



Taxonomía y nomenclatura de *Pinus strobiformis* y su situación en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Taxonomy and nomenclature of *Pinus strobiformis* and its status in the NOM-059-SEMARNAT-2010

M. Socorro González-Elizondo^{1*}, Jesús Guadalupe González-Gallegos¹, Norma L. Piedra-Leandro²,
Martha González-Elizondo¹, Jorge A. Tena Flores¹, Lizeth Ruacho-González¹ y Ramón Silva Flores³

1 Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Durango. Durango, Durango, México.

2 Jardín Etnobiológico Estatal de Durango. Durango, Durango, México.
3 Consultor forestal y ambiental. rsilva.dgo@gmail.com

* Autora de correspondencia.
herbario_ciidir@yahoo.com.mx

RESUMEN

La óptima gestión de los recursos naturales requiere del reconocimiento y delimitación de las especies y de la aplicación correcta de sus nombres. Los nombres científicos de los organismos que se incluyen en la normatividad definen la toma de decisiones sobre su aprovechamiento. En este trabajo se aclara el estatus taxonómico y nomenclatural de *Pinus flexilis* var. *reflexa*, nombre incluido en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de los nombres que se enlistan ahí como sus sinónimos. *Pinus flexilis* var. *reflexa* representa a poblaciones de origen híbrido ancestral entre *P. strobiformis* y *P. flexilis* distribuidas en el suroeste de Estados Unidos y el norte de Sonora y Chihuahua, y actualmente se reconoce como *Pinus* × *reflexa*. *Pinus strobiformis* no está incluida en ese documento, pero está siendo sujeta a restricciones de aprovechamiento debido a confusión derivada de que su sinónimo *P. ayacahuite* var. *strobiformis* está registrado ahí como un sinónimo de *P. flexilis* var. *reflexa*. Otros dos nombres listados como sinónimos corresponden a *P. stylesii*, una especie de la Sierra Madre Oriental. Se presenta la sinonimia correcta de *Pinus ayacahuite*, *P. × reflexa*, *P. strobiformis* y *P. stylesii*. La atención de los aspectos taxonómicos y nomenclaturales de las especies enlistadas en la normatividad y en planes y programas de manejo es clave para lograr su mejor uso, manejo y conservación.

PALABRAS CLAVE: conservación, especie, manejo, nombre aceptado, normatividad, sinónimos.

ABSTRACT

The optimal management of natural resources requires sound knowledge and distinction among the species, as well as the correct application of their scientific names. Names of taxa in official paperwork and normative documents define decision-making restricting or not its utilization. We clarify the taxonomic and nomenclatural status of *Pinus flexilis* var. *reflexa*, a name included in a Mexican official standard document (the Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010), as well as of other names listed there as its synonyms. *Pinus flexilis* var. *reflexa* is a name applied to advanced-generation hybrids between *P. strobiformis* and *P. flexilis*, which are known from the southwestern United States and northern Sonora and Chihuahua, and are recognized at present as *Pinus* × *reflexa*. *Pinus strobiformis*, while not included in the above-mentioned document, is subject to harvesting restrictions because of the incorrect placement of *P. ayacahuite* var. *strobiformis* as a synonym of *P. × reflexa*. Two other names listed as synonyms of *P. × reflexa* are also incorrect and represent *P. stylesii*, a species from the Sierra Madre Oriental. The correct synonymy for *Pinus ayacahuite*, *P. × reflexa*, *P. strobiformis*, and *P. stylesii* is listed. Attention to the taxonomic and nomenclatural issues of the species listed in normativity and management programs is key to their best possible use, management and conservation.

KEYWORDS: conservation, correct name, management, normativity, species, synonyms.

INTRODUCCIÓN

La planificación del uso, manejo y conservación de cualquier especie requiere, en primera instancia, conocer su historia natural. Las especies que conforman el entorno natural difieren entre sí en cuanto a sus características, capacidad de adaptación y distribución. Es por esto que para evaluar cuánto se tiene, dónde se ubica y cuál es su estado de conservación, es esencial comprender qué especies hay en un sitio y cómo se distinguen de otras (Bortolus, 2008). Las especies son grupos de organismos que comparten características y afinidades a ciertas condiciones ambientales y que, por la misma razón, difieren en sus propiedades y en su respuesta al manejo. Cuando hay errores taxonómicos en estudios e investigaciones (v. gr. genética, modelos de distribución) o los errores se plasman en planes y programas de manejo o en documentos de regulación, estos generan efectos en cascada que pueden causar costos económicos y ambientales altos (Bortolus, 2008).

La validez y la confiabilidad de los resultados de estudios, diagnósticos, monitoreos y evaluaciones depende directamente de la confiabilidad de los nombres de los taxones que se registran. Particularmente importante para el aprovechamiento y manejo es la identificación correcta de las especies de árboles (Felton et al., 2020) y la confiabilidad de los nombres en la normatividad y otros documentos oficiales.

En México, los nombres *Pinus ayacabuite* Ehrenb. ex Schltldl., *P. strobiformis* Engelm., *P. flexilis* E. James y *P. reflexa* (Engelm.) Engelm. se han utilizado e interpretado de manera confusa. *Pinus strobiformis* estaba citado en la NOM-059 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2010) con la categoría de Sujeta a Protección especial (Pr), considerando a *P. reflexa* como uno de sus sinónimos. Posteriormente, en el listado de la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2019) *P. strobiformis* no fue incluido, pero sí *P. flexilis* var. *reflexa* Engelm., además de la lista de nombres tratados ahí como sus sinónimos. Uno de esos nombres, *P. ayacabuite* var. *strobiformis* (Engelm.) Lemmon, aunque técnicamente es sinónimo de *P. strobiformis*, ha sido tratado

como sinónimo de *P. flexilis* var. *reflexa* (Farjon y Styles, 1997; Semarnat, 2019), lo cual ha ocasionado confusión y dilaciones en la gestión de autorizaciones de aprovechamiento en las que se incluye esta última especie.

OBJETIVOS

En este trabajo se aportan datos sobre la taxonomía, nomenclatura, ecología y distribución del complejo *P. strobiformis* y taxones relacionados en el centro y norte de México, con el objetivo de resolver dudas actuales sobre su aplicación y de optimizar futuras versiones del listado en las Modificaciones al Anexo III de la NOM-059.

MATERIALES Y MÉTODOS

La revisión de la taxonomía y nomenclatura del complejo de *Pinus reflexa*, *P. strobiformis* y especies relacionadas, se llevó a cabo mediante consulta a tratamientos taxonómicos del grupo, estudio de especímenes de herbario y de imágenes de tipos nomenclaturales, así como consulta en las plataformas International Plant Names Index [IPNI] (2024), Plants of the World Online [POWO] (2024) y Tropicos (2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. La identidad de *Pinus flexilis* var. *reflexa* Engelm.

Pinus flexilis var. *reflexa* se cita en la Modificación al listado de la NOM-059 (Semarnat, 2019) con la categoría de Protección especial, acompañada de seis nombres que se le atribuyen como sinónimos. La inclusión de ese nombre y de tres que se registran bajo su sinonimia presentan problemas por dos razones: a) *P. flexilis* var. *reflexa* no representa a una especie sino a poblaciones polimórficas de origen híbrido entre *P. strobiformis* y *P. flexilis*, b) tres de los seis nombres que se registran como sus sinónimos no corresponden a ese taxon sino a otras especies.

Pinus flexilis var. *reflexa* se describió para las Montañas Santa Rita del sur de Arizona. En sus formas del norte se asemeja más a *P. flexilis* y originalmente fue descrito como



una variedad de esta, reconociéndose posteriormente a nivel de especie: *Pinus reflexa* (Engelm.) Engelm. Aunque algunos autores lo han considerado como más cercano a *P. strobiformis* (Andresen y Steinhoff, 1971; Steinhoff y Andresen, 1971), en general se considera con más afinidad hacia *P. flexilis* (desde Shaw, 1909, hasta Frankis, 2009 y otros) (Fig. 1). *Pinus reflexa* se conoce del norte de Chihuahua y Sonora y del suroeste de Estados Unidos, mientras que *P. flexilis* es una especie de alta montaña del suroeste de Canadá y del occidente de Estados Unidos de América, que en la actualidad no se conoce para el norte de México ni para el sur de Estados Unidos de América.

Farjon y Styles (1997) consideraron que *P. flexilis* y *P. strobiformis* forman un complejo polimórfico en el que se aprecia una variación latitudinal clinal. El nombre de *P. reflexa* y sus sinónimos se aplica a las formas transicionales entre ambas especies. Varios autores (Shaw, 1914; Frankis, 2009; Bisbee, 2014, entre otros), han hipotetizado que estos caracteres intermedios pueden ser resultado de introgresión entre *P. flexilis* y *P. strobiformis*, lo cual fue posteriormente corroborado en un estudio molecular llevado a cabo por Menon et al. (2018), en el que se revela introgresión antigua entre ambas especies. Por tratarse de un híbrido establecido (*Pinus flexilis* × *P. strobiformis*), la manera correcta de expresar el nombre es *Pinus* × *reflexa* (Tabla 1).



FIGURA 1. Conos de A) *Pinus strobiformis*, Tepehuanaes, Dgo., México. B) *P. ×reflexa*, New Mexico, E.U. C) *P. flexilis*, Wyoming, E.U., D) Cono atípico (6.5 cm de largo) de *P. strobiformis*, Madera, Chih., México.

B. Foto Craig Martin, <https://mexico.inaturalist.org/observations/179043938>.

D. Foto: Martina Nordstrand, <https://mexico.inaturalist.org/observations/223165785>.

Barra de escala = 5 cm.

TABLA 1. Equivalencia de *Pinus flexilis* var. *reflexa* y de los nombres incluidos como sus sinónimos en la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059 (Semarnat, 2019) de acuerdo con tratamientos actuales.

Nombre	Estatus y nombre aceptado
<i>Pinus flexilis</i> var. <i>reflexa</i>	Sinónimo de <i>Pinus</i> × <i>reflexa</i>
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>reflexa</i>	Sinónimo de <i>Pinus</i> × <i>reflexa</i>
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>strobiformis</i>	Sinónimo de <i>Pinus strobiformis</i>
<i>Pinus flexilis</i> subsp. <i>reflexa</i>	Sinónimo de <i>Pinus</i> × <i>reflexa</i>
<i>Pinus reflexa</i>	Nombre aceptado, <i>Pinus</i> × <i>reflexa</i>
<i>Pinus strobiformis</i> var. <i>potosiensis</i>	Sinónimo de <i>Pinus stylesii</i>
<i>Pinus stylesii</i>	Nombre aceptado, <i>Pinus stylesii</i>

En cuanto a los seis nombres que se enlistan como sinónimos de *P. flexilis* var. *reflexa* en la Modificación al listado de la NOM-059, tres corresponden a sinónimos nomenclaturales de *Pinus* ×*reflexa* y tres son sinónimos incorrectos. Uno de estos, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* es sinónimo de *Pinus strobiformis*, mientras que los otros dos: *Pinus strobiformis* var. *potosiensis* Silba y *P. stylesii* Frankis & Businský, corresponden a *P. stylesii* (Tabla 1). En resumen, *P. flexilis* var. *reflexa* representa poblaciones híbridas restringidas al norte de Chihuahua y de Sonora y tres de los nombres que se incluyen en la Modificación a la NOM como sus sinónimos, son sinónimos de *P. strobiformis* y de *P. stylesii*, cuyo reconocimiento como especies ya estaba avalado por referencias previas a la fecha en la que se elaboró el listado.

En la tabla 1 se enlista el estatus taxonómico y el nombre aceptado para *P. flexilis* var. *reflexa* y los seis nombres que fueron enlistados como sus sinónimos en la Modificación a la NOM-059. En la tabla 2 se resumen y ejemplifican los tipos de sinonimias y las consecuencias de registrar nombres en sinonimia incorrecta, nombres interpretados incorrectamente y nombres que representan errores taxonómicos.

Wang (2013), analizó las relaciones derivadas de hibridación introgresiva entre especies de pinos del viejo mundo. En el caso que nos ocupa para el norte de México

y el suroeste de Estados Unidos de América, la complejidad de los productos resultantes de la hibridación introgresiva entre *Pinus flexilis* y *P. strobiformis* a través de miles de años, durante contracciones y expansiones de sus áreas de distribución, permite entender los errores de interpretación en ese grupo. Por ejemplo, el que *P. ×reflexa* o sus sinónimos hayan sido considerados como parte de *P. strobiformis* y, a su vez, que sinónimos de *P. strobiformis* hayan sido incluidos bajo *P. ×reflexa*.

2. *Pinus ayacahuite* var. *strobiformis* es un sinónimo de *P. strobiformis* y no de *P. ×reflexa*

La confusión derivada del nombre *Pinus ayacahuite* var. *strobiformis* se origina de que este se ha interpretado en diferentes sentidos, tanto como parte de *P. strobiformis*, como bajo *P. ×reflexa*, confusión que ha llevado a la restricción del aprovechamiento de *P. strobiformis*.

Debido a las diferentes interpretaciones a las que ha estado sujeto y a los errores derivados de esas interpretaciones, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* podría ser considerado como un nombre ambiguo. Una revisión cuidadosa de su historia nomenclatural revela que, aunque en su origen fue interpretado como parte de *Pinus reflexa*, técnicamente es un sinónimo de *P. strobiformis* por las razones que se exponen en seguida.



TABLA 2. Significado y consecuencias de registrar nombres de plantas que son sinónimos o que representan errores de interpretación o de identificación.

Tipo de nombre	Significado y ejemplo	Consecuencias de su uso
Sinónimo nomenclatural	Nombre basado en el mismo tipo* que el del nombre aceptado. Por lo tanto, su paridad queda fuera de toda duda. Ejemplos: <i>Cupressus lusitanica</i> \equiv <i>Hesperocyparis lusitanica</i> <i>Pinus ayacahuite</i> subsp. <i>strobiformis</i> \equiv <i>P. strobiformis</i> <i>Pinus flexilis</i> var. <i>reflexa</i> \equiv <i>Pinus</i> \times <i>reflexa</i>	Ninguna
Sinónimo taxonómico	Nombre basado en un tipo diferente al del nombre aceptado. Su paridad depende del criterio del taxónomo. Ejemplo: <i>P. novogaliciana</i> = <i>P. strobiformis</i>	Ninguna, aunque se recomienda la revisión de evidencias actualizadas
Nombre ambiguo	Nombre que ha estado sujeto a diferentes interpretaciones. Ejemplo: <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>strobiformis</i> = <i>P. strobiformis</i> \neq <i>P. flexilis</i> var. <i>reflexa</i> .	Confusión si no se revisan las evidencias taxonómicas y nomenclaturales.
Sinónimo incorrecto	Asignación de un nombre como sinónimo de otro que no representa al mismo taxón. Ejemplos: <i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>strobiformis</i> \neq <i>P. flexilis</i> var. <i>reflexa</i> <i>P. stylesii</i> \neq <i>P. flexilis</i> var. <i>reflexa</i>	Confusión e inhabilidad para aplicar la normatividad. Errores en el manejo por confusión de especies

* El tipo es el espécimen sobre el que se basa la aplicación del nombre del organismo.

La combinación *Pinus ayacahuite* var. *strobiformis* fue propuesta por Lemmon (1892). Esta combinación estuvo basada en *P. strobiformis* en el sentido en que lo había percibido Sargent (1889), es decir, como lo que actualmente se conoce como *P. \times reflexa*. Aunque la percepción de Sargent fue que se trataba de una probable variante de *P. reflexa*, él se refirió en ese trabajo explícitamente a *P. strobiformis* Engelm. y revisó materiales de la localidad tipo de esa especie en Chihuahua. Lemmon (1892), al seguir el criterio de Sargent al proponer la combinación a nivel de variedad, también la consideró como ligada a *P. reflexa*. Tres décadas después, el mismo Sargent (1922) volvió a tratar a *P. strobiformis* como un sinónimo de *P. reflexa* y explícitamente indicó que no se refería a la especie descrita por Engelmann sino a su propia interpretación posterior: “The Arizona *Pinus strobiformis* Sarg. (not Engelm.) is now referred to *Pinus flexilis* James”, acotando más adelante que se refiere “a la forma de esta especie [*P. flexilis*] conocida como var. *reflexa*”.

Sin embargo, debido a que Sargent (1889) hizo referencia a *P. strobiformis* Engelm. y no propuso un tipo diferente al de Engelmann, dio reconocimiento a ese nombre

y al tipo ligado a él, por lo que el nombre “*strobiformis*” sigue ligado a su tipo y no a la interpretación de Sargent, de manera que *P. strobiformis* Sarg. es técnicamente un sinónimo de *Pinus strobiformis* Engelm., como se acepta en fuentes como Kral (1993), POWO (2024) y The Plant List (2024). En su descripción de la variedad, Lemmon (1892) citó características como las escamas del cono largas y fuertemente reflejas en la madurez: “3. Arizona white pine, *P. ayacahuite* Ehrenb. var. *strobiformis* Sargent. Large trees of the highest mountains in Arizona and Northern Mexico, with cone scales long, thick and spoon-shaped, strongly reflexed at maturity (hence once named *P. reflexa* by Dr. Engelmann).”, lo que describe conos de *P. strobiformis* Engelm. o, por lo menos, de los morfotipos del complejo híbrido que están claramente ligados a esta especie. Excelentes ilustraciones de los conos, escamas y semillas de estos taxones y de otros pinos blancos se pueden ver en la revisión de Bisbee (2014).

En la tabla 2 se resume el significado y consecuencias del uso de nombres de plantas que son sinónimos o que representan errores. Para un taxón en particular, solamente un nombre científico puede considerarse como correcto en

un momento dado. Por otra parte, un nombre es considerado como aceptado dependiendo del juicio taxonómico de uno o más autores, y su aceptación se generaliza cuando los argumentos en los tratados taxonómicos están bien sustentados. En nomenclatura botánica se conoce como sinónimo a un nombre científico que se considera como equivalente a un taxón con otro nombre que es el correcto y aceptado en un momento dado. A diferencia de los sinónimos en el lenguaje común, los sinónimos nomenclaturales y taxonómicos no son intercambiables con el nombre bajo el cual están en sinonimia.

Las actualizaciones de nombres que están basadas en un mismo tipo taxonómico generan sinónimos nomenclaturales, también llamados sinónimos homotípicos (Turland et al., 2018). Estos con frecuencia van ligados al nombre aceptado con una triple barra (\equiv) y no constituyen ni un problema ni un sesgo para la aplicación de la normatividad. Igualmente, los sinónimos que no están basados en el mismo tipo (sinónimos taxonómicos o heterotípicos), tampoco representan un problema cuando están claramente ligados con los nombres que están actualmente aceptados por la comunidad científica. Ambos casos se presentan como resultado del avance científico, taxonómico o filogenético, sobre un grupo. Una situación diferente ocurre cuando se hacen identificaciones incorrectas, cuando se adjudican sinonimias donde no corresponden, o cuando los nombres en sinonimia no están claramente ligados a un nombre aceptado.

3. Cita incorrecta de autores, sinonimias incorrectas y nombres ilegítimos (Tabla 2)

La cita de los autores en el nombre “*Pinus ayacahuite* var. *strobiformis* Sarg. ex Lemmon” en Tropicos (2024) es incorrecta, ya que Sargent (1889, 1922) no propuso esa variedad.

“*Pinus strobiformis* Sargent” es ilegítimo dado que Sargent nunca describió a la especie en el sentido del Código Internacional de Nomenclatura (Turland et al., 2018) y solo la mencionó con base en *P. strobiformis* Engelm. pero con diferente circunscripción. La cita correcta de autor sería entonces *Pinus strobiformis* sensu Sargent.

“*Pinus strobiformis* Sudworth, non Engelm.” fue citado por Shaw (1909) y Frankis (2009) como un sinónimo de *P. reflexa*. La cita correcta del autor debería ser *Pinus strobiformis* sensu Sudworth (1897) ya que, aunque Sudworth lo citó como *P. strobiformis* Engelm., lo consideró como *P. reflexa*, al igual que lo había hecho Sargent en 1889.

“*Pinus ayacahuite* var. *strobiformis* (Engelm.) Shaw”, se registra en IPNI (2024). Es un nombre ilegítimo ya que Shaw nunca hizo la combinación a variedad.

4. Circunscripción de *Pinus strobiformis*, *P. ×reflexa* y *P. flexilis*

En la tabla 3 se presentan algunas de las diferencias entre *P. strobiformis*, *P. ×reflexa* y *P. flexilis* y en la figura 1 se ilustran conos representativos de esos taxa, así como un cono atípico de *P. strobiformis* muy pequeño, con pocas escamas y estas no reflejas.

TABLA 3. Algunas diferencias entre *P. strobiformis*, *P. ×reflexa* y *P. flexilis*, principalmente con base en Bisbee (2014), Debreczy y Rácz (2011), Frankis (2009) y observaciones propias.

	<i>P. strobiformis</i>	<i>P. ×reflexa</i>	<i>P. flexilis</i>
Hojas (largo, cm)	6 - 22	6 - 15	5 - 8
Hojas (ancho, mm)	0.6 - 1.1	0.8 - 1.3	1.0 - 1.5
Hojas, serrulación del margen	homogéneo y total sobre todo el margen	parcial, a veces enteras hacia la base	fino o ausente
Conos, longitud (cm)	15 - 60	10 - 25	7 - 14



La revisión de nombres de coníferas con estatus de conservación que están incluidos en la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2019) reveló casos adicionales de nombres que actualmente no son aceptados o que no se conocen para México, así como de sinónimos que no corresponden al taxón bajo el que se asignan. Sin embargo, la aclaración de esas situaciones va más allá de los objetivos de esta revisión.

5. Circunscripción de *Pinus ayacahuite*, *P. strobiformis* y *P. stylesii*

Como ya se mencionó, *P. strobiformis* estuvo enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en su versión de 2010, pero

no lo está en la Modificación al listado (Semarnat, 2019). Esta especie ha estado sujeta a aprovechamiento forestal en la Sierra Madre Occidental por décadas al haber sido incluida con el nombre de *Pinus ayacahuite* en Programas de Manejo Forestal. Su tendencia poblacional es estable, en parte porque con frecuencia ocupa sitios protegidos por la normatividad (por ejemplo, en cercanías a corrientes de agua) y en parte por tener una alta diversidad genética y capacidad adaptativa (Goodrich et al., 2016).

Dado que esta es la especie cuya gestión está siendo modificada por el error de sinonimia tratado en este trabajo, se presenta un resumen de su taxonomía, distribución y estado de conservación, a manera de ficha técnica.

***Pinus strobiformis* Engelm.**

Ficha técnica

Familia Pinaceae, División Pinophyta

Diagnos

Pinus strobiformis es un árbol que alcanza 45 m de alto; la corteza de los árboles maduros es gris y en placas, o a veces gris pálido y casi lisa como en los árboles jóvenes; copa cónica a estrechamente cónica, de color verde azulado o verde pálido; hojas aciculares (en forma de aguja), en fascículos de cinco, rara vez de tres, cuatro, o seis; de 6 cm a 22 cm de largo, delgadas (0.6 mm a 1.1 mm de ancho) y flexibles, la vaina es caediza; conos péndulos, frecuentemente muy resinosos, cilíndricos, de 15 cm a 60 cm de largo, con escamas de ápice algo angostado, curvadas hacia atrás. El tamaño del cono presenta una gradación clinal desde 15 cm de longitud en el norte de Chihuahua y el suroeste de Estados Unidos de América, a casi 60 cm en Jalisco (Carvajal y McVaugh, 1992) (Fig. 2).

Distribución

Se distribuye del sur de Arizona y sur de New Mexico al norte de Jalisco y Nayarit a lo largo de la Sierra Madre Occidental y de las montañas aisladas del norte conocidas como Sky Islands. También ocurre en la Sierra del Cuale al sur de Jalisco (el extremo norte de la Sierra Madre del Sur) y en localidades aisladas del centro de México en sierras de Guanajuato y de San Luis Potosí (García Arévalo y González Elizondo, 2003; Ferguson et al., 2013; Villagómez-Loza et al., 2014), en elevaciones desde los 1100 a los 3000 m s.n.m., por lo general en cañadas o sobre laderas húmedas.

Una especie cercanamente relacionada, *P. veitchii* Roetzl, tratada previamente como *Pinus strobiformis* subsp. *veitchii* (Roetzl) Frankis, se distribuye en el centro de México, en el Eje Volcánico Transversal.

Estado de conservación

Pinus strobiformis estuvo incluida en la NOM-059 (Semarnat, 2010) con la Categoría de Pr = Sujeta a protección especial, pero no se enlista en la Modificación del Anexo Normativo III (Semarnat, 2019).

En dicha Modificación se enlista actualmente a *Pinus flexilis* var. *reflexa* Engelm., un nombre que corresponde a las poblaciones de origen híbrido entre *P. strobiformis* y *P. flexilis* E. James (Frankis, 2009; Bisbee, 2014) y que se conocen para Colorado, Arizona, New Mexico, suroeste de Texas y el norte de Sonora y Chihuahua.

Para la International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2024), *Pinus strobiformis* se enlista como LC st = De Preocupación menor, con tendencia poblacional estable.

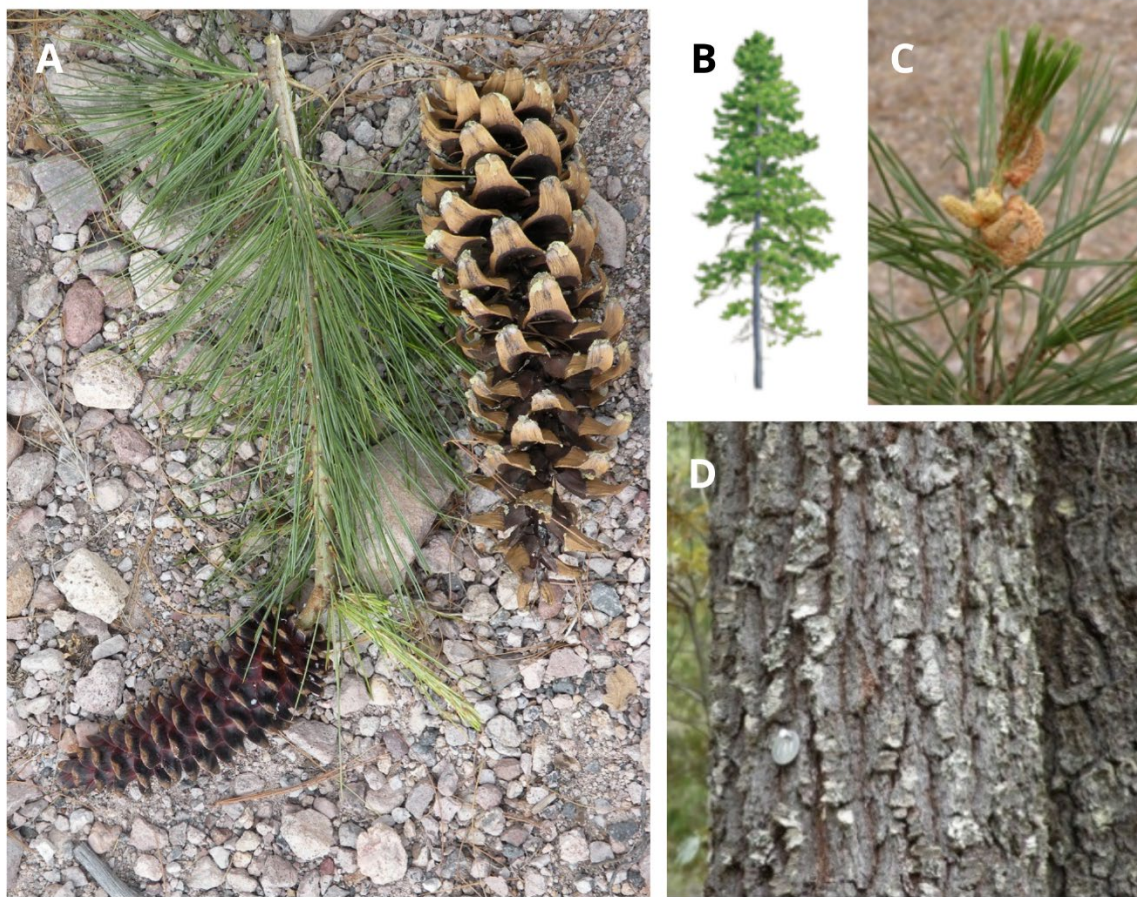


FIGURA 2. *Pinus strobiformis*. A. Ramilla con cono inmaduro y cono maduro. B. Hábito. C. Conos masculinos. D. Corteza.

Pinus strobiformis en el pasado ha sido erróneamente identificado como *P. ayacahuite*. Actualmente ambas se reconocen a nivel de especie (Pérez de la Rosa, 1993; Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014; Earle, 2024), y las diferencias entre ambas se avalan en varios estudios taxonómicos y genéticos recientes. Entre las evidencias para aceptar a *P. strobiformis* están los estudios morfológicos de dicho complejo y taxones relacionados (Frankis, 2009; Bisbee, 2014), un análisis de haplotipos del mismo complejo (Moreno-Letelier y Piñero, 2009), y el estudio genético y de modelación de nicho de *P. strobiformis* y *P. flexilis* (Menon et al., 2018), los cuales confirman diferencias apreciables en morfología, distribución y preferencias ecológicas.

Pinus ayacahuite y *P. strobiformis* presentan diferencias significativas en nicho ecológico (Aguirre-Gutiérrez, 2015; Ortiz-Martínez et al., 2024) y en morfología (Pérez de la

Rosa, 1993; Farjon y Styles, 1997; Farjon et al., 1997; Leal-Sáenz et al., 2020). El flujo genético es actualmente limitado, aunque tuvieron una zona de contacto ancestral (Moreno-Letelier y Piñero, 2009; Moreno-Letelier et al., 2013; Moreno-Letelier y Barraclough, 2015). Entre sus diferencias morfológicas están que *P. ayacahuite* tiene conos más angostos y ligeros y semillas pequeñas (5 mm a 10 mm de largo vs 8 mm a 16 mm) con ala larga (20 mm a 35 mm vs 0 mm a 12 mm) y se distribuye tanto en sitios con roca sedimentaria (calizas y lutitas) como de roca volcánica en el oriente y sur de México y en Centroamérica, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y sierras de Centroamérica. *Pinus strobiformis* crece sobre substratos volcánicos (riolitas y andesitas) y se conoce del suroeste de Estados Unidos de América al occidente y centro de México.



En un trabajo reciente en el que se estudian taxones del complejo *Pinus ayacahuite*-*P. strobiformis* (Ortiz-Martínez et al., 2024), estos dos nombres se resuelven como especies bien delimitadas, al igual que *Pinus veitchii* Roetzl, el cual es encontrado como un linaje independiente.

Pinus stylesii es otra especie del complejo, que se distingue de *P. strobiformis* en tener ramillas más gruesas, hojas más largas, conos más cortos y anchos, escamas menos recurvadas, prolongación de la apófisis más corta y con ápice agudo (no redondeado), así como distribución restringida a sustratos calizos y altas elevaciones de la Sierra Madre Oriental. Morfológicamente es similar a *Pinus ×reflexa*.

La sinonimia correcta de *Pinus ayacahuite*, *P. ×reflexa*, *P. strobiformis* y *P. stylesii* se presenta en la tabla 4.

CONCLUSIONES

Los errores en la determinación de especies y la asignación de sinonimias incorrectas causan confusión y errores o retardos en la gestión que repercuten en costos ambientales y económicos, por lo que es importante mejorar el conocimiento sobre los organismos, y definir correctamente sus nombres. Se requiere fomentar trabajos que permitan reconocer y diferenciar las especies en su entorno natural, así como cuidar los aspectos taxonómicos y nomenclaturales de los taxones enlistados en la normatividad con el fin de lograr su mejor manejo y conservación.

TABLA 4. Sinónimos taxonómicos (ST), sinónimos nomenclaturales (SN) y nombres ilegítimos (NI) de *Pinus ayacahuite*, *P. ×reflexa*, *P. strobiformis*, *P. stylesii* y *P. veitchii*.

Pinus ayacahuite C. Ehrenb. ex Schldl

ST: *Pinus ayacahuite* var. *oaxacana* Silba, *P. ayacahuite* subsp. *oaxacana* (Silba) Silba; *P. don-pedrii* Roetzl, *P. loudoniana* Gordon var. *don-pedrii* (Roetzl) Carrière; *P. hamata* Roetzl

Pinus ×reflexa (Engelm.) Engelm.

SN: *Pinus ayacahuite* var. *reflexa* (Engelm.) Voss, *Pinus flexilis* var. *reflexa* (Engelm.) Engelm., *Pinus flexilis* subsp. *reflexa* (Engelm.) A.E. Murray

NI: *Pinus strobiformis* Sudworth

Pinus ayacahuite var. *strobiformis* (Engelm.) Lemmon, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* (Engelm.) Shaw, *P. ayacahuite* var. *strobiformis* (sensu Sargent) Lemmon

Pinus strobiformis Engelm.

SN: *Pinus ayacahuite* subsp. *strobiformis* (Engelm.) A.E. Murray, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw

ST: *Pinus ayacahuite* var. *novogaliciana* Carvajal, *P. novogaliciana* (Carvajal) Carvajal, *P. strobiformis* var. *carvajalii* Silba, *P. strobiformis* subsp. *carvajalii* (Silba) Silba

Pinus stylesii Frankis & Businský

ST: *Pinus strobiformis* var. *potosiensis* Silba

Pinus veitchii Roetzl

SN: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roetzl) Shaw, *P. strobiformis* subsp. *veitchii* (Roetzl) Frankis, *P. veitchii* Roetzl

ST: *P. ayacahuite* subsp. *loudoniana* (Gordon & Glend.) A. E. Murray, *P. ayacahuite* var. *loudoniana* (Gordon & Glend.) Silba, *P. loudoniana* Gordon & Glend.; *Pinus bonaparteae* Roetzl ex Gordon; *P. popocatepetlii* Roetzl

ST: sinónimos taxonómicos; SN: sinónimos nomenclaturales; NI: nombres ilegítimos.

RECONOCIMIENTOS

Craig Martín y Martina Nordstrand facilitaron las imágenes de *P. reflexa* y *P. flexilis*, respectivamente, a través de la plataforma iNaturalistMX. Este trabajo fue financiado por el proyecto Coníferas de México - Inventario, distribución y estado de conservación (SIP 20240913).

REFERENCIAS

- Aguirre-Gutiérrez, J., Serna-Chavez, H. M., Villalobos-Arámbula, A. R., Pérez de la Rosa, J. A., & Raes, N. (2015). Similar but not equivalent: ecological niche comparison across closely-related Mexican white pines. *Diversity and Distributions*, 21(3), 245-257. <https://doi.org/10.1111/ddi.12268>
- Andresen, J. W., & Steinhoff, R. J. (1971). The taxonomy of *Pinus flexilis* and *P. strobiformis*. *Phytologia*, 22(2), 57-70. <https://biostor.org/reference/207434>
- Bisbee, J. (2014). Cone morphology of the *Pinus flexilis-ayacabuite* complex of the southwestern United States and Mexico. *Bulletin of the Cupressus Conservation project*, 3(1), 3-33. https://cupressus.net/bulletin/bulletin05/BullCCP03_1.pdf
- Bortolus, A. (2008). Error cascades in the biological sciences: the unwanted consequences of using bad taxonomy in ecology. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37(2), 114-118. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2008\)37\[114:ecitbs\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2008)37[114:ecitbs]2.0.co;2)
- Carvajal, S., & McVaugh, R. (1992). *Pinus* L. En W. R. Anderson (Ed.), *Flora Novo-Galiciana* (Vol. 17, pp. 32-100). University of Michigan.
- Debreczy, Z., & Rácz, I. (2011). *Conifers around the World* (Vol. 1-2). DendroPress Ltd.
- Earle, C. J. (2024). *The gymnosperm database*. <http://www.conifers.org>
- Engelmann, G. (1848). *Pinus strobiformis*. En F.A. Wislizenus (Ed.), *Memoir of a Tour to Northern Mexico: connected with Col. Doniphan's Expedition in 1846 and 1847* (pp. 102-103). Trippin & Streeper, Printers.
- Farjon, A., & Styles, B. T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica*, 75(21), 1-291. <http://www.jstor.org/stable/4393881>
- Farjon, A., Pérez de la Rosa, J. A., & Styles, B. T. (1997). *Field Guide Pines Mexico Central America* (pp.1-147). Royal Botanic Gardens.
- Felton, A., Petersson, L., Nilsson, O., Witzell, J., Cleary, M., Felton, A. M., Bjorkman, C., Sang, Á. O., Jonsell, M., Holmstrom, E., Nilsson, U., Rönnerberg, J., Kalén, C., & Lindbladh, M. (2020). The tree species matters: Biodiversity and ecosystem service implications of replacing Scots pine production stands with Norway spruce. *A Journal of the Human Environment*, 49, 1035-1049, <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01259-x>
- Ferguson, G. M., Flesch, A. D., & Van Devender, T. R. (2013). Biogeography and Diversity of Pines in the Madrean Archipelago. En G. J. Gottfried, P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, L. G. Eskew, & L. C. Collins (Comps.). *Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and management of the Madrean Archipelago III* (pp. 35-58). Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Frankis, M. (2009). *The high altitude white pines of Mexico and the adjacent SW USA* (*Pinus* L. subgenus *Strobus* Lemmon, Pinaceae). International Dendrology Society. <https://www.dendrology.org/publications/dendrology/pinus-l-subgenus-strobus-lemmon-pinaceae-the-high-altitude-white-pines-of-mexico-and-the-adjacent-sw-usa-michael-franks-200/>
- García Arévalo, A., & González Elizondo, M. S. (2003). *Pináceas de Durango* (2a ed.). Conafor-Instituto de Ecología, A.C.
- Gernandt, D. S., & Pérez-de la Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S126-S133. <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- Goodrich, B. A., Waring, K. M., & Kolb, T. E. (2016). Genetic variation in *Pinus strobiformis* growth and drought tolerance from southwestern US populations. *Tree Physiology*, 36(10), 1219-1235. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw052>
- International Plant Names Index [IPNI] (2024). *International Plant Names Index*. The Royal Botanic Gardens, Kew-Harvard University Herbaria-Libraries and Australian National Herbarium. <http://www.ipni.org>
- International Union for Conservation of Nature [IUCN] (2024). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN. <https://www.iucnredlist.org/>
- Kral, R. (1993). *Pinus*. En Flora of North America Editorial Committee (Eds.), *Flora of North America north of Mexico, Pteridophytes and Gymnosperms* (pp. 373-398). Oxford University Press.
- Leal-Sáenz, A., Waring, K. M., Menon, M., Cushman, S. A., Eckert, A., Flores-Rentería, L., Hernández-Díaz, J. C., López-Sánchez, C. A., Martínez-Guerrero, J. H., & Wehenkel, C. (2020). Morphological differences in *Pinus strobiformis* across latitudinal and elevational gradients. *Frontiers in Plant Science*, 11, 559697. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.559697>
- Lemmon, J. G. (1892). *Handbook of West American Cone-Bearers – Cone-Bearing Trees of Northwest America, North of Mexico and West of the Rocky Mountains* (2a ed.). Pacific Press Publ.



- Menon, M., Bagley, J. C., Friedline, C. J., Whipple, A. V., Schoettle, A. W., Leal-Sáenz, A., Wehenkel, C., Molina-Freaner, F., Flores-Rentería, L., Gonzalez-Elizondo, M. S., Sniezko, R. A., Cushman, S. A., Waring, K. M., & Eckert, A. J. (2018). The role of hybridization during ecological divergence of southwestern white pine (*Pinus strobiformis*) and limber pine (*P. flexilis*). *Molecular Ecology*, 27(5), 1245-1260. <https://doi.org/10.1111/mec.14505>
- Moreno-Letelier, A., & Piñero, D. (2009). Phylogeographic structure of *Pinus strobiformis* Engelm. across the Chihuahuan Desert filter-barrier. *Journal of Biogeography*, 36(1), 121-131. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02001.x>
- Moreno-Letelier, A., & Barraclough, T. G. (2015). Mosaic genetic differentiation along environmental and geographic gradients indicate divergent selection in a white pine species complex. *Evolutionary Ecology*, 29, 733-748. <https://doi.org/10.1007/s10682-015-9785-4>
- Moreno-Letelier, A., Ortíz-Medrano, A., & Piñero, D. (2013). Niche Divergence versus Neutral Processes: Combined Environmental and Genetic Analyses Identify Contrasting Patterns of Differentiation in Recently Diverged Pine Species. *PLoS ONE*, 8(10), e78228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078228>
- Ortiz-Martínez, A., Ornelas-García, C. P., Moo-Llanes, D. A., Piñero, D., Pérez de la Rosa, J. A., Peláez, P., & Moreno-Letelier, A. (2024). Species delimitation using multiple sources of evidence from the *Pinus strobiformis*-*Pinus ayacahuite* Species Complex. *Botanical Sciences*, 102(2), 482-498. <https://doi.org/10.17129/botsci.3364>
- Pérez de la Rosa, J. A. (1993). *Taxonomía de Pinus ayacahuite y Pinus strobiformis* [Tesis de maestría en ciencias, Colegio de Postgraduados].
- Plants of the World Online [POWO] (2024). *Pinus ayacahuite var. estrobiforme (Engelm.) Lemmon*. Royal Botanical Gardens Kew Science. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:386151-4>
- Sargent, C. S. (1889). Notes upon some North American trees, XIV. *Pinus reflexa* Engelm. *Garden and Forest*, 2, 496.
- Sargent, C. S. (1922). *Manual of the trees of North America (exclusive of Mexico)* (2a ed.). The Riverside Press.
- Secretaría del 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.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] (2019). *Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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. https://www.dof.gob.mx/index_111.php?year=2019&month=11&day=14
- Shaw, G. R. (1909). *The pines of Mexico*. J. R. Ruitter. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.28493>
- Shaw, G. R. (1914). *The Genus Pinus*. Riverside Press. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.55211>
- The Plant List (2024). *Pinus ayacahuite var. estrobiforme (Engelm.) Lemmon*. Kew and Missouri Botanical Garden. <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-2872045>
- Tropicos (2024). *Tropicos connecting the world to botanical data since 1982*. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/>
- Steinhoff, R. J., & Andresen, J. W. (1971). Geographic variation in *Pinus flexilis* and *Pinus strobiformis* and its bearing on their taxonomic status. *Silvae Genetica*, 20(5/6), 159-67.
- Sudworth, G. B. (1897). *Nomenclature of the arborescent flora of the United States*. Government Printing Office.
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monro, A. M., Prado, J., Price, M. J., & Smith, G. F. (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Villagómez-Loza, M. A., Bello-González, M. Á., & Isarain-Chávez, E. (2014). *Pinus strobiformis* Engelm.: Nueva localidad para Guanajuato, México. *Agrociencia*, 48(6), 615-625.
- Wang, B. (2013). *Hybridization and Evolution in the Genus Pinus* [Tesis doctoral, Umeå University].

Manuscrito recibido el 02 de julio 2024

Aceptado el 11 de julio de 2025

Publicado el 5 de marzo de 2026

Este documento se debe citar como:

González-Elizondo, M. S., González-Gallegos, J. G., Piedra-Leandro, N. L., González-Elizondo, M., Tena Flores, J. A., Ruacho-González, L., & Silva Flores, R. (2026). Taxonomía y nomenclatura de *Pinus strobiformis* y su situación en la NOM-059-SEMARNAT-2010. *Madera y Bosques*, 32, e322691. <https://doi.org/10.21829/myb.2026.322691>



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercialCompartirIgual 4.0 Internacional.