrado, **f.** Ramilla mostrando la roseta que forman las vainas, **g.** Lado abaxial de una hoja con dos líneas estomáticas, **h.** Lado adaxial de la hoja, **i.** Variación en la apófisis: 1 umbo hundido, 2 umbo sobresaliendo ligeramente, **j.** Semillas, **k.** Cono polínico, **l.** Grupo de conos polínicos.

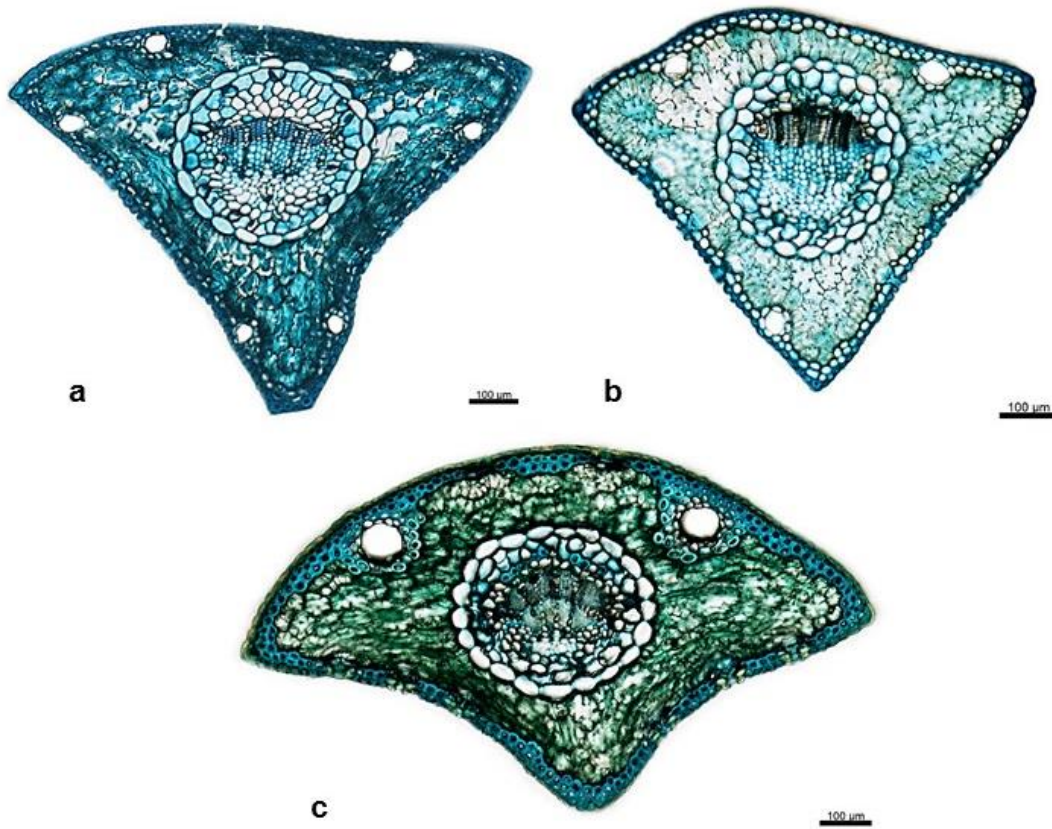
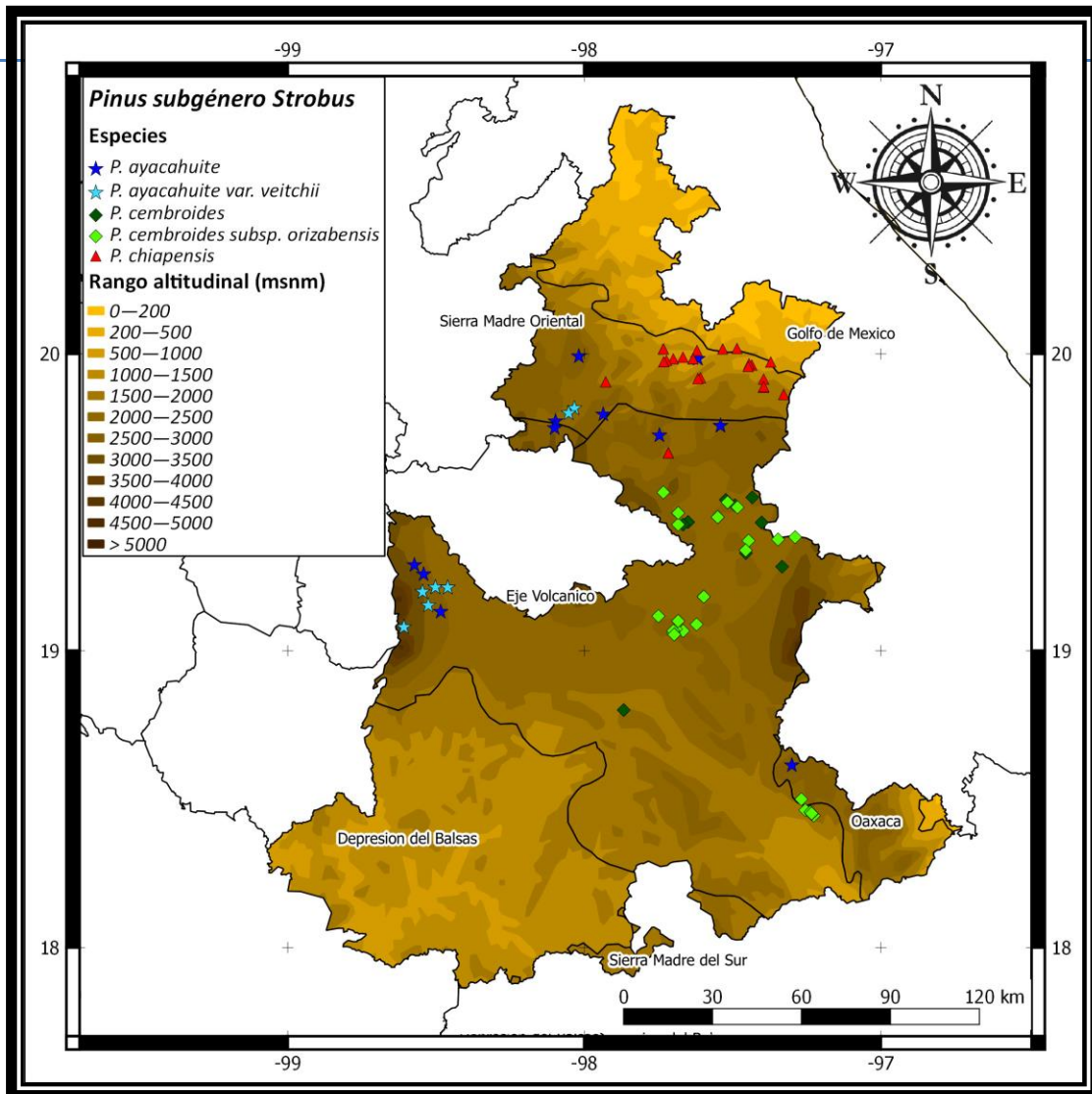


Figura 12. Secciones transversales de las especies de *Pinus* subgénero *Strobis*: a *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Ramos Dorantes et al. 3), b *Pinus chiapensis* (Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 34) y c *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* (Ramos-Dorantes et al. 14)



Mapa 4. Distribución de las especies de *Pinus* subgénero *Strobus* en el estado

Pinus greggii Engelm. ex. Parl., in Candolle, Prodr. 16 (2): 396. 1868

Tipo: México: Coahuila: San Antonio de las Alanzanas, near Saltillo. 31 Aug 1848. Gregg 402. (Lectotipo, MO; isolectotipo, GH).

Sinónimo: *Pinus greggii* var. *greggii*

Etimología: se deriva J. Gregg quien fue el colector del espécimen tipo en 1848.

Nombre común: Pino prieto, Ocote. En inglés: Gregg's pine.

Ramillas con pequeñas estrías a lo largo y con las bases de las brácteas persistentes, de color café grisáceo. **Catáfilos** lanceolados a subulados de color marrón, pronto deciduos. **Vainas** escamosas de hasta 8 mm, persistentes y grisáceas. **Hojas:** en fascículos con 3 acículas, rectas y rígidas de (7–)8.5–12.5 cm de largo x 0.6–0.8 mm de ancho. Márgenes aserrados, con dientes pequeños y próximos. Líneas estomáticas: entre 5 y 6 hileras en el lado abaxial. **Conos polínicos** no se observaron. **Conos ovulados** por lo regular en grupos de 3 a 5, sésiles y persistentes en la rama; serótinios, oblicuamente ovoides a ovoide atenuados, con la base oblicua y ligeramente aplanada por la presión de las escamas al abrir; de 8.5–13 cm x 5–7 cm cuando abren. Escamas ovulíferas delgadas pero rígidas de color café purpúreo. Apófisis plana a ligeramente levantada, de forma rómbica, con quilla transversal tenue, color ocre lustroso, de 10–12 x 11–13.5(–15) mm y entre 3–4 mm de alto con umbo dorsal plano o hundido de color gris con espina decidua, regularmente hundido en la apófisis, de color gris con espina decidua. **Semillas** oblicuamente ovoides a elípticas y ligeramente aplanadas, de 5–6 x 3–4 mm color café oscuro con punteaduras claras, con ala articulada oblonga con un lado recto y el otro curvo, de 18–22 x 6–8 mm, de color café oscuro y con líneas tenues más oscuras y la base de color dorado (Figura 13).

Hábitat: se ha visto asociado con *Pinus patula*, *P. pseudostrobus*, *Liquidambar styraciflua*, *Cupressus* spp. y *Platanus* spp.

Distribución: especie endémica de México: en Coahuila (SE), Hidalgo, Nuevo León (S), Puebla (Mapa 5), Querétaro y San Luis Potosí (SE).

Usos: medicinal, maderable, para combustible y construcción. Es común que ésta especie la utilicen para reforestar.

Categoría de conservación:

IUCN: EN B2ab(ii,iii,v).

Observaciones: esta especie es de distribución restringida en el estado, se recomienda realizar más exploraciones botánicas para encontrar otras posibles poblaciones en la región noroeste del estado.

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mun. Cholula. Loc. La Ventana camino por el lado poniente de Santiago Xalitzintla, 22-sep-1987, *Tlapa y Ubierna 524* (MEXU). Patoltacoya, carretera Huauchinango-Necaxa, 23-oct-1960, *Madrigal s.n.* (INIF, ENCB). Pahuatlán, dic-1942, *Bruff 1210* (MEXU).

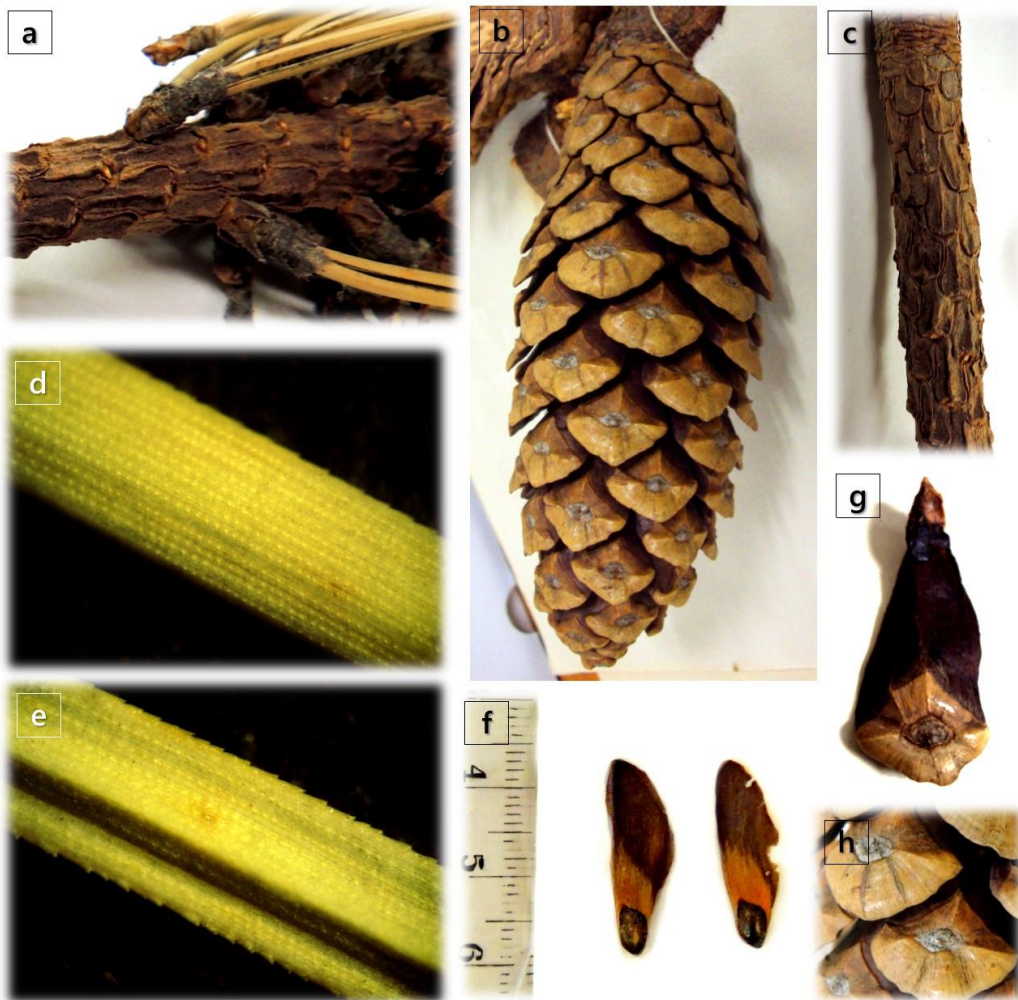


Figura 13. *Pinus greggii*: a. Vainas, b. Cono ovulado, c. Ramilla, d. Lado abaxial de la hoja mostrando 12 líneas estomáticas, e. Lado adaxial de la hoja: se aprecia el margen aserrado, f. Semillas, g. Escama ovulíferas, h. Detalle de la apófisis.

Pinus leiophylla Schiede ex. Schltdl. & Cham., Linnea 6(2): 354-1831.

Tipo: México: Veracruz, Cruz Blanca, ["inter Cruz Blanca et Jalacingo"], C.J.W. Schiede 1109 (Holotipo HAL).

Sinónimos: *Pinus comonfortii* Roetzl, *Pinus comonfortii* var. *gracilis* (Roetzl) Carrière, *Pinus comonfortii* var. *lerdoi* (Roetzl) Carrière, *Pinus decandolleana* Roetzl, *Pinus decandolleana* var. *dependens* (Roetzl) Carrière, *Pinus decandolleana* var. *verrucosa* (Roetzl) Carrière, *Pinus dependens* Roetzl, *Pinus gracilis* Roetzl, *Pinus huisquilucaensis* Roetzl, *Pinus leiophylla* var. *leiophylla*, *Pinus lerdoi* Roetzl, *Pinus lumholtzii* var. *microphylla* Carvajal, *Pinus monte-allegri* Roetzl, *Pinus verrucosa* Roetzl.

Etimología: deriva del latín *lenis*= blando y del griego: *phyllos*= hoja.

Nombres comunes: en Puebla: Pino, Ocote; en otros lugares: Pino chino, Pino prieto, Palo otomite, Tlacocote, Xalatlaco. En inglés: Chihuahuan Pine, Smooth-leaved Pine.

Árbol de 15 a 25 m de altura, tronco monopódico, cilíndrico, erecto, de 20 a 40 cm de d.a.p; corona abierta y redondeada. Corteza gruesa, áspera, de color oscuro dividida en placas irregulares y escamosas con fisuras longitudinales profundas.

Ramas: las de primer orden curvadas hacia abajo y las de órdenes superiores extendidas y ascendentes. **Ramillas** con la superficie ligeramente escamosa y de color café grisáceo, base de las brácteas no decurrentes **Catáfilos** pequeños, lanceolados-subulados, recurvados y prontamente deciduos. **Yemas vegetativas** cónico-ovoides y obtusas, las laterales ligeramente o no resinosas. **Vainas** de hasta 13 mm, color anaranjado, deciduas. **Hojas:** agrupadas en fascículos de 5 acículas, algunas veces de 3 y 4, rígidas o algunas veces algo laxas y péndulas, de color verde claro; de (7–)9–15 (–17.5) cm de largo × 0.4–0.8 mm de ancho. Márgenes ligeramente aserrados, con dientes muy juntos y pequeños. Líneas estomáticas: entre 4 y 5 hileras en el lado abaxial, en raras ocasiones 3. **Anatomía foliar:** sección transversal triangular, con dos haces vasculares y entre 2–3 canales resiníferos medios, en algunas ocasiones presentan sólo uno (Figura 18a-b). **Conos polínicos** cilíndricos de 7–12.4 × 3.5–6 mm, color rosa amarillento, los microesporofilos con sacos polínicos conspicuos y relativamente grandes. **Conos ovulados** solitarios o comúnmente en grupos de 2 a 4, altamente

persistentes, con pedúnculos que caen junto con el cono de (4–)6–10(–13) mm; pequeños, ovoides algo asimétricos, más o menos reflejados de (2.9–)3.5–6(–7.6) × (2.5–)3–7 cm cuando abren. Escamas ovulíferas delgadas y angostas pero rígidas. Apófisis rómbica, aplanada con quilla transversal de (4.4–)5–8.3(–9.2) × (3–)8–13(–14.7) mm y entre 2–4.5 mm de alto con umbo dorsal, piramidal, algunas veces casi imperceptible, con una espina oscura y por lo regular persistente. **Semillas:** oblicuamente ovoides, ligeramente aplanadas, pequeñas, de 4–5 × 2.5–3.3 mm, de color negro con manchas claras; con ala articulada, oblicuamente ovalada de (13–)15–18 × 4.3–5 mm de color dorado translucido con líneas oscuras (Figura 14). **Cotiledones:** no se observaron.

Hábitat: bosque mixto de pino-encino, bosque de oyamel y en regiones de agricultura; (880–)1000–2800(–3250) metros. Asociado con *Pinus teocote* y *P. ayacahuite*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. montezumae*, *Abies religiosa*, *Alnus firmifolia*, *Cestrum* spp. y *Quercus* spp.

Distribución: endémica de México pero de distribución amplia: en la Sierra Madre Occidental, el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur hasta el sureste de la sierra central de Oaxaca. En los estados de Chihuahua (O), Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla (Mapa 5), Sonora (NE), Tlaxcala, Zacatecas y Veracruz,

Usos: maderable, como material de construcción, combustible, obtención de resina y medicinal.

Observaciones: es común apreciar en el tronco pequeños brotes de fascículos (Figura 14d). Debido a que los conos ovulados son largamente persistentes, prácticamente siempre podremos observar a este pino lleno de conos (Figura 14c), mientras que la presencia de conos polínicos se registró en los meses de marzo a julio.

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Acajete. Loc. Santa Isabel Tepetzala, por la carretera Acajete-Teziutlán, 25-jul-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 43* (MEXU). Mpio. Atlixco. Loc. San Pedro Benito Juárez, 25-jul-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 42* (MEXU). Mpio. Tianguismanalco. Por el camino Metepec-San Baltazar Atlimeyaya, 22-jul-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 40, 41* (MEXU). Barranca 1 km al S de San Miguel Tianguizolco, 16-dic-2013, *Caamaño 4268* (HUAP). Mpio. Tlahuapan: Ejido San Rafael Ixtapalucan, 1-dic-2013, *Ramos, Gernandt & Torres 4* (MEXU). Mpio. Tlahuapan: North of San Rafael Ixtapalucan, 1-dic-2013, *Ramos, Gernandt & Torres 1* (MEXU). San Salvador el Verde: Al SE de San Andrés Hueyacatitla, 31-oct-2013, *Caamaño 3952* (HUAP). Camino a Ajolatla, al O de Chignahuapan, Chignahuapan, 08-may-2002, *Miranda 1264* (CHAP). In arenosis ad viam circa opp. Texmelucan, 26-jan-1994, *Debreczy et al. 37089b-II* (MEXU). Declivibus montis Ixtaccihatl supra San Juan Tetla, 25-jan-1994, *Debreczy et al. 37042b-II* (MEXU). In declivibus montis Ixtaccihuatl supra San Juan Tetla, 25-jan-1994, *Debreczy et al. 37042c-II* (MEXU). Cerro Teston, lado Oriente de San Pedro Yancuictlalpan, 29-sep-1987, *Tlapa y Ubierna 638* (MEXU). La Venta camino por el lado poniente de Santiago Xalitizintla, Cholula, 22-sep-1987 (MEXU). 8 o 9 km al norte de Tlaxco, al sur del cerro La Paila, 24-feb-1987, *Chimal et al. 15* (MEXU). Cañada Grande lado noroeste de San Pedro Yancuictlalpan, 11-dic-1987, *Tlapa y Ubierna 16555* (MEXU). Camino Cuahuitenco lado Norte San Pedro Yancuictlalpan, 11-dic-1987 *Tlapa y Ubierna 1841* (MEXU). Camino a Cotopilco lado Suroeste Santiago Xalitizintla, 04-dic-1987, *Tlapa y Ubierna 1614* (MEXU). Huejotzingo: Amozoc: Trayecto que va hacia la Malinche, por Axaltenco, desde la Concepción Calpulac, 03-abr-1986, *Rodríguez 38* (HUAP). Atlixco: San Pedro Benito Juárez, 21-abr-1986, *Dorado, Mani y Sánchez 10* (HUAP). Ejido Santa María Ixtiyuca, Grajales; 19-nov-1983, *Salazar s.n.* (CHAP). 2 km al SW de San Martinito, Tlahuapan, 20-ene-1983, *Martínez 13* (INIF). Cerca de Cuetzalan, 17-dic-1980, *Gómez 5* (CHAP). A 20 km de Chignahuapan, carr. Chignahuapan-Tlaxco, 3-oct-1980, *Rincón s.n.* (MEXU). San Martin Texmelucan 5 km antes de la entrada al CEF San Juan Tetla, 30-mar-1980, *Orantes 16* (INIF, CHAPA). Mpio. San Martín Texmelucan, 5 km de la entrada principal del Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla", 30-mar-1980, *Rodríguez 16* (ENCB, MEXU, CHAPA). Hwy 119 (N side, at km 76) 4.3 km (by road) NW of Zacatlán on road to Ahuazotepic, 03-jul-1978, *Cochrane et al. 8491* (MEXU). Yaonahuac: Desviación a Atotocoyán, carretera Teteles-Mazatepec, 24-mar-1976, *Márquez et al. 714, 721* (MEXU). Haguatamimilol, carretera Teteles-Mazatepec, 24-mar-1976, *Márquez et al. 692* (MEXU). 8 kms al W de Pueblo Nuevo, 28-nov-1974, *Cano y Alvarado s.n.* (CHAP). Paraje Santa Rosa, Campo Experimental, Forestal, "San Juan Tetla"; 27-sep-1972, *Boyás 400* (MEXU). Al W de San Juan Tlale (En dirección por el camino que va al Campo Experimental "San Juan Tetla"), 14-sep-1972, *Boyás s.n.* (INIF, MEXU). Above Canoa, 1-mar-1972, El Monte, Aquiles Serdán, Chignahuapan, 17-ago-1970, *May AM-319* (INIF). Loc. km 129 México-Orizaba, 12-jul-1970, *Chavelas s.n.* (INIF). Ayotla, Zacatlan, 25-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Rancho Viejo, carretera Beristain, Pue-Zacatlan, 24-nov-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Totolapa, Beristain, 22-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Kilómetro 47, camino Puebla, 12-nov-1950, *Matuda 18602* (MEXU). Edge of bluff along river near La Venta, 15-nov-1944, *Sharp 441666* (MEXU). Santa Catarina, Cuilotepec; 18-jul-1942, *Martínez 3519* (INIF).



Figura 14. *Pinus leiophylla*: a. Hábito, b. Corteza, c. Brotes de fascículos en el tronco, d. Ramas con conos maduros, e. Disposición de las hojas en la ramilla, f. Ramilla, g. Vainas en los fascículos jóvenes, h. Cono ovulado maduro, i. Cono ovulado inmaduro, j. Detalle de la apófisis, k. Lado abaxial de la hoja mostrando un par de líneas estomáticas, l. Lado adaxial de la hoja: se aprecia el margen aserrado, m. Semillas, n. Conos polínicos.

Pinus oocarpa Schiede ex Schltld. Linnaea 12: 491–492. 1838.

Tipo: México: zwischen Ario und dem Feuerberge Jorullo, nicht allein in der gemässigten Region, sondern auch in der warmen, wo er mit Fächerpalmen vereint wuchs, C.J.W. Schiede s.n.; neotipo: México: Michoacán: Las Playitas Forest Station, along track to Cañas, C.J.W. Schiede s.n. (FHO; INT: K).

Sinónimos: *Pinus oocarpa* var. *manzanoi* Martínez, *Pinus oocarpa* var. *oocarpoides* (Lindl. ex Loudon) Endl., *Pinus oocarpoides* Lindl. ex Loudon.

Etimología: el epíteto hace referencia a la forma de los conos ovulados cuando están cerrados (en griego: oos= huevo, carpos= fruto).

Nombres comunes: Pino Blanco, Ocote chino, Pino albellano, Ocote, Pino chino, Pino colorado, Pino trompillo. En inglés: Egg-cone pine.

Árbol de 30 metros de altura, tronco monopódico, recto de 50 cm de d.a.p.; corona abierta e irregular. Corteza áspera y escamosa, grisácea, con fisuras profundas que la dividen en placas largas irregulares de una coloración marrón a rojiza. **Ramas** largas extendidas, las de primer orden ligeramente curvadas hacia abajo, las de segundo orden extendidas y las superiores algo ascendentes. **Ramillas** escamosas y rugosas de color marrón. **Catáfilos** largos subulados y recurvados con las base decurrente de color café volviéndose grisáceos al madurar, largamente persistentes. **Yemas vegetativas:** las laterales son pequeñas agudo-ovoides y no resinosas, con las escamas imbricadas de color rojizo. **Vainas** de hasta 14 mm de longitud, con escamas imbricadas color café volviéndose más oscuras al madurar. **Hojas** agrupadas en fascículos de 4 o 5 acículas laxas ligeramente péndulas o extendidas de 17—22(–23.5) cm de largo × 0.6—1 mm de ancho, de color verde claro brillante. Márgenes aserrados con los dientes pequeños y próximos. **Líneas estomáticas** en los tres lados, entre 5 o 6 hileras en lado abaxial y en menor frecuencia 7 u 8. **Anatomía foliar:** sección transversal triangular, con dos haces vasculares en el centro, y regularmente entre 5 y 7 canales resiníferos septales, aunque se encontraron acículas con 3 canales (Figura 18c-d). **Conos polínicos** cilíndrico-oblongos de 15—21 × 5—7 mm, de color anaranjado a rojizo y polen color amarillo. **Conos ovulados** solitarios o en grupos de 2—4 sostenidos por pedúnculos largos y recurvados de 20—24 mm de

longitud, los cuales caen junto con el cono. Forma ovoide a semiglobosa cuando maduran, semiserotinos de 6—7(–10.5) × 5.5—6.5 cm cuando están ligeramente abiertos. Escamas ovulíferas gruesas, leñosas, rectas a ligeramente curvas hacia la base, de color café oscuro a púrpura. Apófisis plana a ligeramente protuberante, de forma rómbica a pentagonal lustrosas de color ocre a café claro, con quilla transversal, de 10—13 × 13—16 mm y entre 3—5.5 mm de alto con umbo dorsal plano a hundido o algunas ocasiones muy ligeramente elevado especialmente en los conos inmaduros. **Semillas:** oblicuamente ovoides ligeramente aplanadas, de color grisáceo o bien, negras con punteaduras claras, de 5—7 × 3.5—5 mm, con alas articuladas con un lado recto y el otro ligeramente curvo de 18—26 × 5.3—7.7 mm de color café con la base oscura o bien de color café con franjas tenues de color gris y la base dorada (Figura 15). **Cotiledones:** 6, sólo una plántula con 5.

Hábitat: se colectó en bosque mesófilo de montaña, con helechos no arborescentes y arborescentes. 1240—1280 metros.

Distribución: desde México hasta Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua (NO). En México es de amplia distribución: en Chiapas, Durango (SO), Estado de México, Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla (Mapa 5), Sinaloa, Sonora (S), Tlaxcala, Veracruz (S) y Zacatecas (S).

Uso: no reportado.

Observaciones: esta especie había sido reportada por la mayoría de los autores (Cuadro 3); sin embargo, ninguno de ellos mencionó ejemplares examinados; en los ejemplares de herbario que se revisaron sólo se encontró una colecta de un árbol en un predio particular a orilla de carretera. No obstante, ahora se confirma la presencia de ésta especie en el norte del estado.

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Ahuacatlán Loc. a 4 km aprox. de Ahuacatlán por la carretera que va de Ahuacatlán a Amixtlán, a 500 m de la desviación hacia la localidad de

Tlayehualcingo, 6-mar-2015, *Ramos-Dorantes et al.* 67 (MEXU). Mpio. Amixtlán. Loc. A 3 km aprox. de Amixtlán, por la carretera que va de Ahuacatlán a Amixtlán, 6-mar-2015, *Ramos-Dorantes et al.* 66 (MEXU).



Figura 15. *Pinus oocarpa*: a. Hábito, b. Corteza, c. Ramas con las hojas ligeramente extendidas, d. Vainas, e. Ramilla joven con catafilos, f. Ramilla, g. Hojas laxas y péndulas, h. Cono ovulado, i. Color de las hojas y nuevos brotes, j. Lado abaxial de la hoja mostrando seis líneas estomáticas, k. Lado adaxial de la hoja: se aprecia el margen aserrado, l. Apófisis: 1. Con umbo hundido, 2. Umbo ligeramente levantado, m. Semillas, n. Yema vegetativa, o. Conos polínicos, p. Cono ovulado cerrado.

Pinus patula Schiede ex Schldtl. & Cham., Linnea 6: 354. 1831.

Tipo: México. Veracruz: Cruz Blanca, [“Inter Cruz Blanca & Jalacingo”], C.J.W. Schiede & F. Deppe 1108 (lectotipo HAL, sheet ¼)

Sinónimos: *Pinus patula* var. *macrocarpa* Mast., *Pinus patula* var. *patula*

Etimología: *patula* hace alusión a “amplia extensión” y hace referencia a las hojas, las cuales son caídas o péndulas.

Nombres comunes: en Puebla: Ocote rojo, Ocote colorado, Pino virgen, Ocote de la virgen; en otros lugares: Ocote, Pino triste. En inglés: Jelocote pine, Spreading-leaved pine, Mexican weeping pine.

Árbol de hasta 30 m de altura, tronco monopódico, recto de hasta de 40 cm de d.a.p.; corona abierta de forma cónica a abovedada. **Corteza** escamosa y rojiza, con placas grandes y alargadas que se desprenden con facilidad. **Ramas:** las de primer orden extendidas o ligeramente ascendentes, las de órdenes superiores caídas o algo colgantes y las últimas son colgantes. **Ramillas** frecuentemente multinodales, delgadas, rojizas, ásperas y escamosas cuando los fascículos caen, con la base de las brácteas no decurrentes. **Catáfilos** subulados, recurvados en el ápice, prontamente deciduos. **Yemas vegetativas** ovoide-oblongas a cilíndricas no resinosas y de color café. **Vainas** persistentes y grisáceas de hasta 17 mm. **Hojas:** fascículos con 3 a 4 acículas, delgadas y colgantes de color verde grisáceo, de (14–)16–26(–28.5) cm de largo × 0.4–0.8 mm de ancho. Márgenes aserrados, con dientes muy finos. Líneas estomáticas: entre 5 y 6 hileras en el lado abaxial, rara vez 4 o 7. **Anatomía foliar:** forma transversal carinada a triangular con dos haces vasculares y con 3–4 canales resiníferos medios y 1–2 internos (Figura 18e-f). **Conos polínicos** pedunculados, ovoide-oblongos a cilíndricos de color naranja claro, con brácteas escariosas subyacentes de 13–12 × 4–6 mm. **Conos ovulados** por lo regular en grupos de 3 a 5, casi sésiles o si presentan pedúnculo de hasta 8(–11) mm, nunca caen de la rama; serótinicos, ovoide-alargados y asimétricos de (4.2–)5.5–10(–12) × 4–8.8 cm cuando abren. Escamas ovulíferas leñosas, gruesas y rígidas. Apófisis casi plana a ligeramente levantada, con quilla transversal tenue, de (5–)6.5–11(–12) × (6–)7.5–14(–18)

mm y entre 2—4.7 mm de alto con umbo dorsal plano, regularmente hundido, de color gris con espina decidua. **Semillas** oblicuamente ovoides y aplanadas, de 4—6 × 2—4 mm oscuras, con ala articulada de (14—)16—19 × 3.5—6 mm de color café oscuro y la base clara. **Cotiledones:** mayormente 4 y en menor frecuencia 5 y 6.

Hábitat: por lo general habita en lugares húmedos, subtropicales y cálido templados como bosque mesófilo de montaña y bosque pino-encino; 1400—2820 metros. En asociación con *Pinus pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *P. teocote*, *Alnus jorullensis*, *Senecio* spp., *Quercus* spp.

Distribución: endémica de las tierras altas del centro y sur de México. En Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Puebla (N) (Mapa 5), Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

Observaciones: debido a que los conos ovulados son altamente persistentes es común observarlos en prácticamente todo el año, mientras que para los conos polínicos, se registró su presencia en los meses de abril a junio.

Una de las características más distintivas de ésta especie es la presencia de hojas colgantes (Figura 16c). En la corteza de las ramas se aprecia un color verde cuando ésta se descama. Es común apreciar conos ovulados desarrollándose no sólo en las ramas sino además en el tronco (Figura 16m). Por lo regular se aprecia una tonalidad roja en las escamas ovulíferas hasta antes de la apófisis (Figura 16h). Se pudo apreciar tres tipos de coloración diferentes en las alas de las semillas (Figura 16k).

Esta especie de pino está relativamente restringida al norte del estado; sin embargo, se encontraron registros de colecta en el sur, la cual se realizó en 1841. Es poco probable que su distribución sea natural pues no se ha vuelto a colectar en esa zona después de esa fecha, aunado a que en ese tipo de vegetación (selva baja) no suele distribuirse.

Usos: maderable: leña (ocote), construcción. Esta especie es ampliamente cultivada en aserraderos en la región NE del estado.

Categoría de conservación

IUCN: LC.

Ejemplares examinados: **México. Puebla:** Mpio. Huauchinango. Por la carretera Huauchinango-Tulancingo, a 200 m de Venta Grande, 28-jun-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Wofford 35* (MEXU). Mpio. Huauchinango. A la entrada de Huauchinango, sobre la carretera Huauchinango-Tulancingo, 28-jun-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Wofford 38* (MEXU). Mpio. Tlatlauquitepec. By the road Cuetzalan Progreso-Tlatlauquitepec, 17-apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 32* (MEXU). Teziutlán. By the road to Hueyapan, 16-apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 27* (MEXU). Teziutlán, 14-apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 23, 24* (MEXU). Tlachichuca: El Mucio, 24-ago-2010. *DIAAPROY S.A DE C.V* (MEXU). Tetela de Ocampo: 1.5 km después del Puerto, rumbo a carretera a Zacapoaxtla, 06-oct-2009, *Cerón 624* (HUAP). Coyomeapan: Loc. 7km pasando desviación a Zoquitlán, rumbo Coyomeapan, 26-ago-2009, *de Gante 78* (HUAP). Ejido San Luis del Valle, Chignahuapan, 09-jun-2002, *Guizar y Miranda 5955* (CHAP). Zacatlán 3 km por el camino a Ahuetecaco, 26-ene-1999, *Contreras 6912* (HUAP, MEXU). Chignautla: Acahuixco, 7 km al S de Atzalan 13-ene-1998, *Hernández y Contreras 479* (HUAP). Zacatlan: Loc. 3 km por el camino Tlalixtipa-Huilotepec, 04-jun-1998, *Contreras 5164* (HUAP, MEXU). Zacatlan Loc. 3 km por el camino Tlalixtiapa-Huilotepec, 03-jun-1998, *Contreras 5163* (MEXU). Tlatlauquitepec: 1 km al E de Yanhuicapan, 12-ene-1997, *Hernández y Contreras 719* (HUAP). Zacatlán Jilotzingo, 26-ene-1991, *Martínez 104* (MEXU). Zacatlan Jilotzingo, 15-nov-1990, *Martínez 87* (MEXU). El Tule, San Felipe Maderas, Nicolás Bravo, oct-1987, *Hernandez s.n.* (CHAP). Subiendo rumbo a la torre de petróleos de Nicolás Bravo, 09-may-1985, *Avila 45* (INIF). Presa Omiltepec, Huauchinango, 25-mar-1984, *Villa 1* (MEXU). Cerro al N de Tlatlauquitepec, camino al poblado de Huaxtla, 11-ago-1982, *Simon 123* (INIF). San Lucas el Grande, 08-nov-1979, *Botello s.n.* (CHAP). Ca. 1 km al Noreste de Honey, sobre la terracería a Pahuatlán. (Ca. 18 km directo al noroeste de Huauchinango), 1-may-1978, *Perino 3334* (MEXU, CHAPA). Paraje Fracción 5° de la hacienda Atlaxac, Chignahuapan, 16-may-1977, *Eguiluz 51* (CHAP). El Chorro, Atlamaha, Chignahuapan, 09-sep-1970, *May AM-326* (INIF). Puebla, Presa Valsequillo, 25-mar-1967, *Boege 532* (MEXU). La cumbre, Zacapoaxtla, 26-oct-1962, *Vela s.n.* (ENCB, INIF). Necaxa, Necaxa, 06-abr-1944, *Miranda 3164* (MEXU).

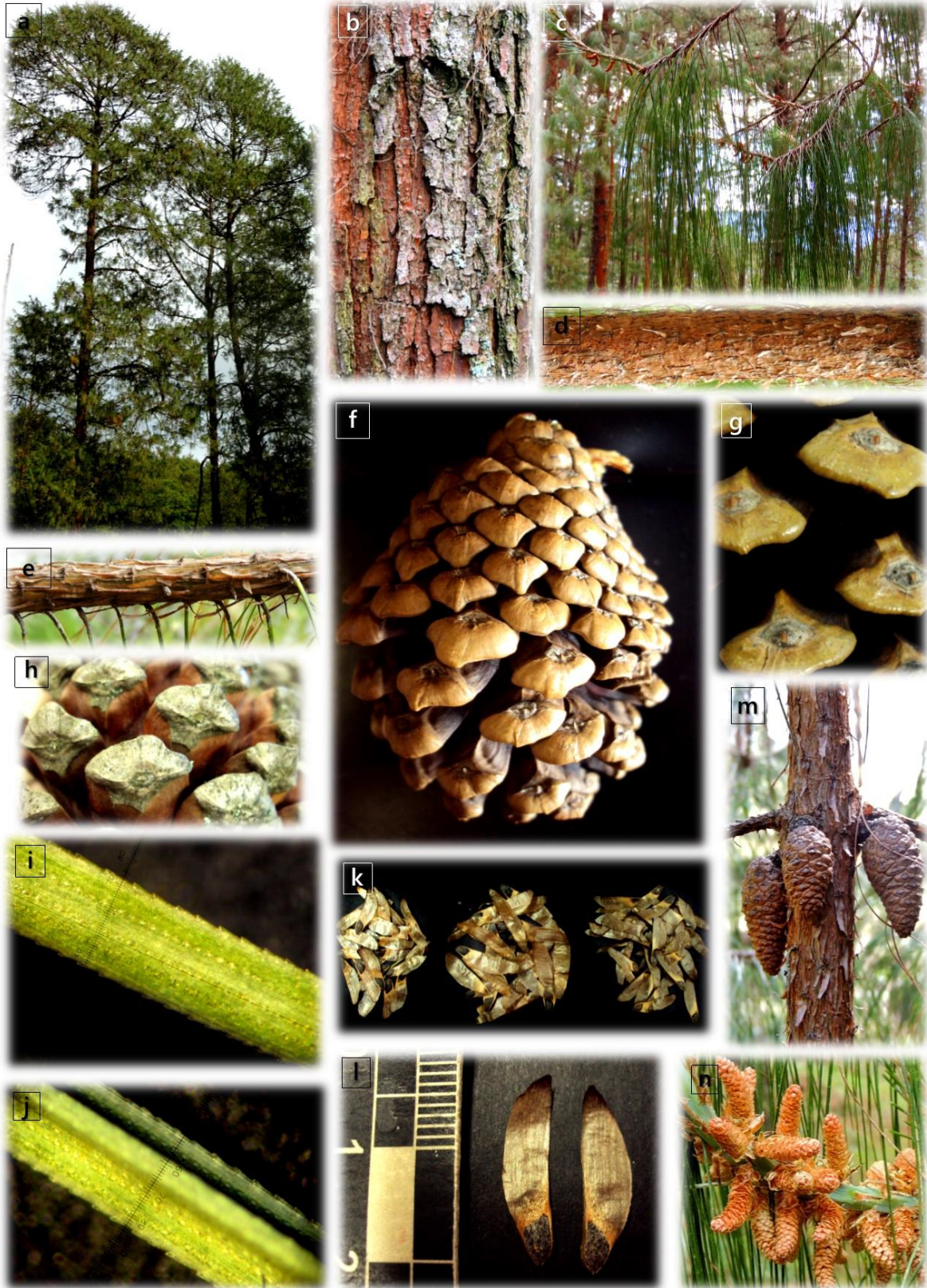


Figura 16. *Pinus patula*: a. Habito, b. Corteza, c. Hojas, d. Rama con corteza exfoliante, e. Ramilla y vainas, f. Cono ovulado maduro, g. Apófisis, h. Coloración rojiza en las escamas ovulíferas. i. Lado abaxial mostrando cuatro líneas estomáticas, j. Lado adaxial: se aprecian los dientecillos pequeños y próximos de los márgenes, k. Variación en la coloración de las alas de las semillas, l. Semillas, m. Conos ovulados inmaduros en el tronco de un árbol joven, n. Conos polínicos.

Pinus teocote Schiede ex Schldtl. & Cham., Linnea 5: 76. 1830

Tipo: México: Veracruz, Pico de Orizaba, (Volcán Citlaltepetl). C.J.W. Schiede & F. Deppe s.n.

Sinónimos: *Pinus besseriana* Roehl, *Pinus hugelii* Roehl ex Carrière, *Pinus microcarpa* Roehl, *Pinus mulleriana* Roehl, *Pinus otteana* Roehl, *Pinus teocote* var. *macrocarpa* Shaw, *Pinus teocote* f. *macrocarpa* (Shaw) Martínez, *Pinus teocote* subsp. *macrocarpa* (Shaw) Silba, *Pinus patula* var. *stricta* Benth. ex Endl., *Pinus teocote* var. *macrocarpa* Shaw, *Pinus teocote* f. *quinquefoliata* Martínez, *Pinus vilmoriniana* Roehl, *Pinus vilmoriniana* var. *besseriana* (Roehl) Carrière.

Etimología: teocote es una adaptación al español del nombre azteca “teocotl” que significa “pino roca”.

Nombres comunes: en Puebla: Ocote, Ocote chino, Pino rojo, Ocote colorado, Ocote negro; en otros lugares: Pino, Ocotillo, Pino colorado, Pino real, Pino rosillo. En inglés: Aztec pine, Teocote pine.

Árbol de 10 a 28 m de altura, tronco monopódico, recto de 20 a 40 cm de d.a.p., algunas veces bifurcado. Corona de forma piramidal a redondeada abierta o densa. Corteza gruesa, áspera y escamosa color café grisáceo oscuro, con placas longitudinales divididas por fisuras profundas color marrón. **Ramas:** las primeras son delgadas, extendidas o curvadas hacia abajo, las de órdenes superiores también son delgadas, flexibles y ligeramente péndulas. **Ramillas** lisas, color café anaranjado, con la base de las brácteas decurrentes. **Catáfilos** subulados, recurvados en el ápice, color café, prontamente deciduos. **Yemas vegetativas** ovoide-oblongas y no resinosas. **Vainas** persistentes y de color marrón oscuro a café grisáceo de hasta 7 (–12) mm. **Hojas:** en fascículos de 3 acículas rara vez 4, rígidas y rectas o ligeramente curvadas de color verde claro; de (8–)10–15(–19) cm de largo × (0.6–)1–1.4(–1.6) mm de ancho. Márgenes aserrados, con dientes muy pequeños y próximos. Líneas estomáticas: entre 9 y 13 hileras en lado abaxial. **Anatomía foliar:** forma carinada con dos haces vasculares y con 2–3 canales resiníferos medios y en algunas ocasiones uno interno (Figura 18g-h). **Conos polínicos:** sólo se observaron inmaduros los cuales son ovoide oblongos a cilíndricos con brácteas escariosas subyacentes color café claro, de 6–9 × 4–6 mm. **Conos ovulados** frecuentemente en grupos de 3, con pedúnculos cortos y

robustos de (2-)5—7(-9) mm que caen con el cono, son ovoides a ovoide-oblongos ligeramente asimétricos, de (3-)4—6(-7.5) × 2—5 cm cuando abren. Escamas ovulíferas gruesas y semi-serótinas. Apófisis ligeramente levantada o plana con quilla transversal, con el margen apical crenado, de (4-)4—7(-8) × (6-)7—10(-12) mm y entre 2—4(-6) mm de alto con umbo dorsal plano a hundido o piramidal obtuso, con una espina muy pequeña decidua. **Semillas** obovadas y semi-aplanadas, de 4—5 × 2.3—2.8 mm, color marrón con manchas oscuras, con ala articulada oblicuamente ovada-oblonga de 13—16(-17) × 4—5.5 mm amarillentas con líneas oscuras y color naranja en la base (Figura 17).

Cotiledones: 4.

Hábitat: en bosque de coníferas y bosque de pino, asociado con *Pinus pseudostrobus*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, *P. leiophylla*, *P. montezumae* y *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. patula*, *Abies religiosa* y *Pseudotsuga menziesii*. En bosque de pino-encino y bosque tropical subcaducifolio asociado con *Alnus firmifolia*, *Quercus* spp. y *Cestrum* spp. 1700—3300 metros.

Distribución: es endémico de México y es de distribución amplia, en los estados de: Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla (Mapa 5), Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

Usos: medicinal y maderable. En otros lugares: material de construcción y combustible.

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Observaciones: se registró la presencia de conos ovulados en prácticamente todos los meses del año y de conos polínicos en los meses de marzo y abril.

Esta especie se asemeja a *Pinus lawsonii* Roetzl ex Gordon; sin embargo, generalmente las hojas de éste tienden a ser más largas y menos gruesas y

anatómicamente presenta más canales resiníferos internos. Respecto al cono ovulado el umbo suele ser piramidal y no plano.

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Xiutetelco. Por el camino que va de Perote, Ver. a los Humeros, a 10 km de los Humeros y 3.5 km de Maxtaloya, 14-jun-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 74* (MEXU). Mpio. Esperanza. Loc. a 1.8 km del poblado, 30-may-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 68* (MEXU). Mpio. Atzitzintla Loc. Por el camino que va de Atzitzintla hacia Texmalaquilla, 7-feb-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Burge 56* (MEXU). Mpio. Lafragua. Loc. Entre Cuauhtémoc y Apizaquito, 31-ene-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & López-Reyes 54* (MEXU), Nopalucan: Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 21-sept-2014, *Ramos-Dorantes, Santos-Vázquez & Ramos-Pérez 48* (MEXU). Ahuazotepec: Al N de Ahuazotepec, cerro a un lado del cementerio, 12-sep-2013, *Caamaño, Cerón-Carpio y Tzompa-Coatl 3624* (HUAP). Southeast of Guadalupe Victoria, 12-ago-2012, *Gernandt, Reséndiz & Mujic 1237* (MEXU). Ocoatepec, La cueva de León, 03-sep-2010, *DIAAPROY S.A. de C.V. 59617* (MEXU). Zacatlan: Las Lajas a 100 m de la entrada del camino a piedras Encimadas, 18-ago-2010, *Cerón 1210* (HUAP). Potrero, Coxcatlan, 11-ago-2010, *DIAAPROY S.A. de C.V. 67599* (MEXU). Chignahuapan: Santa Rosa, 02-oct-2009, *Cerón 537* (HUAP). Tetela de Ocampo, 10-sep-2009, *Cerón 557* (HUAP). Paraje Agua Escondida, 200 m de San Pedro Ahutlampan, Vicente Guerrero Región Sierra Negra, 02-sep-2008, *Peña s.n.* (CHAP). San Luis del Valle, Chignahuapan, 03-jul-2007, *Olguin s.n.* (CHAP). Arroyuelo al N de San Antonio de los Pinos, Ixtacamxtitlan, 10-sep-2005, *Cruz García 160* (CHAP). Ejido San Luis del Valle, Chignahuapan, 09-jun-2002, *Guizar y Miranda 5954* (CHAP, MEXU). Paraje 3 ocotes, ejido Xonocuahtla, Tlatlauquitepec, 26-may-2001, *Guizar y Miranda 5654* (CHAP, MEXU). Acajete: El malpaís, 28-feb-2001, *Morales 2* (HUAP). Zacatlán: 3 km por el camino a Ahuetecaco, al E de la carretera Zacatlán-Huauchinango, 26-ene-1999, *Contreras 6910* (HUAP). Xochiapulco: 2km al SO de Tecuicuilco, camino Huahuaxtla-Tetela de Ocampo, 22-jul-1998, *Contreras 5488* (HUAP). Zacatlán: Loc. 3km por el camino Tlalixtipa-Huilotepec, 04-jun-1998, *Contreras 5169* (HUAP, MEXU). Tetela de Ocampo: Loc. 2 km al E de Cuaupancingo, 22-abr-1998, *Contreras 4695* (HUAP, MEXU). In declivibus montis Ixtaccihuatl supra San Juan Tetla, 25-jan-1994, *Debreczy et al. 34988a, 34988b* (MEXU). In declivibus montis Ixtaccihuatl supra San Juan Tetla, 25-jan-1994, *Debreczy, et al. 37040b-II* (MEXU). Camino a Cotopilco lado suroeste Santiago Xalitintla, 04-dic-1987, *Tlapa y Ubierna 1615, 1616* (MEXU). Camino lado Sur Santiago Xalitintla, 23-nov-1987, *Tlapa y Ubierna 1256* (MEXU). Camino lado Oriente a Santiago Xalitintla, 20-nov-1987, *Tlapa y Urbiera 1506* (MEXU). Predio Laguna Seca, San Felipe Maderas, Nicolás Bravo, 01-nov-1987, *Hernández s.n.* (CHAP). Camino San Petolo. Lado poniente de San Pedro Yanchuictlalpan, 19-sept-1987, *Tlapa 509* (MEXU). Tepatlaxco: Cañada Rumbo a la Malinche a partir de San Juan Tepulco, 08-may-1986, *Rodríguez 137* (HUAP). Libres, San Pedro, 23-dic-1985, *Roman s.n.* (MEXU). Cerro Derrumbadas, 7 km de Zacatepec (Llanuras de Perote), oct-1983, *Rodríguez 128* (MEXU). Volcán de Pizarro, 6 km de Tepeyahualco, 17-ago-1979, *Calzada, Lozano y Martínez 4686* (MEXU). Campo Exp. For. "San Juan Tetla" (Paraje Cruz de Encino), 14-sept-1972, *Boyás 639, 640* (MEXU). Ciudad Serdán, 28-feb-1971, *Boege 1670* (MEXU). Ciénega Larga, entre Zacatlan y Tlaxco, Tlax., 26-nov-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Ayotla, Zacatlán 25-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Totolapa, Beristáin, 22-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Rancho Teacalco, Libres, 20-may-1960, *Madrigal y Vela s.n.* (INIF). Col. Morelos, carretera Libres-Zaragoza, 28-abr-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Apulco, cerca de Zacapoaxtla, 27-abr-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). km 150 de la carretera México-Pachuca-Huauchinango, 15-mar-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Above "Sierra Negra", above Serdán, Cabecero, 25-sept-1944, *Sharp 441038* (MEXU).

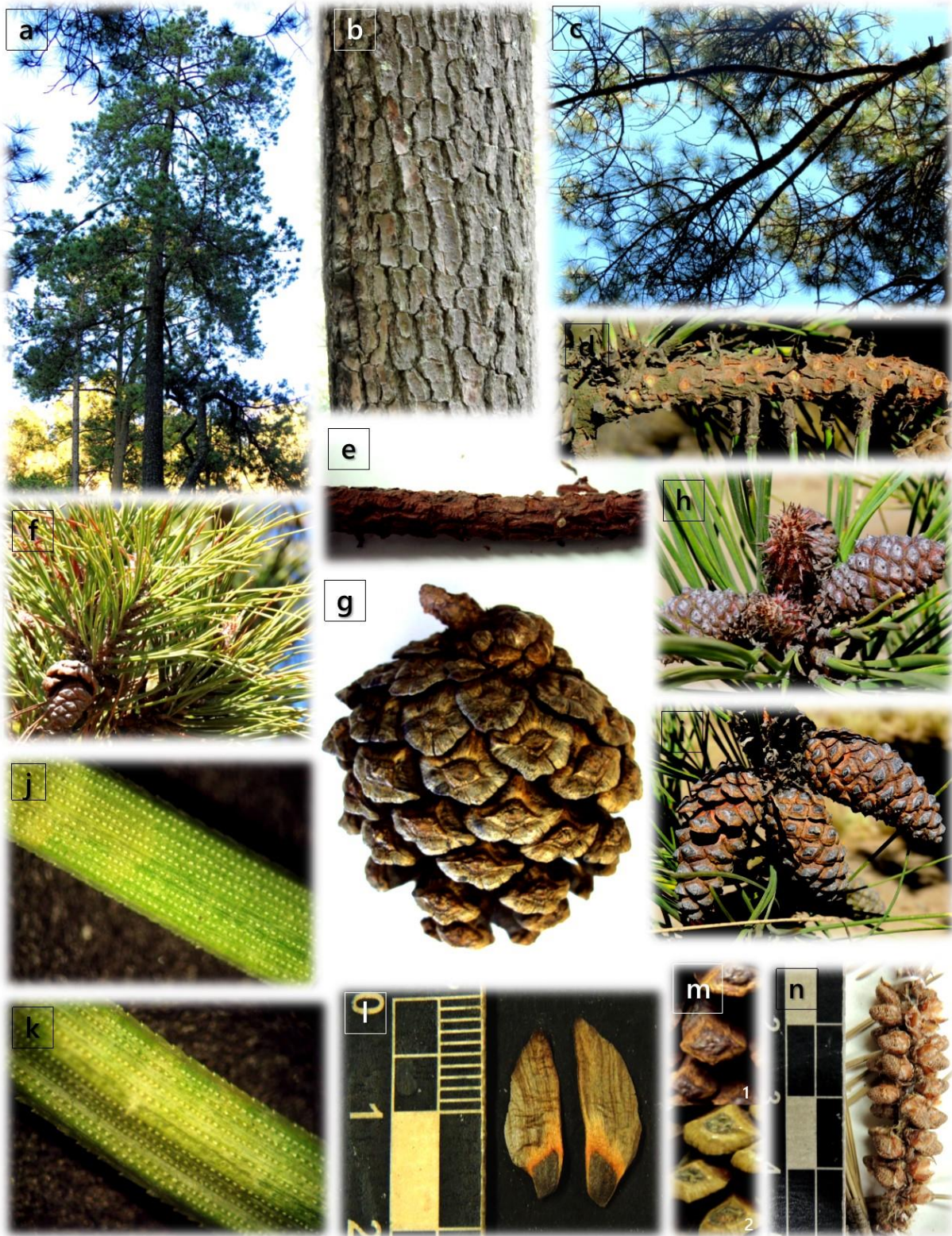


Figura 17. *Pinus teocote*: a. Hábito, b. Corteza, c. Ramas, d. Ramilla con algunos fascículos, e. Ramilla lisa, f. Hojas, g. Cono ovulado maduro, h. Yema vegetativa con conos ovulados inmaduros, i. Conos ovulados maduros cerrados, j. Lado abaxial de la hoja mostrando nueve líneas estomáticas, k. Lado adaxial de la hoja: se aprecian líneas estomáticas y detalle del margen, l. Semillas, m. Variación en la apófisis: 1 umbo prominente, 2 umbo hundido, n. Conos polínicos inmaduros.

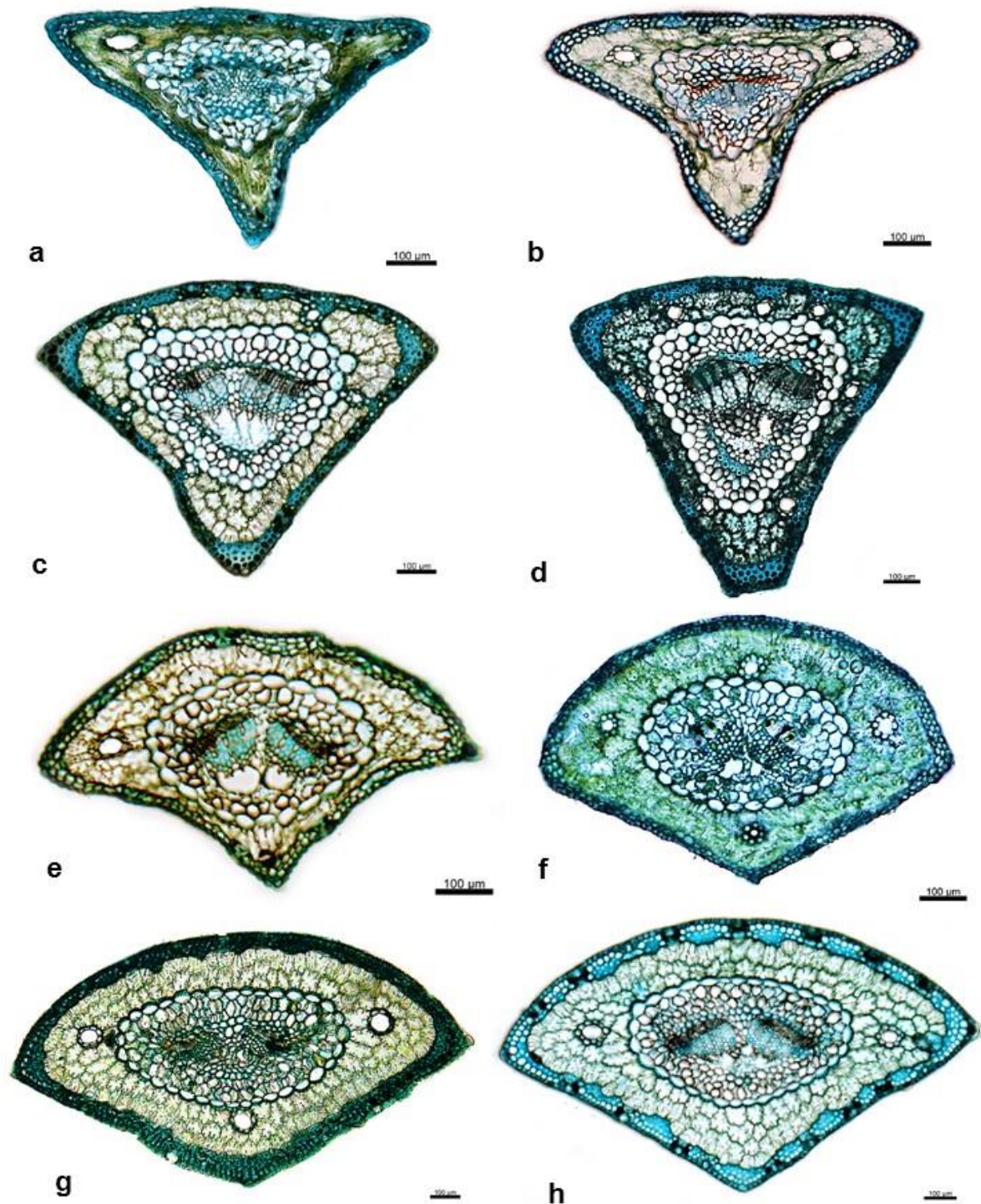
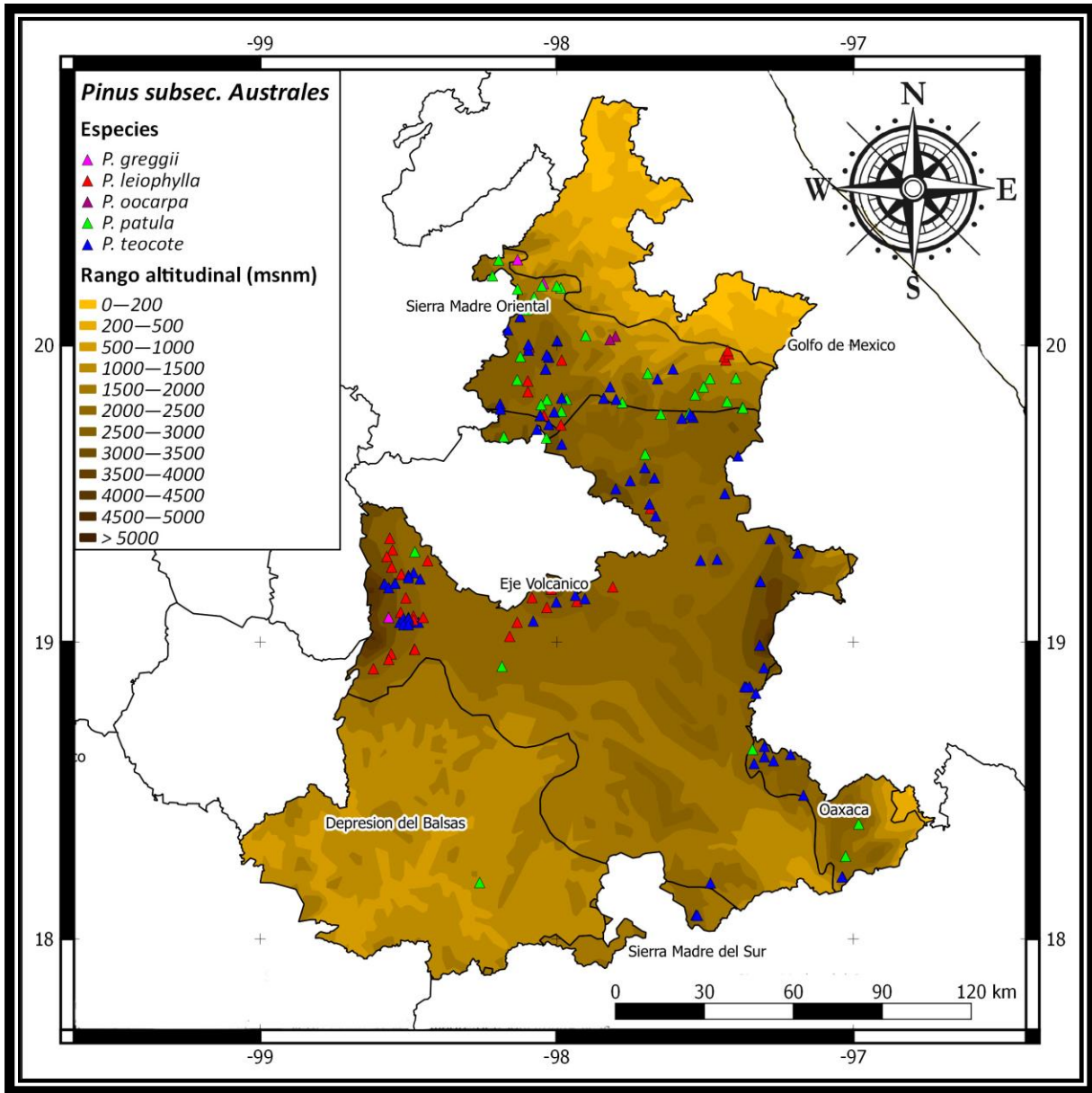


Figura 18. Secciones transversales de hojas de las especies de *Pinus* subsección *Australes*: a y b *Pinus leiophylla* (Ramos Dorantes et al. 1, Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 43), c y d *Pinus oocarpa* de fascículos de 4 y 5 acículas, respectivamente (Ramos-Dorantes et al. 66-67), e y f *Pinus patula* (Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 24,27), g y h *Pinus teocote* (Ramos-Dorantes et al. 48,54).



Mapa 5. Distribución de las especies de *Pinus* subsección *Australes* (subgénero *Pinus*) en el estado.

Pinus douglasiana Martínez, Madroño 7: 4 1943.

Tipo: México: Nayarit, Jalá. Cerro Juanacata, *M. Martínez 3429* (holotipo MEXU).

Etimología: El nombre deriva del nombre de un colector botánico llamado David Douglas (1798-1834).

Nombres comunes: Ocote, Pino harayín, Pino blanco. En inglés: Douglas pine.

Árbol de hasta 40 m de altura con tronco monopódico y recto; corona piramidal en los árboles jóvenes y de redondeada a abierta en adultos. **Corteza** áspera y escamosa, dividida en placas irregulares de color gris con fisuras profundas que dejan ver una corteza interna color marrón oscuro. **Ramas:** las de primer orden largas y extendidas o ascendentes, las de órdenes superiores ascendentes. **Ramillas** muy escamosas de apariencia exfoliante, color café oscuro, con la base de las brácteas decurrente. **Catáfilos** pequeños, subulados-caudados, extendidos o recurvados de color café. **Yemas vegetativas:** no se observaron. **Vainas** persistentes de (11–)15–22 mm de color café grisáceo. **Hojas:** en fascículos con 5 acículas o algunas veces de 6, delgadas, largas y laxas, de 20–35.5 cm de largo × 0.6–0.8 mm de ancho, de color verde glauco. Márgenes aserrados, con dientes pequeños y próximos. Líneas estomáticas de 2 a 3 líneas en lado abaxial. **Anatomía foliar:** forma transversal triangular con dos haces vasculares y con 2 canales resiníferos medios (Figura 23a-b). **Conos polínicos** largos y cilíndricos de color marrón oscuro de (15–)20–32(–37) × 4–6 mm, muy numerosos. **Conos ovulados** solitarios, en pares o grupo de tres, con pedúnculos de 6.2–12.5 mm que caen junto con el cono; ovoides y ligeramente recurvados de 7–9 × 5.8–8.2 cm cuando abren. Escamas ovulíferas delgadas, rígidas, con el comienzo de la apófisis bien delimitado por una coloración clara. Apófisis de forma rómbica ligeramente levantada o plana, de apariencia estriada, quillada transversalmente, de 7–11 × 11.5–15(–17) mm y entre 2.5–5 mm de alto con umbo dorsal sutilmente elevado, de color oscuro y sin espina. **Semillas** oblicuamente ovoides, de 4–7 × 3–5 mm color café grisáceo con punteaduras oscuras y con el envés más claro; con alas articuladas oblongas, con un lado curvo y el otro recto de

18.8—23 × 5—7 mm translucidas de color café claro, con franjas verticales tenues y una línea superior de color oscuro (Figura 19). **Cotiledones:** 7 se encontró un plántula con 10.

Hábitat: se colectó en bosque de pino y bosque mesófilo de montaña; 1580—1700 metros. Se encontró asociado con *Pinus patula*.

Distribución: es endémico de México y se distribuye en los estados de Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Zacatecas. En Puebla se colectó en el norte del estado (Mapa 6).

Usos: maderable: leña

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Observaciones y comentarios taxonómicos: se observó la presencia tanto de conos ovulados como de polínicos en el mes de abril.

Esta especie en campo se parece a *Pinus montezumae*; sin embargo, a diferencia de ésta, los conos son más ovoides y las hojas son más delgadas, también se asemeja a *P. hartwegii* por las ramillas muy escamosas, pero se diferencia por que las hojas que son más delgadas y largas, además de que su distribución altitudinal es mucho más baja. De igual manera se parece mucho a *P. pseudostrobus* por el tamaño de las hojas y del cono. La diferencia para distinguirlo de éstas tres especies radica en que el pedúnculo cae junto con el cono y la presencia de intrusiones de células hipodermales que atraviesan el mesófilo y contactan con la endodermis. Por último, se asemeja a *Pinus maximinoi* sin embargo sus conos tienen las escamas ovulíferas delgadas y frágiles.

Si bien Farjon (2010) menciona la posible distribución de ésta especie en el estado, ésta no estaba confirmada. Ahora se confirma la distribución de ésta especie para el estado de Puebla.

Ejemplares examinados: México. Puebla: Tlatlauquitepec. By the road Cuetzalan Progreso-Tlatlauquitepec, 17-abr-2014, Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 30, 31 (MEXU).

Hueyapan: Beyond the intersection between La Aurora and Hueyapan, 16-abr-2014, Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 29 (MEXU). Hueyapan: By the road to Hueyapan, 16-abr-2014, Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 28 (MEXU).



Figura 19. *Pinus douglasiana*: a. Hábito, b. Corteza, c. Rama con hojas jóvenes, d. Corteza escamosa de una rama, e. Ramilla: se muestran la base de las brácteas decurrentes y vainas de los fascículos jóvenes, f. Grupo de conos ovulados maduros, g. Conos polínicos maduros, h. Lado abaxial de una hoja con tres líneas estomáticas, i. Lado adaxial de una hoja, se aprecian los márgenes aserrados, j. Detalle de la apófisis, k. Cono maduro solitario mostrando el grosor de las escamas ovulíferas, l. Semillas, m. Escamas ovulíferas basales con el pedúnculo adherido al cono.

Pinus hartwegii Lindl. Edward's Bot. Reg. 25: 62. Aug 1839. [Allg. Gartenzeitung 7: 324. 1839]

Tipo: México, localidad desconocida, *C.T Hartweg s.n.* (lectotipo P).

Sinónimos: *Pinus aculeata* Roehl, *Pinus amecaensis* Roehl], *Pinus decaisneana* var. *wilsonii* (Roehl) Carrière, *Pinus decandolleana* var. *ehrenbergii* (Endl.) Carrière, *Pinus donnell-smithii* Mast., *Pinus ehrenbergii* Endl., *Pinus endlicheriana* Roehl, *Pinus hartwegii* subsp. *donnell-smithii* (Mast.) Silba, *Pinus hartwegii* var. *rudis* (Endl.) Silba, *Pinus hartwegii* subsp. *rudis* (Endl.) Silba, *Pinus iztacihuatlii* Roehl, *Pinus lindleyana* Loudon ex Gordon, *Pinus lowii* Roehl, *Pinus montezumae* var. *hartwegii* (Lindl.) Shaw, *Pinus montezumae* subsp. *hartwegii* (Lindl.) Engelm., *Pinus montezumae* var. *lindleyana* (Loudon ex Gordon) Parl., *Pinus montezumae* var. *rudis* (Endl.) Shaw, *Pinus northumberlandiana* Roehl, *Pinus papeleuii* Roehl, *Pinus resinosa* Roehl, *Pinus robusta* Roehl, *Pinus roezlii* Carrière, *Pinus rudis* Endl., *Pinus scoparia* Roehl, *Pinus standishii* Roehl, *Pinus suffruticosa* Roehl. ex Carrière, *Pinus wilsonii* Roehl.

Etimología: su nombre hace referencia al botánico alemán C.T. Hartweg (1812–1871), quien colectó el ejemplar tipo y además hizo colectas extensivas en México en la década 1838–1848.

Nombres comunes: en Puebla: Pino, Ocote, Ocote blanco, Ocote de cerro; en otros lugares: Pino de las alturas. En inglés: Hartweg's pine.

Árbol de 10 a 20 m de altura, tronco monopódico de 15 hasta 60 cm de d.a.p.; corona densa y redondeada. **Corteza** gruesa y rugosa, con fisuras profundas dividida en placas cuadradas a irregulares, de color café oscuro a grisáceo. **Ramas:** las de primer orden gruesas, por lo regular torcidas, extendidas y de posición irregular, las de órdenes superiores extendida y ascendentes. **Ramillas:** ásperas, rígidas y escamosas con la base de las brácteas decurrente, color café grisáceo. **Catáfilos** largos, subulados y recurvados de color café grisáceo. **Yemas vegetativas** cónico-ovoides, largas, las laterales más pequeñas que las terminales, no resinosas. **Vainas** persistentes de hasta 26 mm, con escamas imbricadas, color café volviéndose grisáceas al madurar. **Hojas** en fascículos de 3 a 5, variable en un mismo individuo, rígidas, rectas o ligeramente curvadas hacia arriba, de color verde claro opaco a ligeramente amarillento; de 10.5–18(–20) cm de largo x de 0.9–1.5(–1.7) mm de ancho. Márgenes aserrados, con dientes muy pequeños. Líneas estomáticas: número variable, de 6–9 abaxiales, en menor frecuencia 10 y sólo una vez se observaron 11 y 13. **Anatomía foliar:** sección

transversal de forma carinada a triangular, con dos haces vasculares y con 4—6 canales resiníferos medios (Figura 23c-d). **Conos polínicos** cilíndricos de 20—24 × 5—6 mm, de color marrón oscuro. **Conos ovulados** en grupos o más comúnmente solitarios, con pedúnculos pequeños de 5—7 mm los cuales quedan en la rama junto con algunas escamas basales del cono al caer éste. Oblicuamente ovoides, en algunas ocasiones con el ápice curvo especialmente cuando están abriendo; de 6.5—13 × 4.5—6.5 (–7.8) cm cuando abren. Escamas delgadas, flexibles o ligeramente rígidas, en algunos suelen curvarse hacia la base. Apófisis plana o ligeramente levantada de coloración negruzca o en algunas ocasiones café, con quilla transversal débil de 6—11 × 7.5—15.5 mm y entre 2.5—5.2 mm de alto con umbo dorsal plano o ligeramente elevado, de color gris a negro, con espina decidua. **Semillas** ovoides, de 4—6 × 3—4.5 mm de color café claro u oscuro con punteaduras negras, con ala articulada de 16—22 × 5—7 mm color café claro con líneas oscuras (Figura 20). **Cotiledones:** no se observaron.

Hábitat: bosque de pino-oyamel, bosque de pino. Es típico de altitudes elevadas, desde los 2987—4310 m. Asociado con *Pinus montezumae*, *Abies religiosa*, *Alnus* spp., *Festuca* spp. y *Eryngium* spp.

Distribución: desde México hasta algunos lugares en Guatemala, Honduras y El Salvador. En México: en Chiapas, Chihuahua, Coahuila (S), Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León (S), Oaxaca, Puebla (Mapa 6), Tamaulipas (SO), Tlaxcala y Veracruz (O).

Observaciones y comentarios taxonómicos: se registró la presencia de conos ovulados en los meses de febrero a abril, de agosto a septiembre y en diciembre; de conos polínicos en febrero.

Esta especie de pino suele distinguirse bien puesto que es la única que habita en las altas montañas. Sin embargo, podría confundirse con *Pinus montezumae* debido a que suele asociarse con éste, pero se diferencian en que los conos en *P. hartwegii* por lo general suelen ser más pequeños y con menos

escamas, y la apófisis en la mayoría es de coloración oscura. También podrían diferenciarse en las hojas, puesto que en *P. hartwegii* podemos encontrar individuos con fascículos entre 3—5 hojas incluso en el mismo individuo y en general son más cortas que en *P. montezumae*.

Algunos autores (Perry, 1991; Martínez, 1992) reconocen la especie *Pinus rudis* Endl. Sin embargo, en los ejemplares examinados no fueron consistentes las características que se reportan como diagnósticas para diferenciar ambas especies. Esto concuerda con el estudio de Matos (1995) en el que los análisis morfológicos realizados no lograron diferenciar ambas especies. No obstante, en los ejemplares de *Pinus montezumae* se pudo apreciar mayor variación en caracteres, algunos que incluso se asemejaban a *Pinus hartwegii*, esto podría deberse a procesos de hibridación entre ambas especies (Matos y Shaal, 2000).

Usos: ornamental (conos).

Categoría de conservación

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Chalchicomula de Sesma. Loc. en las faldas del Pico de Orizaba, 7-feb-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Burge 60–63* (MEXU). Atzitzintla: Carretera hacia Observatorio, 4km delante de Texmalaquilla, 13-mar-2013, *Caamaño y Coombes 2176* (HUAP). Pico de Orizaba. Cerca de formaciones de roca en pastizal, abr-2011, *Mastretta et al. AMY49* (MEXU). Tepeyahualco: Tepeyahualco inicia donde el camino está a un lado del lindero, 10-jun-2010, *Alvarez 15* (HUAP). La "Y" de Coyomeapan y Zoquitlan, 4km de la cabecera municipal de Coyomeapan, 02-sep-2008, *Peña s.n.* (CHAP). San Miguel Canoa: Salida a la Malinche por San Miguel Canoa, 24-may-1986, *Rodríguez 196* (HUAP). Tepatlaxco: Cerro del Cuchito, 10-abr-1986, *Rodríguez 72* (HUAP). Tlachichuca: Vicinity of Miguel Hidalgo, 17-mar-1983, *Nee y Taylor 25980* (MEXU). Ejido San Felipe Teotlaltzingo, San Felipe Teotlaltzingo, a 3 km de San Juan Tlale, 13-dic-1982, *Martínez MATM-12* (INIF). San Juan Tetla, 09-feb-1982, *Toledo 52* (INIF). Tlachichuca: Vicinity of Miguel Hidalgo, 17-mar-1983, *Nee & Taylor 25980* (MEXU). Tlatlauqui, 19-ago-1978, *Arias 1169* (CHAP). Campo Experimental San Juan Tetla llano las mojudas. Mpio. Chiausingo, 14-ene-1976, *Herrera s.n.* (INIF). Campo experimental forestal "San Juan Tetla" (Paraje Tetepetomala), 27-sept-1972, *Boyás 646* (MEXU). Campo Exp. For. "San Juan Tetla" (Paraje Majadas), 26-sep-1972, *Boyás 643* (INIF, MEXU). Hill W of Pico Orizaba, along road between Ciudad Serdán and San Francisco, 3-Jun-1969, *Breckon 865* (MEXU). Cienega Larga, San Antonio Altamaha, Mpio. de Chignahuapan, *May AM-328-330* (INIF).



Figura 20. *Pinus hartwegii*: a. Hábito, b. Corteza, c. Disposición de las hojas, d. Ramillas, e. Ramas, f. Vainas y detalle de los catafilos, g. Cono ovulado maduro, h. Yema vegetativa y conos ovulados inmaduros, i. Cono ovulado maduro cerrado, j. Lado abaxial de una hoja: se aprecian seis líneas estomáticas, k. Lado adaxial de la hoja: se aprecian los márgenes aserrado, l. Semillas, m. Conos polínicos antes de la liberación del polen.

Pinus montezumae Lamb., Descr. Pinus, ed. 8°, 1:39, t. 22. 1832

Tipo: México. Veracruz: “Inter Cruz Blanca et Jalacingo, reg. frig. Nov. 28” Schiede & Deppe s.n. (lectotipo BM, isolectotipos HAL, W).

Sinónimos: *Pinus montezumae* Gordon, *Pinus montezumae* var. *cubensis* Nutt., *Pinus montezumae* subsp. *gordoniana* (Hartw. ex Gordon) Silba, *Pinus montezumae* var. *hartwegii* (Lindl.) Shaw, *Pinus montezumae* subsp. *hartwegii* (Lindl.) Engelm., *Pinus montezumae* var. *lindleyana* (Loudon ex Gordon) Parl., *Pinus montezumae* var. *lindleyi* Loudon, *Pinus montezumae* subsp. *lindleyi* (Loudon) Silba, *Pinus montezumae* f. *macrocarpa* Martínez, *Pinus montezumae* var. *macrophylla* (Lindl.) Parl., *Pinus montezumae* var. *mezambrana* Carvajal, *Pinus montezumae* subsp. *mezambrana* (Carvajal) Silba, *Pinus montezumae* var. *montezumae*, *Pinus montezumae* var. *rudis* (Endl.) Shaw.

Etimología: en honor a Moctezuma II (Motecuhzoma Xocoyotzin) el emperador azteca asesinado en la batalla en Tenochtitlán en 1520 poco antes de la conquista española.

Nombres comunes: Ocochamate, Ocote. En otros lugares: Pino Real, Pino de Montezuma, Ocote blanco. En inglés: Montezuma pine, Rough-branched Mexican pine.

Árbol de 15 a 35 m de altura, tronco monopódico, recto de hasta 65 cm de d.a.p.; corona densa y redondeada. Corteza gruesa y escamosa dividida en placas relativamente pequeñas, irregulares y numerosas por fisuras poco profundas color café oscuro. **Ramas:** las de primer orden largas y extendidas y las de órdenes superiores extendidas o ascendentes. **Ramillas** rígidas y gruesas, muy ásperas y escamosas, con la base de las brácteas decurrentes y comúnmente se descaman. **Catafilos** subulados, recurvados de color café a oscuro volviéndose grisáceos, altamente persistentes incluso más que los fascículos. **Yemas vegetativas** ovoides no resinosas de color marrón. **Vainas** persistentes de 10—28.5 mm, anilladas de color café claro, volviéndose grisáceas al madurar. **Hojas** agrupadas en fascículos de 5 muy raramente en 4, 6 o incluso 7, acículas largas flexibles y laxas; o bien, cortas rígidas y extendidas de color verde claro a verde oscuro de (16–)20—30(–37) cm de largo × (0.6–)0.8—1.3(–1.5) mm de ancho. Márgenes aserrados con dientecillos diminutos, agudos y muy próximos. **Líneas estomáticas:** entre 6—8 hileras, en pocas ocasiones 10 u 11, en el lado abaxial.

Anatomía foliar: sección transversal de forma triangular, con dos haces vasculares y con 5—6 canales resiníferos medios (Figura 23e-f). **Conos polínicos** cilíndricos de 17—21.5 × 5.5—7 mm. **Conos ovulados** solitarios o en grupos de 3 a 6, con pedúnculos muy cortos casi imperceptibles de hasta 4 mm que quedan en la rama junto con algunas escamas basales, de forma variable desde ovoides oblongos a ovoides atenuados y por regular curvados de (6–)8—17(–21) × (5–)6—8.5(–10.5) cm cuando abren. Escamas ovulíferas leñosas delgadas o gruesas, extendidas o curvadas hacia la base. Apófisis plana o levantada con quilla transversal, por lo regular estriada, de (6–)7—15(–17) × (9.5–)12—20(–24) mm y entre 3.3—7(–10) mm de alto con umbo dorsal levantado o ligeramente aplanado con o sin espina. **Semillas** oblicuamente ovoides de 4—6.5 × 2.5—5 mm, de color café-grisáceo con pequeñas manchas negras, con alas articuladas oblongas oblicuamente de 18—30 × 6—10 mm de ancho color café claro con líneas oscuras en la parte superior (Figura 21). **Cotiledones:** entre 7—9, con mayor frecuencia 7.

Hábitat: bosque de pino y bosque de pino-encino, (1300–)1700—3370 metros. Asociado con *Pinus pseudostrobus*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *P. hartwegii*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies religiosa* y *Quercus* spp.

Distribución: en México y las altas montañas de Guatemala. En nuestro país tiene una distribución amplia: Chiapas, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla (Mapa 6), Querétaro, Tamaulipas (SO), Tlaxcala, centro de Veracruz y Zacatecas (S).

Usos: maderable: como material de construcción y combustible.

Categoría de conservación

IUCN: LC

Observaciones y comentarios taxonómicos: se registró la presencia de conos ovulados en prácticamente todos los meses del año y de conos polínicos en los meses de enero, abril y octubre.

Pinus montezumae se asemeja a *P. pseudostrobus*. Sin embargo, los conos de éste tienden a ser ovoides, la distancia entre las bases de las brácteas es menor, las acículas tienden a ser más delgadas y los catafilos son tempranamente deciduos.

En los ejemplares de *Pinus montezumae* se encontró mucha variación en los caracteres. Farjon y Styles (1997) reconocen *Pinus montezumae* var. *gordoniana* (Hartw. ex Gordon) Silba, cuyas principales características para diferenciarlo de la especie típica son hojas delgadas (0.8—1 mm), menos líneas estomáticas abaxiales (4—5) y apófisis planas. En los ejemplares examinados dichas variaciones no lograron apreciarse. Sin embargo, se observó variación en variables como la longitud y coloración de las hojas y la longitud de la apófisis y del umbo. Debido a que no fue posible consultar el ejemplar tipo de la variedad *gordoniana* para confirmar las diferencias en las características que él describe. Es por ello que en la presente revisión no se reconoce dicha variedad de manera formal y las diferencias en las características se consideran como parte de la variación que puede tener la especie. Por ello se considera que sería interesante realizar una revisión de la especie, incluyendo ejemplares de otras entidades del país para que se logren determinar características que pudieran redefinir las variedades. No obstante, no hay que descartar que la variación entre las especies también pudiera deberse a procesos de hibridación (Martinez, 1992; Matos y Shaal, 2000; Delgado, 2002).

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Atzitzintla Loc. 1 km aprox. Al norte de Texmalaquilla, 7-feb-2015, Ramos-Dorantes, Gernandt & Burge 65 (MEXU). Mpio. Atzitzintla Loc. 2 km aprox. Al norte de Texmalaquilla, 7-feb-2015, Ramos-Dorantes, Gernandt & Burge 58, 64 (MEXU). Mpio. Guadalupe Victoria. Loc. Canoítas, 31-ene-2015, Ramos-Dorantes, Gernandt & López-Reyes 50, 52 (MEXU). Mpio. Mazapiltepec de Juárez: near San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres Colín 20-21 (MEXU). MPIO. TLAHUAPAN: Ejido San Rafael Ixtapalucan, 1-Dec-2013, Ramos, Gernandt & Torres 11 (MEXU). MPIO. TLAHUAPAN: Ejido San Rafael Ixtapalucan, 1-Dec-2013, Ramos, Gernandt & Torres 2 (MEXU). Tlachichuca: Carretera entre San Miguel Zoapan y Miguel Hidalgo, 16-may-2013, Caamaño y Coombes 2549 (HUAP). Southeast of Guadalupe Victoria, 13-ago-2012, Gernandt, Reséndiz y Mujic 1239 (MEXU). Paraje el Potrero próximo al poblado Calpanería, Atezquilla, Ixtacamaxtitlán, 06-may-2011, Carmona s.n. (CHAP). San Nicolás de los Ranchos, Zacacolac, 06-sep-2010, DIAAPROY S.A. de C.V. 62377 (MEXU). Zacatlan: Las Lajas a 100 m de la entrada del camino a piedras Encimadas, 18-ago-2010, Cerón 1209 (HUAP). Huauchinango: Loc. 1 km al NE de Papatlazolco, 25-oct-2007, Contreras 9252 (HUAP). Ejido San Luis del Valle, Chignahuapan, 09-jun-2002, Guízar y Miranda

5966 (CHAP). Paraje La monjera, 7km al SE de Zaragoza, ejido Xonocuatla, Tlatlauquitepec, 10-jul-2001, *Tonacatl s.n.* (CHAP). Paraje 3 ocotes, ejido Xonocuatla, Tlatlauquitepec, 26-may-2001, *Guízar y Miranda 5565* (CHAP, MEXU). Tetela de Ocampo: 2 km al E de Cuaupancingo, 22-abr-1998, *Contreras 4691* (HUAP, MEXU). Laguna Seca, San Felipe Madera, Nicolás Bravo. Oct-1987, *Hernández s.n.* (CHAP). Tepatlaxco: Cañada Rumbo a La Malinche, 08-may-1986, *MRA138* (HUAP). Amozoc: Trayecto que va hacia la Malinche, por Axaltenco, desde la Concepción Calpulac, 03-abr-1986, *Rodríguez 37* (HUAP). Ejido Santa María Ixtiyuca, Grajales, 19-nov-1983, *Honorato s.n.* (CHAP). Tlachichuca, Vicinity of Miguel Hidalgo, 17-Mar-1983, *Nee & Taylor 25982* (MEXU). San Juan Tetla, 24-feb-1983, *Martínez MATM-20* (INIF). SAN JUAN TETLA, 27-nov-1980, *Rivera MR-1* (INIF, MEXU). A 1 km de Texmalaquilla y aprox. 10 km de Atzintzintla (A las faldas del Pico de Orizaba), 19-Oct-1980, *Villaseñor 74* (MEXU). San Juan Tetla, 02-nov-1979, *Botello 2853* (MEXU). C.E.F. San Juan Tetla, 13-sep-1979, *Larios 12* (INIF). CEF San Juan Tetla, 03-sep-1979, *Larios 3* (INIF). Campo Experimental San Juan Tetla Los Marines Mpio de Chiantzingo, 14-ene-1976, *Herrera s.n.* (INIF). Xelique. Campo Experimental San Juan Tetla, 14-dic-1972, *Boyás 648* (ENCB, INIF). Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla" paraje Cruz de Encino, 14-sep-1972, *Boyás 638* (INIF, MEXU). Rancho Viejo, carretera Beristain-Zacatlán, 24-nov-1960, *Madrigal s.n.* (MEXU). Ayotla, Zacatlan, 25-sep-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Ayotla, Zacatlan, 25-sep-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Colonia Morelos, Mpio de Zaragoza, 21-may-1960, *Madrigal y Vela s.n.* (INIF).



Figura 21. *Pinus montezumae*: **a.** Hábito: individuo con las hojas cortas y rectas, **b.** Corteza, **c.** Hojas largas y laxas, **d.** Yema vegetativa, además se aprecian la vainas de los fascículos, **e.** Pedúnculo con escamas basales del cono ovulado en la rama, **f.** Cono polínico, **g.** Ramilla, **h.** Cono ovulado maduro, **i.** Variación en la apófisis: **1** apófisis plana a ligeramente prominente, **2** apófisis muy prominente, **j.** Lado abaxial de la hoja: se aprecian diez líneas estomáticas, **k.** Lado adaxial de la hoja: se aprecia el margen aserrado, **l.** Semillas, **m.** Cono ovulado inmaduro.

Pinus pseudostrabus Lindl. Edwards's Bot. Reg. 25: 63. Aug 1839.
[Allg. Gartenzeitung 7: 325. 1839].

Etimología: *pseudostrabus* se deriva del latín y significa "falso pino", además hace referencia a su semejanza superficial con *Pinus strobus*.

Nombres comunes: Pino, Ocote, Ocote blanco, Ocote pachón. En otros lugares: Pino chalmaite, Pino blanco, Pino lacio, Pino liso, Pino ortiguillo. En inglés: Smooth-bark Mexican pine, False Weymouth pine.

Árbol de talla mediana a grande desde 10 hasta 30 m de altura, tronco monopódico, erecto de hasta 40 cm de d.a.p.; corona densa y redondeada. Corteza gruesa y escamosa con placas delgadas y grisáceas con fisuras longitudinales profundas. **Ramas:** las de primer orden extendidas o comúnmente descendentes, las de segundo orden extendidas o ligeramente descendentes y las de órdenes superiores ascendentes. **Ramillas** delgadas o medianamente gruesas, lisas, de color café con la base de las brácteas decurrentes. **Catáfilos** subulados-caudados, pronto recurvados de color marrón a café oscuro volviéndose grisáceos al madurar, muy persistentes. **Yemas vegetativas** ovoide-cónicas, agudas, no resinosas de color marrón claro. **Vainas** persistentes, anilladas de color castaño oscuro a grisáceo, de (10–)15–30(–35) mm. **Hojas** agrupadas en fascículos de 5, rara vez de 6 o 7; delgadas, laxas extendidas o algo colgantes de color verde glauco, de (16–)18–30(–32) cm de largo × (0.5–)0.7–1.1(–1.3) mm de ancho. Márgenes uniformes aserrados, con los dientes pequeños y próximos. Líneas estomáticas: con número muy variado entre 3 y 7. **Anatomía foliar:** sección transversal triangular, con dos haces vasculares y con 3 canales resiníferos medios (Figura 23g-h). **Conos polínicos** numerosos, ovoide oblongos a cilíndricos de 10–20 mm × 5–8.5 mm de color púrpura tornándose café oscuro. **Conos ovulados** solitarios o más frecuente en pares o en grupos de 3, prácticamente sésiles con pedúnculos menores a 10 mm, cuando son maduros casi imperceptibles y cuando caen éste queda en la ramilla junto con algunas escamas basales. Son ovoides u ovoide oblongos, ligeramente asimétricos y ligeramente

curvados de la base, de 6—15 × (2.5–)5.5—11 cm cuando abren. Escamas ovulíferas gruesas de color oscuro, con marcas de color más claro donde se encuentran las alas de las semillas. Apófisis muy variada tanto en color como en forma, puede ser aplanada o ligeramente levantada lo cual siempre es más visible de un lado del cono, con quilla transversal poco marcada, de 6—15 × (7–)10—25(–27) mm y entre 3—16 mm de alto con umbo dorsal de coloración grisácea, deprimido o piramidal muy sobresaliente, sin espina, o bien ésta es decidua. **Semillas** oblicuamente ovoides y ligeramente engrosadas de 4.5—7 × 3.5—5(–6) mm, color café oscuro con o sin manchas marrón claro; con alas articuladas, oblicuamente ovoides de 22—30(–37) × 5—8 mm, translucidas de color dorado con líneas café y la base clara (Figura 22). **Cotiledones:** entre 5—7.

Hábitat: en climas y hábitats muy variados, desde los bosques de coníferas templados como bosques de pino, pino-encino; (800–)1200—2950(–3200) metros. Asociado con *Abies religiosa*, *Pinus montezumae*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *P. patula*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus* spp. y *Alnus* spp. Hasta hábitats más áridos como pastizales y matorral xerófilo con *Agave* spp., *Opuntia* spp. y *Salvia* spp.

Distribución: en las altas montañas de Guatemala, Honduras (O) y El Salvador (N). En México es de amplia distribución: Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco (SE), Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Tlaxcala, Veracruz (O) y en Puebla su distribución se extiende prácticamente por todo el estado (Mapa 6).

Usos: maderable: para construcción, carpintería, fabricación de contenedores, cerillos. También se utiliza la pulpa y la resina.

Observaciones: se registró la presencia de conos ovulados en prácticamente todo el año, aunque probablemente inmaduros en los meses octubre y noviembre. Se observaron conos polínicos en los meses de enero y febrero.

En Puebla se distribuye la forma típica, la forma *protuberans* y la variedad *apulcensis*.

Pinus pseudostrobus* var. *pseudostrobus Lindl. Edwards's Bot. Reg. 25: 63. Aug 1839. [Allg. Gartenzeitung 7: 325. 1839].

Tipo: México: Michoacán, Angangueo, *C.T. Hartweg s.n.* (lectotipo P).

Sinónimos: *Pinus angulata* Roetzl, *Pinus coatepecensis* (Martínez) Gausson, *Pinus heteromorpha* Roetzl, *Pinus nubicola* J.P.Perry, *Pinus orizabae* Gordon, *Pinus prasina* Roetzl, *Pinus protuberans* Roetzl, *Pinus protuberans* var. *angulata* (Roetzl) Carrière, *Pinus pseudostrobus* subsp. *coatepecensis* (Martínez) Silba, *Pinus pseudostrobus* var. *estevezii* Martínez, *Pinus pseudostrobus* subsp. *estevezii* (Martínez) Silba, *Pinus pseudostrobus* var. *laubenfelsii* Silba, *Pinus pseudostrobus* subsp. *laubenfelsii* (Silba) Silba, *Pinus pseudostrobus* f. *megacarpus* Loock, *Pinus pseudostrobus* subsp. *nubicola* (J.P. Perry) Silba, *Pinus pseudostrobus* var. *pseudostrobus*, *Pinus pseudostrobus* f. *pseudostrobus*, *Pinus pseudostrobus* subsp. *yecorensis* (Debreczy & I. Rácz) Silba, *Pinus regeliana* Roetzl.

Cono ovulado con apófisis variable en forma y tamaño, por lo regular aplanada o ligeramente levantada, de 4.5—15 × 7—20 mm con quilla transversal y con umbo dorsal aplanado de 3—11 mm de alto (Figura 22o).

Distribución: en Guatemala, Honduras (O), El Salvador (N) y en México en: Chiapas, Coahuila (SE), Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla (Mapa 6), Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz (O).

Categoría de conservación:

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Barranca la era, Tetela de Ocampo, 07-sep-10, *DIAAPROY S.A DE C.V 58357* (MEXU). La Cabaña, Tetela de Ocampo, 06-sep-2010, *DIAAPROY S.A DE C.V 58103* (MEXU). R. Maravillas, Xochitlan de Vicente Suarez, 01-sep-2010, *DIAAPROY S.A DE C.V* (MEXU). La Reforma, Chilichotla, 21-ago-2010, *DIAAPROY S.A. de C.V. 61648* (MEXU). Northeast of Azumbilla on east side of highway 150, 15-Feb-2009, *Gernandt 994* (MEXU). Huauchinango: Hidroeléctrica de Tezcapa, 02-oct-2007, *Contreras 9132* (HUAP). Tecoloquillo, Chignahuapan, 10-jul-2006, *Olguin 6* (CHAP). 7km al NE de Zacatlán, Zacatlán, 8-may-2002, *Miranda 1261* (CHAP). Hwy 140, 8 km southeast of Soltepec, 2 km south of hwy 140 turnoff to Soltepec, 4-dec-1999, *Gernandt & Ortiz 7499* (MEXU). Zacatlán, Loc. 2 km por el camino a San Miguel Tenango, 21-nov-1998, *Contreras 6601* (HUAP, MEXU). Zacatlan: Loc. Rancho Santa Teresa, 10-nov-1998, *Contreras 6332* (HUAP, MEXU). Tepetzintla: Rio Zezehuilco, 02-jun-1998, *Contreras 5107* (HUAP, MEXU). 4 km S of Nicolas Bravo, close to the road running S from Azumbilla to Vicente Guerrero in the N fringes of the Sierra Zongolica, 13-nov-1993, *Hughes 1798* (MEXU). On slopes above the small village of San Pedro Chapulco San Pedro Chapulco which lies on the road running north-east from Tehuacan towards Orizaba, about 18 km from Tehuacan, 20-mar-1989, *Hughes, Lewis y Contreras 1322* (MEXU). Tilapa, 9 km al E de Tetela, 30-jun-1987, *Toriz, Campos y Tenorio 525* (MEXU). Tilapa, 9 km al S de Tetela De Ocampo, 30-jun-1987, *Tenorio, Campos y Toriz. 13761* (MEXU). Loc. Puente Tecuicuilco 5 km, al SW de Huahuastla, 13-

jun-1985, *Tenorio y Romero 9034* (MEXU). Carretera a Tiosixtle, Mpio. de Vicente Guerrero, 09-may-1985, *Avila 48* (INIF). 2 km al SO de Pahuatlán, sobre el camino a Honey, 29-oct-1983, *Lott y Wendt P-165* (CHAPA, MEXU). 7 km al norte de Tetela de Ocampo, rumbo a Cuautempan, 27-abr-1983, *Gausin, Colin y Simon 213* (INIF). 3.5 km de la desviación de Zacatlan a San Miguel Tenango, 26-abr-1983, *Colin y Simon 213* (INIF). Sobre la vega de la presa del río Apulco, 11-ago-1982, *Simon 122* (INIF). V. Guerrero (Santa María del Monte). San Bernardino La Laguna, sobre terracería Azumbilla-V. Guerrero. 27-ene-1982, *Lott y Wendt P-133* (MEXU). En el Potrero Ruíz al N del Volcán de Pizarro, 03-ago-1978, *Calzada, Lozano & Martínez 4685* (MEXU). En el potrero Ruíz, al N del Volcán de Pizarro, 03-ago-1978, *Calzada, Lozano & Martínez 4652* (MEXU) Campo Experimental Forestal, "San Juan Tetla", 26-mar-1976, *Galván s.n.* (INIF, MEXU). Zacapoaxtla Cuetzalan, 24-ene-1973, *Boege 2694* (MEXU). Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla" (Paraje Zacateotlalpán) Mpio. Chiautzingo, 02-dic-1972, *Boyás 403* (INIF, MEXU). Apulco, 30-oct-1971, *Boege 2019* (MEXU). Tetela de Ocampo, 10-sep-1970, *May 3327* (INIF). Cuyoaco. Carr. Oriental-Zacapoaxtla, 11-ene-1970, *Boege 1330* (MEXU). Rancho Viejo, carretera Beristain-Zacatlan, 24-nov-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Beristain, 22-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF). Paraje Huitonco, km 7 carretera Zacapoaxta-Cuetzalan, 27-abr-1960, *Madrigal s.n.* (INIF). Km. 19 de la carretera Zacapoaxtla-Cuetzalan, 26-abr-1960, *Madrigal s.n.* (INIF) Between Acatzingo and El Seco, 10-oct-1944, *Sharp 441312* (MEXU).

Pinus pseudostrobus* fo. *protuberans Martínez Los Pinos Mexicanos (ed. 2) 192, t. 154. 1948.

Tipo: México: Distrito Federal: Eslava, jun 1940, *M. Martínez 3431* (MEXU).

Sinónimo: *Pinus pseudostrobus* subsp. *protuberans* (Martínez) Silba.

Cono ovulado con apófisis aplanada o ligeramente elevada de 11—15 × 16—17 mm con umbo dorsal prominente de 6.5—9.8 mm de alto (Figura 22o).

Distribución: forma restringida a México: en Distrito Federal, Estado de México, Jalisco (S), Michoacán, Morelos, Puebla (Mapa 6) y una localidad en Oaxaca.

Categoría de conservación

IUCN: ND

Ejemplares examinados: México. Puebla: Loc. Lagunas de San Bernardino, 04-abr-2006, *Acosta 2950* (MEXU). Loc. 60 km de la carretera federal México-Puebla, 08-nov-1979. *Botello s.n.* (CHAP).

Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis (Lindl.) Shaw, [Pines México] Publ. Arnold Arbor, 1: 19, t. 12, f. 6-8. 1909. *Pinus apulcensis* Lindl., Edwards's Bot. Reg. 25:63. Aug 1839. [Allg. Gartenzeitung 7: 325. 1839]

Tipo: México: Apulco, Hidalgo, *C.T. Hartweg s.n.*

Sinónimos: *Pinus apulcensis* Lindl., *Pinus oaxacana* Mirov., *Pinus oaxacana* var. *diversiformis* Debreczy & I. Rácz, *Pinus pseudostrobus* subsp. *apulcensis* (Lindl.) Stead, *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* (Mirov) S.G. Harrison, *Pinus pseudostrobus* subsp. *oaxacana* (Mirov) Silba.

Cono ovulado con apófisis variable pero frecuentemente prominente, de 5—17 × 10—26 mm, con umbo el dorsal prominente y/o elongado de 5—16.5 mm de alto (Figura 22o).

Distribución: en las altas montañas de Guatemala, y al N de el Salvador. En México está restringida parcialmente a la parte centro y sur del país, en los estados de: Chiapas, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla (Mapa 6), Tlaxcala y Veracruz (O).

Observaciones y comentarios taxonómicos: En las ramillas jóvenes se suele apreciar una coloración azul-liliáceo entre los fascículos (Figura 22). Los conos por lo general suelen ser oblongos, aunque se colectó un ejemplar en el que más bien son oblicuos.

Pinus pseudostrobus ha sido una de las especies más controversiales debido a la cantidad de variedades que han sido descritas (Martínez, 1963; Perry, 1991). A pesar de que actualmente sólo es considerada como válida la variedad *apulcensis* (Farjon, 2010; Eckenwalder, 2009), una de las variables morfológicas más evidentes que se presenta son las escamas ovulíferas, más específicamente en el umbo. Martínez (1963) describió la variedad *oaxacana* y él la diferencia de *apulcensis* por presentar el umbo con una cúspide muy prominente. Dicha característica se logró apreciar claramente en algunos ejemplares examinados. Sería interesante revisar a detalle éste carácter en ejemplares de otras entidades y considerar la viabilidad de reconsiderar la validez la variedad *oaxacana*.

Categoría de conservación

IUCN: LC

Ejemplares examinados: **México. Puebla:** Mpio. Xiutetelco. Por el camino que va de Perote, Ver. a los Humeros, a 3.5 km de Maxtaloya, 14-jun-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 73* (MEXU). Mpio. Tepeyahualco. Por el camino que va de Perote, Ver. a los Humeros, a 3.5 km de los Humeros, 14-jun-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 71,72* (MEXU). Mpio. Esperanza. Loc. a 1.8 km del poblado, 30-may-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 69* (MEXU). Mpio. Guadalupe Victoria. Loc. Canoítas, 31-ene-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & López-Reyes 51* (MEXU). Coyomeapan, Cuitzala, 03-oct-2014, *Santos-Vázquez s.n.* (MEXU). Coyomeapan, Cuitzala, 03-oct-2014, *Santos-Vázquez s.n.* (MEXU). Mpio. Nopalucan. Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 21-sep-2014, *Ramos-Dorantes, Santos Vázquez & Ramos Pérez 49* (MEXU). Mpio.

Nopalucan. Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 25-jul-14, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 44* (MEXU). Mpio. Tianguismanalco. Por el camino Metepec-San Baltazar Atlimeyaya, 22-jul-14, *Ramos-Dorantes, Santos-Vázquez & Ramos-Pérez 39* (MEXU). Mpio. Huauchinango. Por la carretera para Nopala y Naupan, entre Xolango y Huilacapixtla, 28-jun-14, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Wofford 37* (MEXU). Mpio. Juan Galindo. Loc. Tecacalango, Nuevo Necaxa por la carretera México-Tuxpan, 28-jun-14, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Wofford 36* (MEXU). Mpio. Teziutlán, 14-Apr-2014, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 25* (MEXU). Mpio. Coxcatlan. Pala, 2.4 km hacia Santa María Coyomeapan, 04-mar-14, *Fonseca et al. 3882* (MEXU). Mpio de Ajalpan. 10.1 km de San Luis del Pino, camino a San Antonio Cañada, 04-mar-2014, *Fonseca et al. 3880* (MEXU). Mpio. de Ajalpan. O de San Luis del Pino camino a San Antonio Cañada, 04-mar-2014, *Fonseca et al. 3878* (MEXU). Mpio. Nicolás Bravo. 10 km al S de Nicolás Bravo, camino maderero, 03-mar-2014, *Fonseca et al. 3873* (MEXU). Mpio. Cañada Morelos. 300 m delante del entronque a San José Ixtapa, carretera a Cañada Morelos, 03-mar-14, *Fonseca et al. 3868* (MEXU). Mpio. Soltepec: between San Mateo and Soltepec, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres 22* (MEXU). Mpio. Acatzingo: near San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres 19* (MEXU). Mpio. Acatzingo: near San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres 17* (MEXU). Mpio. General Felipe Ángeles: Hwy 140, between Acatzingo and San Salvador el Seco, 22-Feb-2014, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Torres 12* (MEXU). Quecholac, 1.5 km al Oriente de Santa Catarina Villanueva, 20-ene-2014, *Caamaño y Coombes 4407* (HUAP). Ocoyucan: Barranca a 1 km al S de Santiago Coltzingo, 15-mar-2012, *Caamaño 1091* (HUAP). Barranca la era, Tetela de Ocampo, 07-sep-2010, *DIAAPROY S.A DE C.V 58357* (MEXU). Morelos, Zacapoaxtla, 03-sep-10, *DIAPROY S.A de C.V 58610* (MEXU). San Felipe, Nicolás Bravo, 20-ago-2010, *DIAPROY S. A de C.V* (MEXU). Nicolás Bravo: Santa Ana, 09-feb-2010, *de Gante 459* (HUAP). Coyomeapan: Cuitzala, 12-ene-2010, *de Gante 330* (HUAP). Aljojuca: Cerro de las Víboras, al E del poblado de Aljojuca, 03-dic-2004, *Contreras 8259* (HUAP). Aljojuca: Ocotál, paraje al SE del poblado de Aljojuca, 26-nov-2004, *Contreras 8219* (HUAP). Lado sur de la presa Necaxa, Huauchinango, 25-abr-2002, *Miranda 1210* (CHAP). Cerro Tres Mogotes, 7 km al SO de San José Ixtapa, Cañada Morelos. Reserva de la Biosfera Tehuacán Cuicatlán, subregión Filo de Tierra Colorada, 15-sep-2001, *Vargas s.n.* (CHAP). Northeastern slopes of Cerro Alto, about 5 km N of village of Oriental toward San Antonio Virreyes, 10-feb-1994, *Debreczy 37484 b* (MEXU). 4 km S of Nicolas Bravo, close to the running S from Azumbilla to Vicente Guerrero in the N fringes of the Sierra Zongolica, 13-nov-1993, *Hughes 1798* (MEXU). Nicolás Bravo, 07-may-1985, *Avila y de Leon 43* (INIF). Camino a Azumbilla, hacia Tehuacán 25-abr-1985, *Avila 38* (INIF). Ejido Santa María Ixtiyuca, Grajales, 19-nov-1983, *Honorato s.n.* (CHAP, MEXU). Cerro Pinto 10 km de Oriental (Ilanuras de Perote), oct-1983, *Rodríguez 126* (MEXU). Paraje Tepetizintla al norte de Tiamanaca, Municipio de Zacatlán, 28-abr-1983, *Gausin, Colin y Simon 214* (INIF). 3.5 km de la desviación de Zacatlan a San Miguel Tenango, 26-abr-1983, *Colin y Simon 213* (INIF). Vicente Guerrero (Santa María del Monte) San Bernardino la Laguna sobre terracería Azumbilla-V. Guerrero, 01-ene-1982, *Lott y Wendt P-133* (CHAPA, ENCB, MEXU). 5 km al S de Bernardino Lagunas, Nicolás Bravo, 12-ago-1978, *Piña 136* (ENCB). Cerro Pinto, Tepeyahualco, 19-jun-1978, *Martínez & Lozano 773* (ENCB). Ocote Pachón, municipio de Nicola Bravo (San Felipe de las maderas), 20-oct-1977, *Treviño s.n.* (INIF). Faldas del cerro las derrumbadas, Zacatepec, 29-sep-1977, *Vázquez & Chazaro 696* (ENCB). Tepeaca: 1 km al S de Carpinteros, 3-ene-1974, *Magaña 990* (MEXU). Tetela de Ocampo, 10-sep-1970, *May 3328* (INIF). Tetela de Ocampo, 10-sep-1970, *May 3328* (INIF). Entre Tateno y Cuyoaco, 25-oct-1962, *Vela 1078* (ENCB). Above Coxcatlan between Apala and the top of the Cerro Chichiltepec, 17-July-1961, *Smith, Paterson & Tejeda 3850* (MEXU). Tecamachalco, ene-1961, *Vázquez s.n.* (INIF). Necaxa, 16-mar-1960, *Madrigal s.n.* (INIF).



Figura 22. *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*: a. Hábito, b. Corteza, c. Copa con conos, d. Ramilla madura, e. Ramilla joven y vainas de los fascículos, f. Ramilla con la base de las brácteas decurrentes, g. Hojas, h. Cono ovulado maduro. i. Conos ovulados inmaduros, j. Lado abaxial de una hoja: se aprecian seis líneas estomáticas, k. Lado adaxial: se aprecian los márgenes aserrados con dientes pequeños y próximos, l. Conos polínicos inmaduros, m. Cono polínico maduro, n. Semillas, o. Variantes en la apófisis: 1 Apófisis de la especie “típica”, 2 forma *protuberans*, 3-6 diferentes tipos de apófisis y umbos que se presentan en la variedad *apulcensis*, p. Escamas basales de un cono adheridas a la rama.

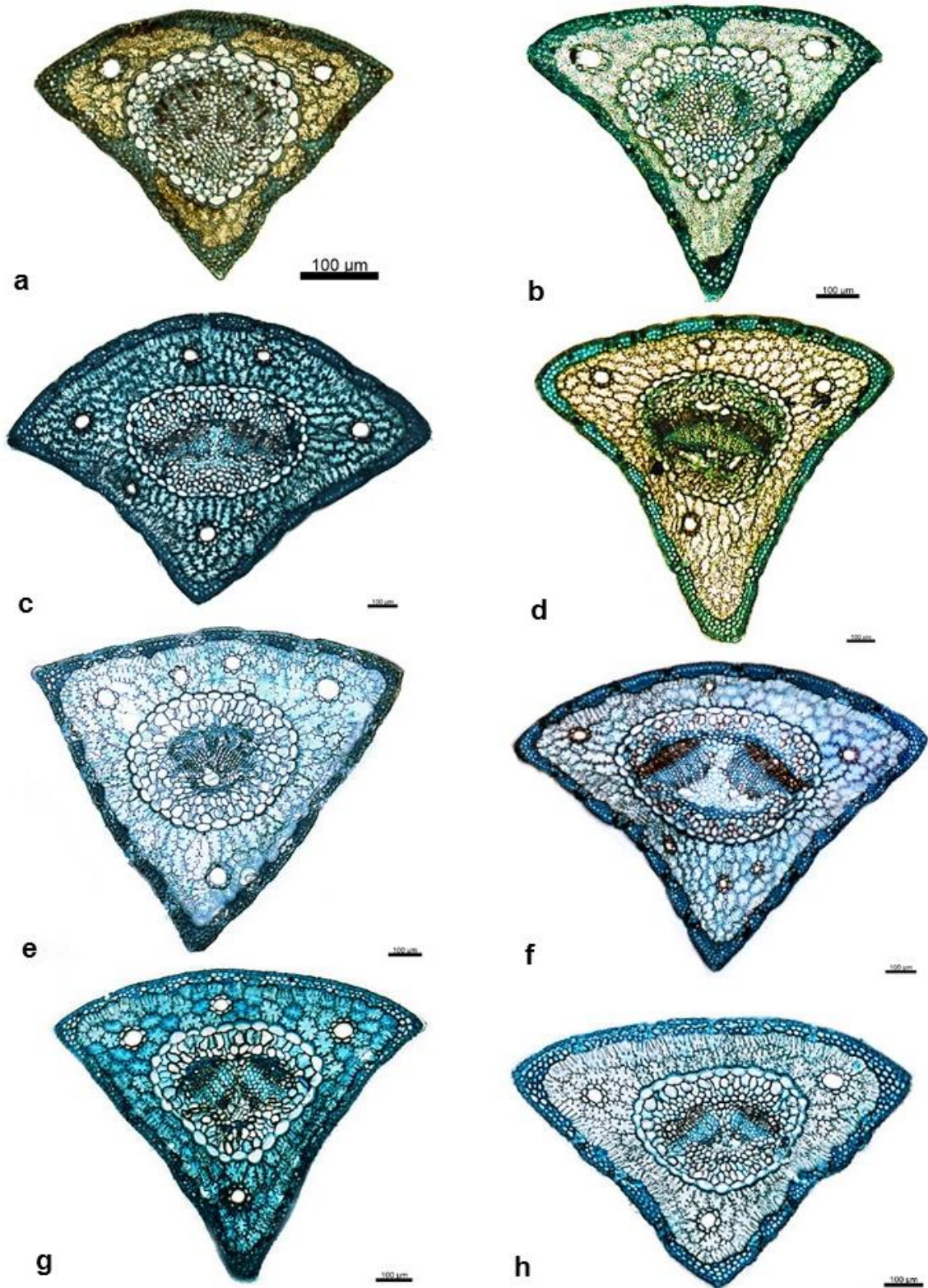
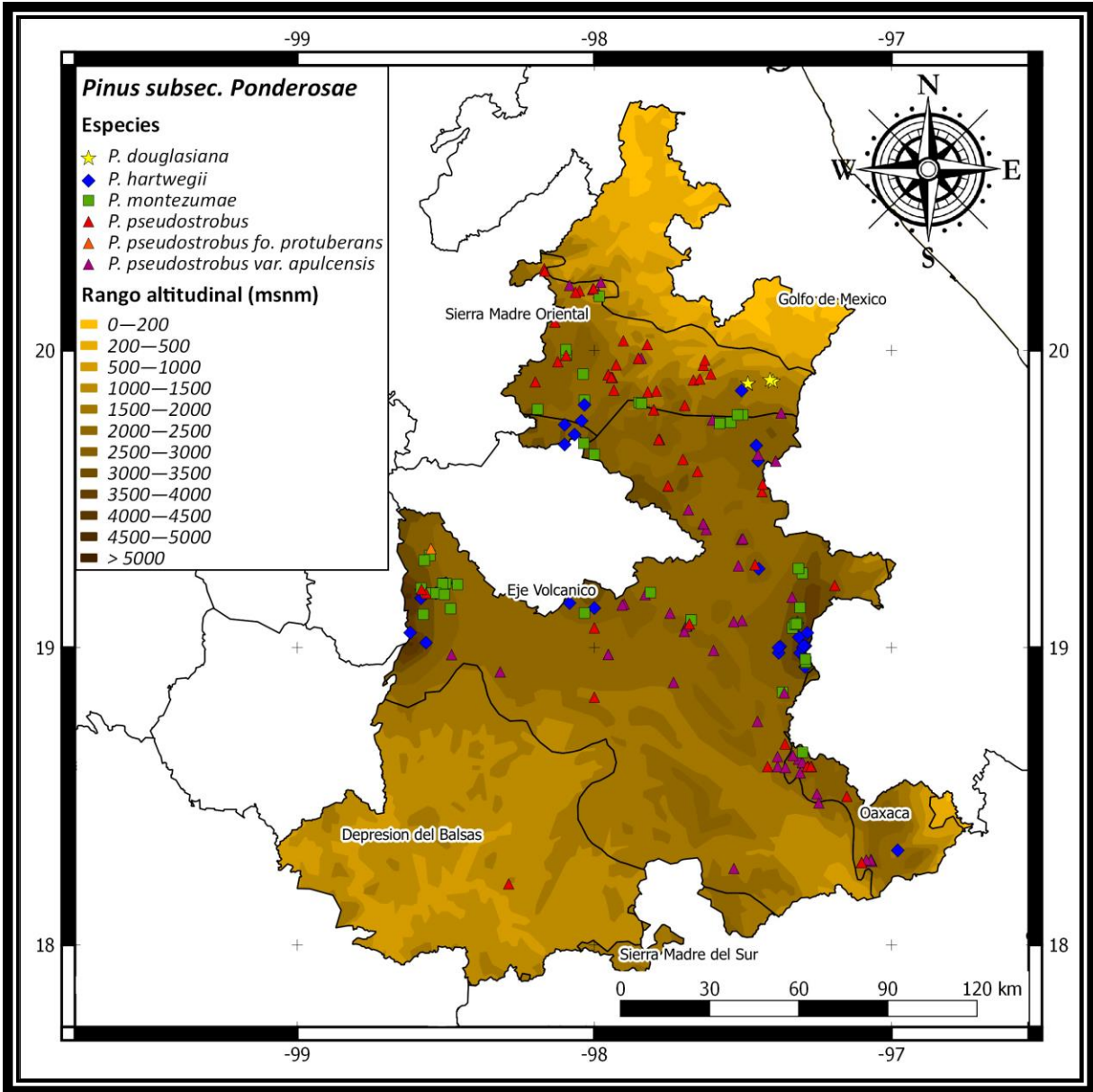


Figura 23. Secciones transversales de hojas de *Pinus* subsección *Ponderosae*: a-b *Pinus douglasiana* (Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 29,31), c-d *Pinus hartwegii* (Ramos-Dorantes et al. 60, 62), e-f *Pinus montezumae* (Ramos-Dorantes et al. 50, 65), g-h *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* (Ramos-Dorantes et al. 39, 51).



Mapa 6. Distribución de las especies de *Pinus* subsección *Ponderosae* (subgénero *Pinus*) en el estado.

Abies religiosa (Kunth) Schltld. & Cham., *Linnea* 5: 77. 1830. *Pinus religiosa* Kunth, in Humboldt et al. *Nov. Gen. Sp. Pl.* 2(5): 5. 1817

Tipo: México: Guerrero, *F.W.H.A. von Humboldt & A.J.A Bonpland s.n.* (holotipo P).

Sinónimos: *Abies colimensis* Rushforth & Narave, *Abies glauca* Roezl ex Gordon, *Abies glaucescens* Roezl, *Abies hirtella* (Kunth) Lindl., *Abies tlapalcatuda* Roezl, *Picea glaucescens* (Roezl) Gordon, *Picea hirtella* (Kunth) Loudon, *Picea religiosa* (Kunth) Loudon, *Pinus hirtella* Kunth, *Pinus religiosa* Kunth, *Abies religiosa* subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba, *Abies religiosa* var. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba, *Abies religiosa* subsp. *glaucescens* (Roezl) Silba, *Abies religiosa* var. *glaucescens* Carrière, *Abies religiosa* var. *hirtella* (Kunth) Carrière, *Abies religiosa* var. *lindleyana* Carrière, *Abies religiosa* subsp. *perotensis* (Silba) Silba, *Abies religiosa* var. *perotensis* Silba, *Abies religiosa* subsp. *religiosa*, *Pinus religiosa* var. *minor* Parl.

Etimología: hace referencia al tradicional significado religioso de éste árbol para las personas de México y Guatemala. Aunque también podría hacer referencia a la disposición en forma de cruz de las ramillas.

Nombre común: Abeto, Oyamel; en otros lugares: Xolocotl, *Acshoyaltl*, *Ueyomel*, *Thúcum* (tarasco), *Bansú* (otomí). En inglés: Sacred fir, Oyamel fir.

Árbol de hasta 50 m de altura, tronco monopódico, recto de más de 1 m de d.a.p.; corona piramidal. Corteza escamosa con fisuras profundas y placas pequeñas e irregulares de color café grisáceo. **Ramas:** las de primer orden extendidas horizontalmente, las de segundo orden son extendidas horizontalmente o ligeramente ascendentes y las de órdenes superiores son ascendentes. **Ramillas** delgadas y lisas, firmes, de color marrón a púrpura grisáceo, con cicatrices circulares de color gris claro. **Yemas vegetativas** pequeñas, globulares ovoides y cubiertas de resina. **Hojas** alternas, dispuestas helicoidalmente, lineares, subdísticas y torcidas de la base; con el ápice mayormente agudo y en menor frecuencia obtuso o redondeado; presentan una hendidura longitudinal en el lado abaxial de la hoja la cual se desvanece cerca del ápice. Son de color verde oscuro brillante y el lado adaxial glauco, de (11–)19–30(–33) mm de largo × 1.3–1.9 mm de ancho. Márgenes lisos. Líneas estomáticas abaxiales ausentes o en muy raras ocasiones se presentan entre 2 y 4 hileras, en el lado adaxial se aprecian abundantes hileras (de 5–9) en cada lado. **Anatomía foliar:** sección transversal avicular o casi elíptica con una a dos hileras de células de tejido empalizada en el

lado abaxial de la hoja y en el centro se aprecian dos haces vasculares y en la parte adaxial de la hoja se encuentran dos canales resiníferos situados muy próximos a la subepidermis (Figura 26a-c). **Conos polínicos** laterales, cilíndricos, ligeramente péndulos de 10—15 × 4—5.2 mm, de color marrón oscuro, volviéndose color púrpura muy oscuro al madurar. Polen color amarillo. **Conos ovulados** en las ramillas más altas de la cima del árbol, solitarios, erectos, casi sésiles o si presentan pedúnculo es muy reducido, menor a 10 mm; son ovoide-oblongos o cilíndricos de (6–)10—12 × 4—5.5 cm. Presentan un raquis leñoso persistente sobre el cual están dispuestas las escamas ovulíferas que una vez maduras se desprenden. Escamas ovulíferas delgadas, cuneadas de (16–) 20—30.5 × (18–)22—30 mm, con el ápice redondeado entero y en algunas ocasiones curvado hacia adentro y base pedicelada. Brácteas linear-espatuladas, exertas y reflejadas sobresaliendo (4.5–)6—9 mm con punta triangular y aguda. **Semillas** cuneado-oblongas de 7—10 × 3—4.5 mm de color marrón, resinosas y aromáticas, con un ala que envuelve a la semilla, con el ápice ensanchado de 16—24 × 7—12 mm de color café claro brillante (Figura 24). **Cotiledones:** no se observaron.

Hábitat: en bosque de oyamel, pino-oyamel, pino-encino; (2225–)2450—3530(–4100) metros. En asociación con *Pinus ayacahuite*, *P. hartwegii*, *P. teocote* y *Quercus* spp.

Distribución: en el centro y sur de México hasta el oeste de Guatemala. México: en Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla (Mapa 7), Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz.

Observaciones: se registró la presencia de conos ovulados en los meses de diciembre a marzo y en septiembre, conos polínicos en los meses de febrero, abril a mayo y septiembre. La forma y anatomía de las hojas es diferente dependiendo de si la rama es estéril o fértil (Martínez, 1963). En un individuo se apreció una coloración rosada en la parte superior del ala de la semilla.

Las brácteas de *Abies religiosa* se caracterizan por ser exertas, y a pesar de que se colectó un ejemplar que en un principio pareció ser una especie diferente por presentar bráctea ligeramente inclusa, o contrario a ello, en otro ejemplar ésta parecía estar demasiado exerta (Figura 24i). Sin embargo, Martínez (1963) menciona que el tamaño de ésta podría variar dependiendo si la escama ovulífera es o no madura y si esta pertenece a la base, al ápice o a la parte central del cono. Por ello resulta importante revisar ejemplares de conos ovulados maduros.

Usos: maderable, combustible, ceremonial, medicinal y ornato.

Categoría de conservación

IUCN: LC

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Tepeyahualco. Por el camino que va de Perote, Ver. a los Humeros, a 3.5 km de los Humeros 14-jun-2015, *Ramos-Dorantes & Santos-Vázquez 70* (MEXU). Mpio. Atzitzintla Loc. 2 km aprox. Al norte de Texmalaquilla, 7-feb-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & Burge 57* (MEXU). Mpio. Lafragua. Loc. Entre Cuauhtémoc y Apizaquito, 31-ene-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & López-Reyes 55* (MEXU). Nopalucan, Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 21-sept-2014, *Ramos-Dorantes, Santos-Vázquez & Ramos-Pérez 47* (MEXU). Nopalucan, Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 21-sept-2014, *Ramos-Dorantes, Santos-Vázquez & Ramos-Pérez 46* (MEXU). Nopalucan, Loc. Rincón Citlaltepétl, Cerro el Pinal, 21-sept-2014, *Ramos-Dorantes, Santos-Vázquez & Ramos-Pérez 45* (MEXU). Tlachichuca: Carretera entre San Miguel Zoapan y Miguel Hidalgo, 16-may-2013, *Caamaño y Coombes 2552* (HUAP). Atzitzintla: Carretera hacia Observatorio, 3km delante de Texmalaquilla, 13-mar-2013, *Caamaño y Coombes 2179* (HUAP). Amozoc de Mota: Los Oyameles, La Malinche, 01-sep-1990, *Carreto 430* (HUAP). Tlamililalpa, por el lado Poniente de San Pedro Yancuictlalpan, *Tlapa y Ubierna 617* (MEXU). San Nicolás de los Ranchos: Cañada chica lado poniente San Pedro Yancuictlalpan, *Tlapa y Ubierna 617* (HUAP). Camino a Paso de Cortez, por el lado Poniente de Santiago Xalitzintla, 15-sep-1987, *Tlapa y Ubierna 476* (MEXU). San Nicolás de los Ranchos: Villa Turística Buen Vista, Santiago Xalitzintla, 08-sep-1987, *Tlapa y Ubierna 344* (HUAP, MEXU). 8 o 9 km al N de Tlaxco, al sur del cerro La Paila, 24-feb-1987, *Chimal et al. 14* (MEXU). Tepatlaxco: Cañada Rumbo a la Malinche a partir de San Juan Tepulco, *Rodríguez 143* (HUAP). San Juan Tepulco: Rumbo a la malinche por san Juan Tepulco, por la cañada, 10-abr-1986, *Rodríguez 65* (HUAP). 4 km al N de San Miguel Canoa rumbo a La Malinche, 02-abr-1986, *Rodríguez 13* (HUAP). 12 km al NE de Tlachichuca, 23-abr-1980, *Calzada 5910* (MEXU). Upper S slopes of Pico de Orizaba, Volcán Citlaltépétl, just above Texmalaquilla, a village 10 km by dirt road NE of paved Hwy 144, 04-jul-1978, *Diggs et al. 2066* (ENCB). Macolxochitl, San Nicolás de los Ranchos, 26-sep-1973, *Boyás 29* (INIF). Campo Experimental San Juan Tetla, 21-abr-1966, *May 1589* (INIF). Vertiente E del Iztaccíhuatl, Campo Forestal Experimental San Juan Tetla, 20-abr-1966, *May 1511* (ENCB, INIF). San Miguel, Zaragoza, 24-mar-1963, *Vela s.n.* (INIF). Las Mesas, Aquixtla, 23-oct-1962, *Vela 1040* (INIF, ENCB). Cienega Larga, entre Zacatlán y Tlaxco, Tlax., 26-nov-1960, *Madrigal y Pérez s.n.* (INIF, ENCB).



Figura 24. *Abies religiosa*: a. Hábito, b. Corteza, c. Ramas superiores con conos, d. Ramilla, e. Yemas vegetativas, f. Sección transversal de un cono ovulado exponiendo el arreglo de semillas, g. Cono ovulado maduro, h. Disposición de las hojas en la ramilla, i. Cono ovulado cerrado, j. Escamas ovulíferas, k. Lado abaxial de la hoja, l. Lado adaxial de la hoja mostrando siete hileras estomáticas, m. Vista de la hoja entera, n. Semillas, o. Conos polínicos, p. Ampliación de un cono polínico en el que se pueden apreciar los granos de polen.

Abies hickelii Flous & Gaussen Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 64: 24–30, f. 1–8. 1932.

Tipo: México: Oaxaca: 1650 m, 1900, *Conzatti s.n.* (Holotipo: LY)

Sinónimos: *Abies hickelii* var. *hickelii*, *Abies hickelii* var. *macrocarpa*, *Abies oaxacana*.

Etimología: la especie fue nombrada por el botánico y dendrólogo francés R. Hickel.

Nombres comunes: Oyamel, Pinabete, Oyamel de Juárez. En inglés: Hickel's fir.

Árbol de 25-30 metros. **Ramillas** color marrón estriada y acanalada entre las hojas con cicatrices de las hojas ovadas a circulares pequeñas. **Yemas vegetativas** globulosas y resinosas. **Hojas** rectas y rígidas, dispuestas en espiral de (1.6–)1.8–2.5 cm de largo × 1.3–1.8 mm de ancho, con la base torcida o curvada y el ápice emarginado. Márgenes lisos. Líneas estomáticas numerosas aunque sólo en el envés de la hoja, de 7–10 líneas en cada lado aunque se observó una con 5. **Anatomía foliar:** sección transversal avicular con dos haces vasculares en el centro y con ocho canales resiníferos distribuidos por toda la subepidermis o incluso en el tejido empalizada (Figura 26d). **Cono ovulado** cilíndrico-oblongo de 10 × 5 cm. Escamas ovulíferas anchamente cuneadas de 27 × 21 mm, bráctea oval acuminada con el borde finamente aserrado sobresaliendo ligeramente de 5–6 mm. **Semillas** triangulares de 8.3–8.7 × 3.3–84.4 mm con ala auriculada con uno de los lados ligeramente truncado de 14–15 × 9.5–10 mm de color amarillo-anaranjado brillante la cual envuelve a la semilla (Figura 25).

Hábitat: en bosque de coníferas asociado con *Pinus teocote*, *P. pseudostrobus* y *Quercus* spp. De 2500–2700 m.

Distribución: especie endémica de México, en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla (Mapa 7) y Veracruz.

Usos: no reportado.

Categoría de conservación:

NOM-059: en peligro (P)

IUCN: EN (B2ab(ii,iii,v))

Ejemplar examinado: México. Puebla: Cerro el Tintero, 5 km al norte de Santa Isabel Tepetzala, Acajete, 27-oct-2006, Torres s.n. (CHAP).

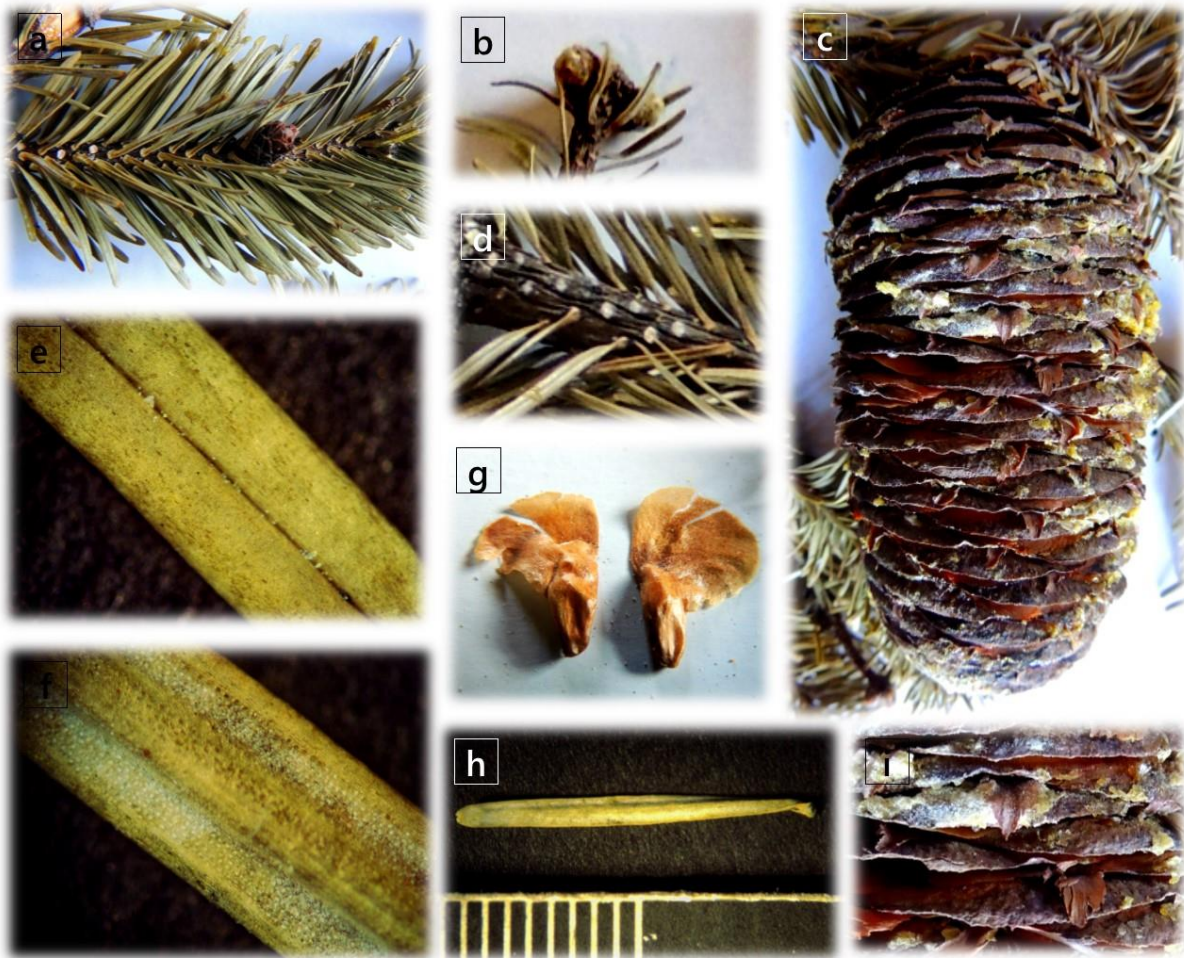


Figura 25. *Abies hickelii*: a. Disposición de las hojas en la ramilla, b. Yemas vegetativas, c. Cono ovulado, d. Ramilla, e. Lado abaxial de la hoja, f. Lado adaxial de la hoja mostrando seis líneas estomáticas en cada lado, g. Semillas, h. Hoja, i. Detalle de la escama ovulífera y la bráctea.

Pseudotsuga menziesii* var. *glauca (Mayr) Franco *Bol. Soc. Brot.* 24: 77. 1950.

Tipo: No asignado.

Sinónimos: *Abies lindleyana* A. Murray bis, *Pseudotsuga caesia* Flous, *Pseudotsuga douglasii* (Sabine ex D. Don) Carrière, *Pseudotsuga douglasii* var. *caesia* Schwer., *Pseudotsuga douglasii* var. *glauca* (Beissn. in Jager & Beissn.) Mayr, *Pseudotsuga flahaultii* Flous, *Pseudotsuga glauca* (Beissn., in Jager & Beissn.) Mayr., *Pseudotsuga glauca* var. *caesia* (Schwer.) Fitch in Beissn., *Pseudotsuga glaucescens* Carrière, *Pseudotsuga globulosa* Flous, *Pseudotsuga guinieri* Flous, *Pseudotsuga guinieri* var. *mediostrobis* Flous, *Pseudotsuga guinieri* var. *parvistrobis* Flous, *Pseudotsuga lindleyana* (Roezl) Carrière, *Pseudotsuga macrolepis* Flous, *Pseudotsuga menziesii* subsp. *glauca* (Beissn. in Jager & Beissn.) A.E. Murray, *Pseudotsuga menziesii* var. *caesia* (Schwer.) Franco, *Pseudotsuga menziesii* var. *flahaultii* (Flous) Silba, *Pseudotsuga menziesii* var. *oaxacana* Debreczy & I. Rácz, *Pseudotsuga merrillii* Flous, *Pseudotsuga rehderi* Flous, *Pseudotsuga taxifolia* subsp. *caesia* (Schwer.) Asch. & Graebn., *Pseudotsuga taxifolia* subsp. *glauca* (Beissn. in Jager & Beissn.) Schwer., *Pseudotsuga taxifolia* var. *brevifolia* Sudw., *Pseudotsuga taxifolia* var. *glauca* Sudw., *Pseudotsuga taxifolia* subsp. *glaucescens* (Carrière) Schwer., *Tsuga douglasii* Lindl., *Tsuga douglasii* var. *glauca* (Beissn. in Jager & Beissn.), *Tsuga lindleyana* Roezl.

Etimología: la especie fue nombrada en honor a Archibald Menzies, quien navegó con George Vancouver a lo largo de la costa oeste de Norte América en 1794.

Nombres comunes: Pinabete, Pino Real Colorado. En inglés: Rocky Mountain Douglas-fir.

Árbol de hasta 40 m de altura, tronco monopódico de hasta 50 cm de d.a.p.: corona cilíndrica a irregular. Corteza áspera de color grisáceo dividida en placas irregulares y con fisuras largas y profundas. **Ramas:** las de primer orden extendidas horizontalmente o mayormente curvadas hacia abajo, las de segundo orden extendidas horizontalmente y las de órdenes superiores extendidas o ligeramente ascendentes. **Ramillas** delgadas, frágiles y glabras de color grisáceo, con cicatrices circulares pequeñas más o menos prominentes. **Yemas vegetativas** cónico-ovoides no resinosas de 8—10 mm de largo, con las brácteas triangulares y de color marrón brillante a rojizas. **Hojas** lineares y aplanadas, dispuestas más o menos radialmente de color verde claro, glauco en el lado adaxial, de (1.3–)1.5—2.2 cm de largo × (0.6–)1.1—1.6 mm de ancho, más o menos pecioladas y con la base ligeramente torcida y el ápice obtuso o agudo, y tienen un hendidura longitudinal en el lado abaxial y una cresta ligeramente en el

lado adaxial. Márgenes lisos. Líneas estomáticas sólo en el lado adaxial, entre 4—7 hileras en cada lado de la cresta. **Anatomía foliar:** sección transversal elíptica semi avicular con la hendidura y la cresta ligeramente marcada, de dos a tres hileras de células de tejido en empalizada debajo de la epidermis, el tejido lagunoso presenta de manera característica idioblastos, se aprecia un solo haz vascular y dos canales resiníferos en la subepidermis (Figura 26e). **Conos polínicos** cilíndricos, ligeramente péndulos, grisáceos al madurar. **Conos ovulados** solitarios, colgantes, con pedúnculos deciduos de 7—9 mm, ovoides a largamente ovoides de 3.5—5.5 × 2—4 cm cuando abren. Escamas ovulíferas subrómicas, convexas, de (10—)12—18 × 17—20 mm de ancho, coriáceas de color marrón oscuro y estrías tenues. Las brácteas son liguladas y sobresalen de (8—)10—14 mm de la escama, tienen el ápice trilobado, de los cuales el de en medio es largo y con ápice agudo de 3—5 mm, usualmente se curvan hacia la base del cono. **Semillas** triangular-ovoides de 5—6.5 × 2.5—3.5 mm color café oscuro las cuáles están incluidas por un ala translúcida de 11—13 × 3—5.5 mm de color café claro. (Figura 27). **Cotiledones:** mayormente entre 6 y 7 aunque se observaron plántulas con 5 y 8.

Hábitat: en bosque de pino y *Pseudotsuga*, comúnmente en cañadas; 2300—3180 metros. Asociado con *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. teocote* y *Abies religiosa*.

Distribución: al oeste de Norte América: desde la Columbia Británica hasta el centro de México en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Hidalgo, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. En Puebla hay dos lugares con poblaciones pequeñas (Mapa 7).

Usos: no reportado.

Observaciones: se registró la presencia de conos ovulados en los meses de agosto a octubre y en enero. En el municipio de Lafragua los ejemplares son muy escasos.

Categoría de conservación:

NOM-059: sujeta a protección especial (Pr)

IUCN: *Pseudotsuga menziesii*: LC.

Ejemplares examinados: México. Puebla: Mpio. Lafragua. Loc. Entre Cuauhtémoc y Apizaquito, 31-ene-2015, *Ramos-Dorantes, Gernandt & López-Reyes 53* (MEXU). Southeast of Guadalupe Victoria, 13-ago-2012, *Gernandt, Reséndiz y Mujic 1238* (MEXU). Southeast of Guadalupe Victoria, *Gernandt, Reséndiz y Mujic 1235-1236* (MEXU). 500 m al NW de "Hidalgo La Caldera", mpio. Ixtamaxtitlan, 23-oct-1974, *Magaña 1045* (CHAP, INIF, ENCB, MEXU). Canaitas, Guadalupe Victoria, 20-oct-1948, *Villas P.1* (MEXU). Cañada de Neverías Guadalupe Victoria, 20-oct-1948, *Villas P.1* (MEXU).

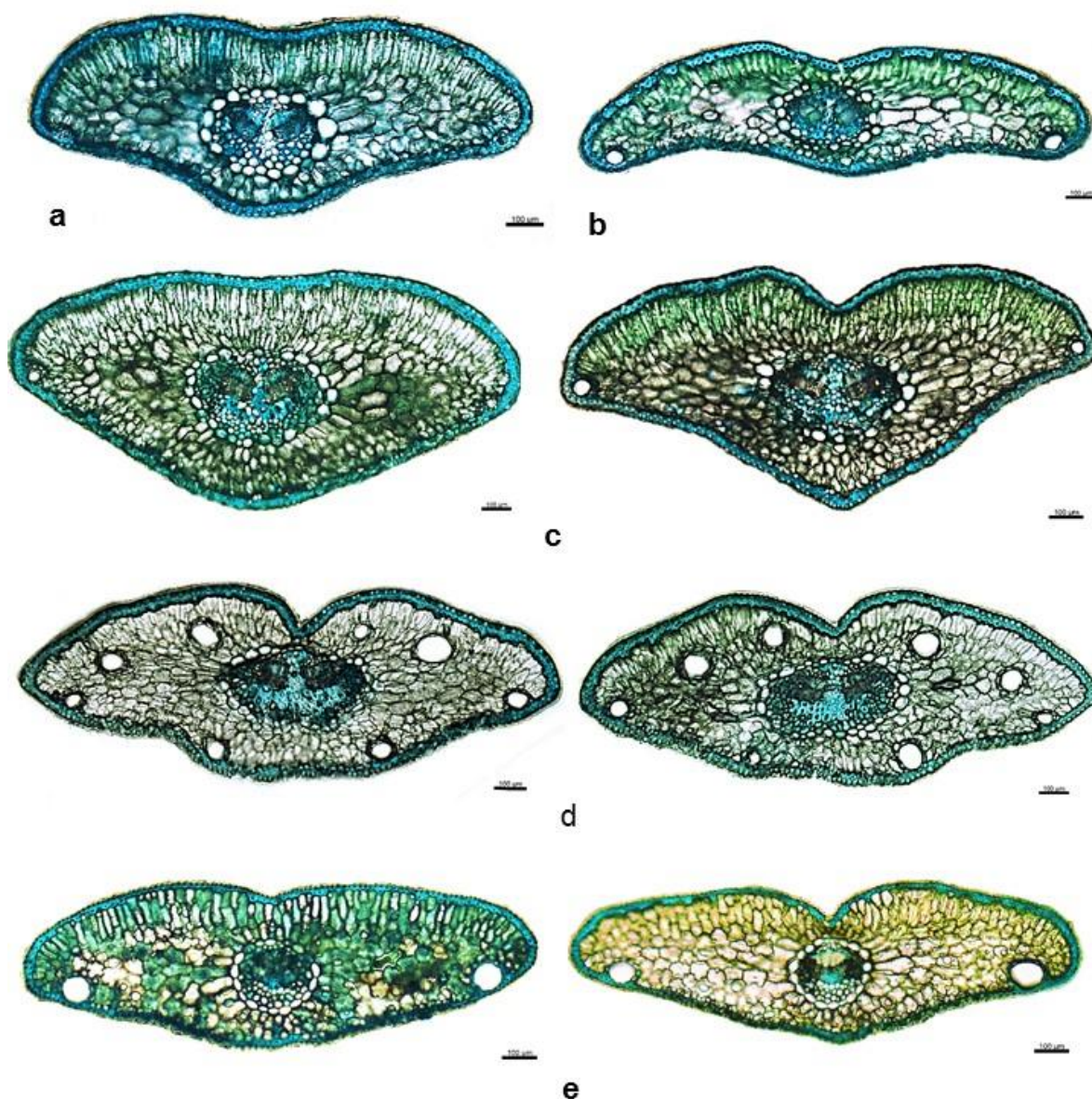
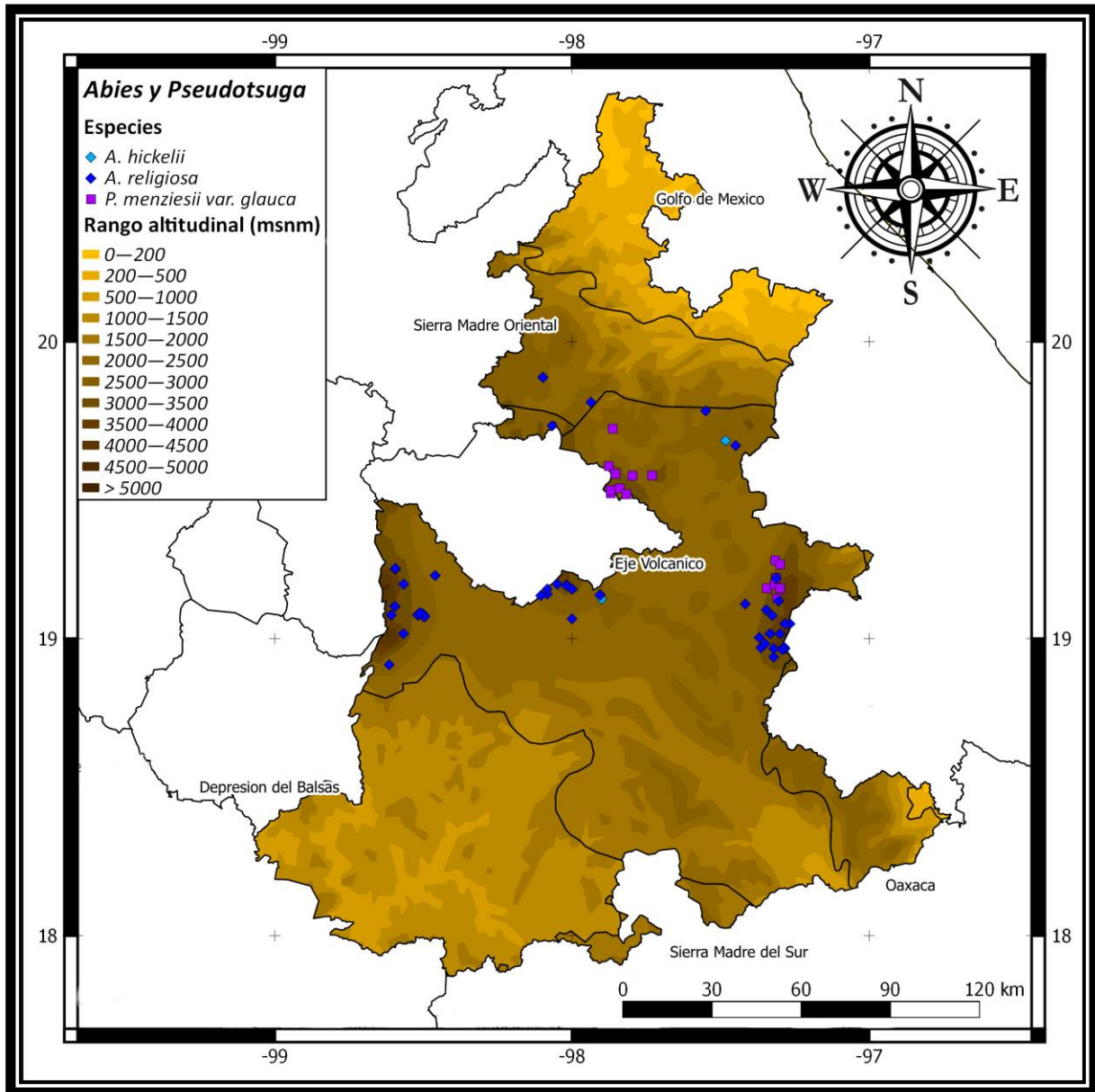


Figura 26. Secciones transversales de hojas de *Abies religiosa* y *Pseudotsuga*: **a-c** *Abies religiosa* (*Ramos-Dorantes et al. 45-46, 57*), **d** *Abies hickelii* (*Torres s.n*) y **e** *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (*Ramos-Dorantes et al. 53*).



Figura 27. *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*: a. Hábito, b. Corteza, c. Disposición de las ramas, d. Ramilla, e. Rama con conos ovulados maduros, f. Cono ovulado maduro, g. Disposición de las hojas en la ramilla, h. Yemas vegetativas, i. Lado abaxial de la hoja, j. Lado adaxial de la hoja mostrando seis líneas estomáticas en cada lado, k. Vista de la hoja entera, l. Semillas, m. Detalle de la escama ovulífera y bráctea, n. Cono polínico maduro.



Mapa 7. Distribución de las especies de los géneros *Abies* y *Pseudotsuga* en el estado.

DISCUSIÓN

Del total de las especies de Pinaceae que se distribuyen en el país (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014) y comparando con los trabajos que se han realizado para la familia Pinaceae en otros estados, Puebla se ubica entre los más diversos en cuanto a géneros, puesto que se distribuyen tres de los cuatro géneros que se encuentran en el país. Respecto al número de especies se asemeja al estado de Guerrero con el 24.6% de las especies (Fonseca, 2013), aunque lo superan estados como Veracruz (26.2% de especies) (Narave y Taylor, 1997) y probablemente Oaxaca (del Castillo *et al.*, 2004), Michoacán (Rodríguez y Carrillo, 2005), Chihuahua (Lebgue-Keleng *et al.*, 2014) y Durango (36% de las especies) (García y González, 2003).

La región biogeográfica con mayor afluencia de especies y géneros fue el Eje Volcánico y esto podría justificarse, en primera porque es la región de mayor extensión en el territorio poblano y segunda, porque es la región que presenta la mayor extensión de climas templados húmedos (INEGI, 2000) los cuales son los más favorables para las especies de la familia Pinaceae. Además en ella se localizan las principales elevaciones (INEGI, 2004), tal es el caso del Popocatepetl e Iztaccíhuatl, la Malinche y el Pico de Orizaba, las cuales albergan la mayor cantidad de bosques de pino y oyamel (INEGI, 2004). La región biogeográfica que continúa en cuanto a riqueza de especies es la Sierra Madre Oriental. Si bien ésta no es tan extensa como el Eje Volcánico, se destaca debido a que en ella se distribuyen tipos de vegetación de extensión limitada como el bosque mesófilo de montaña (INEGI, 2000), el cual alberga especies de distribución relativamente restringida a este tipo de vegetación como *Pinus chiapensis*, *P. oocarpa* y *P. patula*.

En la presente revisión se confirmó la presencia de *Pinus oocarpa* y *P. douglasiana*. Algunos autores mencionaban que era probable que su distribución se extendiera hasta el estado de Puebla (Martínez, 1992; Farjon, 2010); sin embargo, no había registros de avalaran su distribución.

La presencia de *Abies hickelii* para el estado sólo se basa en un ejemplar examinado del herbario CHAP. En bases de datos (GBIF, 2014) se encontró un registro en otra localidad, el cual lo reportan Farjon y Filer (2013); sin embargo, no se pudo tener acceso a dicho ejemplar. A pesar de que se visitaron ambas localidades de colecta, no fue posible encontrar algún individuo de dicha especie. Cabe mencionar que esa especie también se distribuye en el estado de Veracruz y una de las localidades donde fue colectada se encuentra en el límite con éste y por lo tanto se requeriría realizar una búsqueda más intensiva para confirmar poblaciones dentro del territorio poblano.

Listados y publicaciones citan la distribución de otras especies que no se reconocen en el presente trabajo. La mayoría de ellas reportan la presencia de *Pinus maximinoi*, *P. pringlei* y *P. devoniana* en el estado (Perry, 1991; Farjon, 2010; Contreras-Jiménez, 2011; Rodríguez *et al.*, 2014). No se encontró ningún registro de *Pinus maximinoi*. Sin embargo, cabe mencionar que ésta especie es muy parecida a *P. douglasiana*. López-Reyes y colaboradores (en prensa) consideran que ambas especies podrían considerarse como especies incipientes bajo un proceso de evolución divergente y por ello no hay diferencias morfológicas, ecológicas ni moleculares consistentes.

Para el caso de *Pinus pringlei* se encontró un registro en bases de datos (GBIF, 2014), pero no fue posible revisar el ejemplar de herbario. Debido a que se desconoce la autenticidad de su correcta determinación, dicho ejemplar podría corresponder a *Pinus teocote*, ya que al hacer un recorrido por la localidad sólo se encontró ésta especie y ambas taxa suelen asemejarse morfológicamente.

Por otra parte, de *Pinus devoniana* se encontró sólo un ejemplar en el herbario INIF y de acuerdo al colector, pertenece a un ejemplar de un bosque cultivado en la localidad de Tonanzintla. Por ende no es una distribución natural de la especie. Aunque se reporta en estados adyacentes como el Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala (MEXU; Farjon, 2010)

Hasta el momento no ha habido colectas que confirmen la presencia natural de estas especies. Hay que tener en cuenta que mientras se continúen realizando exploraciones botánicas existe la posibilidad de conocer nuevas poblaciones, que hasta el momento podrían desconocerse. Para poder validar esto, se requiere visitar lugares que han sido deficientemente citados con la presencia de especies, es decir, que sólo mencionan el municipio sin detallar una localidad en concreto; o bien localidades remotas donde se ha documentado bosque de pino o de pino-encino que no han sido exploradas suficientemente. Para ello se podrían hacer búsquedas intensivas, o mejor aún, realizar búsquedas dirigidas utilizando como referencia las preferencias ambientales de la especie y haciendo uso de modelos de distribución potencial como se han realizado para otras coníferas (García-Aranda *et al.*, 2012) y otros grupos de plantas (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2012, 2013; Delgadillo *et al.*, 2014).

Finalmente, cabe mencionar que en las descripciones realizadas se incluye un apartado que contiene observaciones y comentarios taxonómicos específicos para cada especie. En algunas especies, por ejemplo *Pinus montezumae*, autores como Farjon (2010) reconocen una variedad de ésta y a pesar de que se observó variación en algunos caracteres, los ejemplares no mostraron las características que definen a la variedad propuesta. En este caso serían de gran utilidad análisis morfométricos y moleculares que ayuden a aclarar la delimitación de éste y otros taxa como se han hecho para otras coníferas (Taylor *et al.*, 1994; Romero *et al.*, 2000; Strandby *et al.* 2009; Adams *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Hasta el momento, por el conocimiento que se tiene de la familia Pinaceae en el país, el estado de Puebla se ubica entre los de mayor riqueza en cuanto a géneros y medianamente en especies de esta familia.

En la presente revisión taxonómica se reconocieron 19 taxa (tres géneros, 15 especies, una subespecie, dos variedades y una forma) que se distribuyen de manera natural en el estado. *Pinus* es el género de mayor riqueza, al presentar 12 especies y cuatro infraespecies.

Cinco taxa se encuentran bajo alguna categoría especial de conservación y nueve son endémicos para el país. Tres fueron nuevos registros (*Abies hickelii*, *Pinus douglasiana* y *Pinus oocarpa*). A pesar de que algunos autores reportan la probable presencia de otras especies, ésta aún no ha sido confirmada debido a la ausencia de colectas.

La riqueza de especies de la familia Pinaceae en Puebla se explica por la presencia de la región biogeográfica del Eje Volcánico, en la cual existen grandes extensiones boscosas con altitudes y climas templados favorables donde se distribuye la gran mayoría de estas especies. Y la presencia de la región de la Sierra Madre Oriental, la cual alberga especies de distribución relativamente restringida.

Si bien se respetaron como válidas las variedades establecidas, se considera que no estaría de más realizar una revisión profunda mediante análisis morfométricos y moleculares de las especies de *Abies religiosa*, *Pinus cembroides*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*, debido a la variación que se pudo apreciar dentro de ellas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, R.P., J. Vargas-Hernández, M.S. González, G. Hunter, T.A. Fairhall, D. Thornburg, and F. Callahan. 2013. Taxonomy of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) infraspecific taxa: vars. *menziesii*, *glauca* and *oaxacana*: nrDNA, and cpDNA sequences and leaf essential oils. *Phytologia* 95: 94–102.
- Andresen, J.W. 1964. The taxonomic status of *Pinus chiapensis*. *Phytologia* 10: 417–421.
- Andresen, J.W. 1966. A multivariate analysis of the *Pinus chiapensis monticola-strobus* phylad. *Rhodora* 68: 1–24.
- Bailey, D.K. 1983. A new allopatric segregate from and a new combination in *Pinus cembroides* zucc. at its southern limits. *Phytologia* 54: 89–100.
- Bailey, D.K. y Hawksworth, F.G. 1992. Change in status of *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* (Pinaceae) from Central Mexico. *Novon*, 2: 306–307.
- Bermejo V., B. y Pontones, J. B. 1999. *Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo*. Segundo Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memorias 1999. Santo Domingo, República Dominicana.
- Campos D., J.L. 1993. *Claves para la determinación de los pinos mexicanos*. Apoyos académicos 22. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2006. *Capital natural y bienestar social*. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. PORTAL DE GEOINFORMACIÓN. SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Contreras-Jiménez, J.L. 2011. Gimnospermas. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Ed.). *La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado*. (pp.136–138). Puebla: Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Cruz-Cárdenas, G., Villaseñor, J.L., López-Mata L. y Ortiz, E. 2012. Potential distribution of humid mountain forest in Mexico. *Bot. Sci.* 90: 331–340.
- 2013. Distribución espacial de la riqueza de especies de plantas vasculares en México. *Rev. Mex. Biodivers.* 84: 1189–1199.
- del Castillo, R.F., Pérez, J.A., Vargas A., G., Rivera G., R. 2004. Coníferas. En: A.J., García-Mendoza, M.J., Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp. 141–158 pp) México: Instituto de Biología. UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.
- Delgadillo C., Villaseñor, J.L., Cárdenas, Á. y Ortiz, E. 2014. Diversity and distribution of mosses in the state of Hidalgo, Mexico. *Rev. Mex. Biodivers.* 85: 84–97.
- Delgado V., P. 2002. Dinámica histórica de la hibridación introgresiva en poblaciones naturales de *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (Pinaceae). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Doyle, J.C. 1945. Developmental lines in polinization mechanism in the Coniferales. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* 24: 43–62 pp.
- Doyle, J.C. 1963. Proembryogeny in *Pinus* in relation to that in other conifers-a survey. *Proc. Roy. Irish Acad.* 62: 181–216.
- Eckenwalder, J.E. 2009. *Conifers of the World*. Portland, OR: Timber Press.
- Espinosa G., J. 2005. Gymnospermae. En: G.C. de Rzedowski, J. Rzedowski y colaboradores. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2° Ed. (pp. 44–50) Pátzcuaro, Michoacán: Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Farjon, A. 1990. *Pinaceae: Drawings and descriptions of the genera Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga Larix and Picea*. Königstein: Koeltz Scientific Books.
- Farjon, A., y Styles., B.T 1997. *Pinus (Pinaceae)*. Flora Neotropica Monograph 75. New York, NY: The New York Botanical Garden.
- Farjon, A., Pérez- de la Rosa, J. y Styles B. 1997. *Guía de campo de los pinos de México y América Central*. Kew U.K.: Royal Botanic Gardens.
- Farjon, A. 2010. *A handbook of the world's conifers*. Leiden, Netherlands: Brill Academic Publishers.
- Farjon, A. y Filer, D. 2013. *An Atlas of the World's Conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status*. Leiden, Netherlands: Brill Academic Publishers.
- Fonseca, R. 2013. *Flora de Guerrero: Pinaceae*. No 58. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Frankis, M.P. 1989. Generic inter-relationships in Pinaceae. *Notes. Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 45: 527–548.
- García-Aranda, M.A., Cantú-Ayala, C., Estrada-Castillón, E., Pando-Moreno, M. y Moreno-Talamantes, A. 2012. Distribución actual y potencial de *Taxus globosa* (Taxaceae) en México. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 6: 587–598.
- García, A. y González, M. 2003. *Pináceas de Durango*. Zapopan, Jalisco: Comisión Nacional Forestal.
- Gernandt, D., Geada L., G., Ortiz G., S. y Liston A. 2005. Phylogeny and Classification of *Pinus*. *Taxon* 54: 29–42.
- Gernandt, D., Magallón, S., Geada L., G., Zerón F., O., Willyard, A. y Liston, A. 2008. Use of simultaneous analyses to guide fossil-based calibrations of Pinaceae phylogeny. *Int. J. Plant Sci.* 169: 1086–1099.
- Gernandt, D. y Pérez-de la Rosa, J. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México, *Rev. Mex. Biodivers. Supl.* 85: S126–S133.

- Hart, J.A. 1987. A cladistic analysis of conifers: preliminary results. *J. Arnold Arbor.* 68:3 269–307.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2000. *Síntesis Geográfica del estado de Puebla*. México [CD-ROM].
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2004. *Las Provincias Fisiográficas de México y sus Subdivisiones*. Sistema fisiográfico DGGTENAL. Escrito de la Subdirección de actualización de Recursos Naturales.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Mapa Digital de México en línea: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/> [Consultado noviembre 2014].
- Lebgue-Keleng, T., Hernández S., J., Chacon S., J.M., *et al.* 2014. Pinos (Pinaceae). En: *La biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado*. (pp. 436–439). México: CONABIO.
- López-Reyes, A., Pérez-de la Rosa, J., Ortiz, E. y Gernandt, D.S. (en prensa). Morphological, molecular, and ecological divergence in *Pinus douglasiana* and *P. maximinoi*. *Syst. Bot.*
- Lu, Y., Ran, J-H., Guo D-M., Yang, Z-Y. y Wang, X-Q. 2014. Phylogeny and divergence times of gymnosperms inferred from single-copy nuclear genes. *PLoS ONE* 9: e107679. doi:10.1371/journal.pone.0107679
- Martínez, M. 1953. *Las Pináceas del Estado de México*. Toluca, México: Dirección de Agricultura y Ganadería del Estado de México.
- Martínez, M. 1963. *Las Pináceas Mexicanas*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, M. 1979. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, M. 1992. *Los pinos mexicanos*. 3° Ed. México D.F.: Botas.
- Matos, J.A. 1995. *Pinus hartwegii* and *P. rudis*: a critical assessment. *Syst. Bot.* 20: 6–21
- Matos, J.A. y Shaal, B.A. 2000. Chloroplast evolution in the *Pinus montezumae* complex: a coalescent approach to hybridization. *Evolution.* 54: 1218–123.

- McVaugh, R. 1992. Gymnosperms and Pteridophytes. Vol 17. En: W.R. Anderson. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western Mexico* (pp. 24-100). Univ.Michigan Press, Ann Arbor.
- Medina, R. y Dávila, P. 1997. Gymnospermae Lindl. En: *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 12. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Narave F., H. y Taylor, K. 1997. Pinaceae. En: A. Gómez-Pompa (Ed.) *Flora de Veracruz*. Vol. 98. Xalapa, Veracruz: Instituto de Ecología A.C.
- Niemann, G.J., y van Genderen, H.H. 1980. Chemical relationships between Pinaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* 8: 237–240.
- Perry J. 1991. *The Pines of México and Central America*. Portland, OR: Timber Press.
- Pilger, R.K.F. 1926. Phylogenie und Systematik der Coniferae. Pinaceae. V.13. Ed.2. En: A. Engler y K.A.E. Prantl (Eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (pp.122–166). Leipzig and Berlin.
- Price, R.A., Olsen-Stojkovich, O. y Lowenstein, J.M. 1987. Relationships among the genera of Pinaceae: an immunological comparison. *Syst. Bot.* 12: 91–97.
- Price, R.A., Liston, A. y Strauss, S.H. 1998. Phylogeny and systematics of *Pinus*. En: D.M. Richardson (Ed.) *Ecology and Biogeography of Pinus* (pp. 49–68). Cambridge University Press.
- QGIS Development Team. 2014. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Quinn, C.J., Price, R.A. y Gadek, P.A. 2002. Familial concepts and relationships in the conifers based on *rbcL* and *matK* sequence comparisons. *Kew Bull.* 57: 513–531.
- Rai, H.S., Reeves, P.A., Peakall R., Olmstead, R.G., y Graham, S.W. 2008. Inference of higher-order conifer relationships from a multi-locus plastid data set. *Botany* 86: 658–669.
- Renner, S. 2009. Gymnosperms. En: S.B. Hedges y S. Kumar (Eds.) *The Timetree of Life*. (pp. 157–160) Oxford University Press.

- Richardson, D.M. y Rundel, P.W. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*: an introduction (pp. 3–40) En: R.D.M., *Ecology and Biogeography of Pinus*. U.K.: Cambridge University Press.
- Rodríguez L., G. y Carrillo S., R. 2005. Gimnospermas. En: L.E. Villaseñor G. (Ed). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. (pp 71–72). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rodríguez A., M., Jiménez M., A. y Coombes, A. 2010. *Plantas de importancia económica en el Estado de Puebla*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Rodríguez A., M., Villaseñor, J.L., Coombes, A.J. y Cerón, A.B. 2014. *Flora del estado de Puebla, México*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Romero, A., Luna, M., Garcia, E. y Passini, M.F. 2000. Phenetic analysis of the Mexican midland pinyon pines, *Pinus cembroides* and *Pinus johannis*. *Bot. J. Linn. Soc.* 133: 181–194.
- Rothwell, G.W., Mapes, G. y Mapes, R.H. 1997. Late Paleozoic conifers of North America: structure, diversity and occurrences. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 95: 95–113.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México D.F.: Limusa.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3–21
- Salinas S., S. 2013. *Taxonomía del género Pinus (Pinaceae) del estado de Hidalgo*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo.
- Santiago-Vera, T., Ochoa-Gaona, S. y Alemán-Santillán T. 1997. *Guía para Identificar Pinos de la Meseta Central de Chiapas, México*. Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su

- inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Senilis, J. 1866. *Pinaceae: Handbook of the firs and pines*. Hatchard and Co.
- Shaw, G. 1909. *The Pines of Mexico*. *Publ. Arn. Arb.* Boston, Mass.
- Siquéiros, M. 1989. *Coníferas de Aguascalientes*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Southwest Environmental Information Network (SEINet): <http://swbiodiversity.org/seinet/collections/index.php> [Consultado: mayo 2014]
- Stead, J. 1983. Studies of variation in Central American pines V: a numerical study on variation in the *Pseudostrobus* group. *Silvae Genet.* 32: 101–115.
- Strandby, U., Christensen, K.I. y Sørensen, M. 2009. A morphometric study of the *Abies religiosa–hickelii–guatemalensis* complex (Pinaceae) in Guatemala and Mexico. *Pl. Syst. Evol.* 280: 59–76.
- Syring, J., del Castillo, R.F., Cronn, R., y Liston, A. (2007). Multiple nuclear loci reveal the distinctiveness of the threatened, neotropical *Pinus chiapensis*. *Syst. Bot.* 32: 703–717.
- Taylor, R.F., Patterson, T.F. y Harrod, R.T. 1994. Systematics of Mexican spruce-revisited. *Syst. Bot.* 19: 47–59.
- The Global Biodiversity Information Facility: GBIF Backbone Taxonomy, 2013-07-01. Accessed via <http://www.gbif.org/species/3925> on 2014-11-26.
- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <www.iucnredlist.org>. [Consultado: agosto 2014].
- The New York Botanical Garden Virtual Herbarium (NYBG) <http://sciweb.nybg.org/science2/vii2.asp#> [Consultado: mayo 2014].
- The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> [Consultado: junio 2014].

- The United States National Herbarium (NMNH)
http://botany.si.edu/colls/Collections_history.htm [Consultado: mayo 2014].
- Thieret, J.W. 1993. Pinaceae. En: *Flora of North America*. Editorial Committee (Eds.). Flora of North America North of Mexico. Vol. 2. New York and Oxford.
http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=10691 [Consultado septiembre 2014].
- Tomlinson, P.B. y Takaso, T. 2002. Seed cone structure in conifers in relation to development and pollination: a biological approach. *Can. J. Bot.* 80: 1250–1273.
- UNEP-WCMC (Comps.) 2013. Checklist of CITES species. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland, and UNEP-WCMC, Cambridge, U.K. Accessed on [agosto 2014].
- Van Tieghem, M. Ph. 1891. Structure Et Affinités Des Abies Et Des Genres Les Plus Voisins. *Bull. Soc. Bot. France.* 38: 406–415.
- Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia.* 28: 160–167.
- Villers R., L., Rojas G., F. y Tenorio L., P. 2006. *Guía Botánica del Parque Nacional Malinche Tlaxcala-Puebla*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Wang, X-Q., Tank, D.C. y Sang, T. 2000. Phylogeny and divergence times in Pinaceae: evidence from three genomes. *Mol. Biol. Evol.* 17: 773–781.

ANEXO I

GLOSARIO

(Farjon, 2010; García y González, 2003)

Abaxial: Situado hacia el lado opuesto al eje (yema), en las acículas es el lado exterior cuando todas las acículas se juntan (=dorsal).

Adaxial: Situado hacia el lado interno, cerca del eje (yema), en las acículas es el lado interior donde contacto con las demás acículas, cuando todas se juntan en un fascículo.

Adnado: Con una conexión firme entre la semilla y el ala de la semilla; el ala se rompe cuando intenta separarse de la semilla.

Anfiestomático: con estomas situados en todas las caras de las hojas, aunque con frecuencia hay más estomas en una (o dos) cara(s) adyacentes.

Apófisis: parte terminal, ensanchada y generalmente rómbica de las escamas de los conos ovulados, es por lo general más dura y gruesa que la parte baja de la escama.

Articulado: con una conexión ligera entre la semillas y el ala de la semilla; el ala puede ser desprendida fácilmente de la semilla o incluso caer por sí misma.

Aserrado: finamente serrado, se dice de los márgenes que tienen dientes pequeños en forma de sierra puntiaguda, orientados hacia delante. Los dientes pueden estar distantes (unos pocos mm o menos) o densos.

Atenuado: con una forma que se va estrechando, hasta terminar en una punta.

Bráctea: apéndice en forma de hoja o escama, usualmente que sostiene una estructura como una escama ovulífera. En algunas coníferas la escama ovulífera esta fusionada con la bráctea, rudimentaria o totalmente ausente.

Catafilo: hoja modificada delgada, no verde, parecida a una escama en la base de un fascículo; en algunas veces los catafilos persisten más que las acículas, en otras caen más pronto.

Cotiledones: hojas primarias producidas por el embrión dentro de las semillas, usualmente distintas morfológicamente a las hojas verdaderas, en coníferas son usualmente en forma de aguja. Varían en número de acuerdo a la especie.

Deciduo: describe cualquier órgano que es mudado a intervalos o de forma más o menos continua.

Decurrente: cualquier estructura (base del fascículo) que desaparece de forma gradual a lo largo de la ramilla a la cual se encuentra firmemente adherida.

Epiestomático: con todos los estomas ubicados en la(s) caras(s) adaxial(es) de las hojas.

Escama ovulífera: Parte de los conos ovulados de las coníferas (situada en la parte axilar de la bráctea) la cual contiene una o más semillas.

Fascículo: conjunto de acículas variando en número (1-8), el cual se desarrolla a partir de una rama enana (braquiblasto) y por lo general cae en su totalidad.

Glaucó: de color verde claro azulado.

Hipostomático: estomas (la mayoría) restringidos a la parte abaxial de las hojas.

Quilla: cresta o borde alargado o agudo.

Reflejado: dirigido hacia abajo.

Sésil: se refiere al órgano o estructura que está directamente colocado, sin un soporte en la base.

Serótino: describe conos que duran cerrados por tiempo considerable o que requieren el calor del fuego para abrir.

Subulado: en forma de punzón, lineal y adelgazándose hacia una punta fina.

Umbo: (orig. Latin = el ombligo de un escudo); en los conos ovulados de los pinos es una prominencia de la apófisis y representa la parte expuesta de la escama en la fase inicial del crecimiento.

Vaina: conjunto de escamas delgadas que rodean la parte basal del fascículo, parecida a una envoltura.

ANEXO II

Especies de Pinaceae en México de acuerdo a Gernandt y Pérez-de la Rosa (2014)

<i>Abies concolor</i> (Pr)	<i>Pinus greggii</i> var. <i>greggii</i> *
<i>Abies durangensis</i> var. <i>durangensis</i> *	<i>Pinus greggii</i> var. <i>australis</i> *^
<i>Abies durangensis</i> var. <i>coahuilensis</i> *	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Abies flinckii</i> (Pr)	<i>Pinus herrerae</i> *
<i>Abies guatemalensis</i> var. <i>guatemalensis</i> ^	<i>Pinus jaliscana</i> * (P)
<i>Abies guatemalensis</i> var. <i>jaliscana</i> *(P)	<i>Pinus jeffreyi</i> (Pr)
<i>Abies hickelii</i> var. <i>hickelii</i> *^	<i>Pinus johannis</i> * (Pr)
<i>Abies hickelii</i> var. <i>oaxacana</i> *^(P)	<i>Pinus lagunae</i> *(Pr)
<i>Abies hidalgensis</i> *	<i>Pinus lambertiana</i>
<i>Abies religiosa</i>	<i>Pinus lawsonii</i> *
<i>Abies vejarii</i> var. <i>vejarii</i> *(A)	<i>Pinus leiophylla</i>
<i>Abies vejarii</i> var. <i>macrocarpa</i> *	<i>Pinus lumholtzii</i> *
<i>Abies vejarii</i> var. <i>mexicana</i> * (A)	<i>Pinus luzmariae</i>
<i>Picea chihuahuana</i> *^(P)	<i>Pinus maximartinezii</i> *^ (P)
<i>Picea martinezii</i> *^(P)	<i>Pinus maximinoi</i>
<i>Picea mexicana</i> (P)	<i>Pinus montezumae</i> var. <i>montezumae</i>
<i>Pinus arizonica</i> var. <i>arizonica</i>	<i>Pinus montezumae</i> var. <i>gordoniana</i>
<i>Pinus arizonica</i> var. <i>cooperi</i> *	<i>Pinus muricata</i> (P)
<i>Pinus arizonica</i> var. <i>stormiae</i> *	<i>Pinus nelsonii</i> *^(P)
<i>Pinus attenuata</i> (P)	<i>Pinus oocarpa</i>
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>ayacahuite</i>	<i>Pinus patula</i> var. <i>patula</i> *
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> *	<i>Pinus patula</i> var. <i>longipedunculata</i> *
<i>Pinus californiarum</i>	<i>Pinus pinceana</i> *(P)
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (P)	<i>Pinus praetermissa</i> *
<i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>cembroides</i>	<i>Pinus pringlei</i> *
<i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i> *^	<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i>
<i>Pinus chiapensis</i> ^(Pr)	<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>
<i>Pinus chihuahuana</i> *	<i>Pinus quadrifolia</i> (Pr)
<i>Pinus contorta</i> var. <i>murrayana</i> (Pr)	<i>Pinus radiata</i> *^
<i>Pinus coulteri</i>	<i>Pinus remota</i> (Pr)
<i>Pinus culminicola</i> *^ (P)	<i>Pinus rzedowskii</i> * (P)
<i>Pinus devoniana</i>	<i>Pinus scopulorum</i>
<i>Pinus discolor</i>	<i>Pinus strobiformis</i> (Pr)
<i>Pinus douglasiana</i> *	<i>Pinus tecunumanii</i>
<i>Pinus durangensis</i> * (Pr)	<i>Pinus teocote</i> *
<i>Pinus engelmannii</i>	<i>Pinus yecorensis</i> *
<i>Pinus georginae</i> *	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> *(Pr)

* Endémicas

^ IUCN: EN

(P) Especies en peligro de acuerdo a la NOM-059

(A) Especies amenazadas de acuerdo a la NOM-059

(Pr) Especies sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059