



**Situación actual y amenaza de las coníferas endémicas
de la Sierra Madre Occidental, México**
**Current status and threats of the endemic conifers in the
Sierra Madre Occidental range, Mexico**

Lizeth Ruacho-González^{1,2}, M. Socorro González-Elizondo², José Javier Corral-Rivas³, Jesús Guadalupe González-Gallegos^{2*}

Fecha de recepción/Reception date: 3 de diciembre de 2025.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 24 de marzo de 2026.

¹Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. México.

³Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad Juárez del Estado de Durango. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: xanergo@gmail.com

*Corresponding author; e-mail: xanergo@gmail.com

Resumen

El problema de la pérdida de especies se ha posicionado como uno de los principales desafíos de la conservación de la biodiversidad. Este trabajo evalúa el nivel de riesgo al que se enfrentan 13 taxones de coníferas endémicas de la Sierra Madre Occidental (SMO), México. Se utilizaron tanto los criterios de la Lista Roja de la UICN como el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MERE) de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se identificaron zonas prioritarias de conservación por medio de la superposición de las distribuciones de cada taxón y un análisis de complementariedad. Los resultados revelaron que hay al menos dos zonas de prioridad extrema que albergan una alta riqueza de coníferas endémicas, varias de las cuales enfrentan amenazas y no están consideradas en la legislación vigente. Se sugiere que varios taxones sean añadidos o reclasificados en categorías de mayor riesgo, como *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* y *Abies neodurangensis* a "En Peligro", destacando su fragilidad ante distintas amenazas. Aunque el manejo forestal sostenible ha contribuido para mantener la estabilidad de algunas especies comerciales como *Pinus cooperi*, la mayoría son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático. Es fundamental ampliar el conocimiento existente sobre las especies por medio de estudios de sistemática, inventarios dasométricos, análisis genéticos y modelación climática. Es esencial que los actores sociales que manejan el bosque conozcan con precisión las especies que hay, con el fin de fomentar una cultura de conservación que priorice la gran diversidad de las coníferas endémicas de la SMO.

Palabras clave: *Abies*, conservación, *Juniperus*, Lista Roja UICN, NOM-059-SEMARNAT-2010, riesgo.

Abstract

The issue of species loss has emerged as one of the main challenges facing biodiversity conservation. This study evaluates the level of risk faced by 13 taxa of conifers native to the *Sierra Madre Occidental* (*SMO* for its acronym in Spanish), Mexico. Both the IUCN Red List criteria and the Extinction Risk Assessment Method (*MERE* for its acronym in Spanish) specified in NOM-059-SEMARNAT-2010 were used. In addition, priority conservation areas were identified by overlaying the distributions of each taxon and conducting a complementarity analysis. The results revealed that there are at least two areas of extreme priority that are home to a large diversity of endemic conifers, several of which face threats and are not covered by the current legislation. It is suggested that several taxa be added to or reclassified into higher-risk categories —e. g., *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* and *Abies neodurangensis* to “At Risk”—, to highlight their vulnerability to various threats. Although sustainable forest management has helped maintain the stability of some commercial species, such as *Pinus cooperi*, most are highly vulnerable to the effects of climate change. It is essential to expand our current knowledge of species through systematic studies, dasometric surveys, genetic analyses, and climate modeling. An accurate understanding of these species by the stakeholders managing the forest is essential in order to promote a culture of conservation that prioritizes the rich diversity of conifers endemic to the *SMO*.

Keywords: *Abies*, conservation, *Juniperus*, IUCN Red List, NOM-059-SEMARNAT-2010, risk.

Introducción

La crisis mundial de la biodiversidad se evidencia mediante una rápida disminución de especies y el consecuente deterioro de los servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar de las generaciones presentes y futuras (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES], 2019; Koleff & Urquiza-Hass, 2011). Entre las numerosas causas que contribuyen a esta situación, están la continua pérdida del hábitat natural, el aprovechamiento insostenible de los recursos naturales, la intensificación de sequías asociadas al cambio climático y una mayor vulnerabilidad a plagas, enfermedades y a la invasión de especies exóticas (Pfenning-Butterworth et al., 2024).

La evaluación y protección legal de las especies en peligro de extinción son fundamentales para la conservación de la biodiversidad. Clasificar las especies en función de su riesgo de extinción es una herramienta básica para tomar decisiones mejor informadas y desarrollar estrategias de conservación eficaces, que permitan priorizar la asignación de recursos hacia las especies con mayor riesgo (Cossios &

Maffei, 2021). El estado de riesgo de las especies sirve como un indicador relevante de la salud de los ecosistemas y como una base para la formulación de políticas de conservación (Pérez-Sarabia *et al.*, 2020).

A nivel mundial, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) es la autoridad líder en la evaluación del riesgo de extinción, en ella se integran criterios científicos rigurosos que han sido adoptados en políticas internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Butchart *et al.*, 2025; De Grammont & Cuarón, 2006). En México, se emplea la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 para atender situaciones similares, la cual utiliza el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción (MERE) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2010, 2019).

Por otra parte, es esencial que exista una correspondencia entre las categorías de las listas nacionales y la Lista Roja de la UICN, ya que las discrepancias no fundamentadas podrían señalar la necesidad de una reevaluación para implementar medidas de conservación (Brito *et al.*, 2010; Esperon-Rodriguez *et al.*, 2024). A pesar de la existencia de estas normativas, existen numerosos taxones que aún no han sido evaluados bajo ningún plan de protección, lo que sugiere la posibilidad de que algunos de ellos estén en una situación de riesgo no reconocida (Pimm *et al.*, 2014). El caso de las especies endémicas debería ser prioritario, ya que cualquier amenaza dentro de su limitada área de distribución puede tener consecuencias devastadoras sobre toda su población (Myers, 1990).

Es preciso señalar que, en comparación con otros grupos de organismos, las plantas han recibido menos atención desde la perspectiva de conservación, lo cual constituye una negligencia en relación con su importante rol ecológico (Caldwell *et al.*, 2024). Dentro de este rezago, las coníferas se distinguen como un grupo particularmente sensible ante al cambio climático; por lo tanto, enfrentan un alto riesgo de extinción a nivel global (Allen *et al.*, 2010; Farjon & Page, 1999; Farjon *et al.*, 2006; McDowell *et al.*, 2016). Esta vulnerabilidad se asocia a que las gimnospermas suelen presentar tasas de crecimiento relativamente lentas, periodos de maduración tardíos y, en

muchos casos, una distribución geográfica restringida, lo que limita su capacidad de adaptación y dispersión ante cambios rápidos en su entorno.

Debido a la combinación de estas características intrínsecas, así como a las diversas amenazas antropogénicas y al cambio climático, las coníferas fueron uno de los primeros grupos en ser evaluados por la UICN (Farjon & Page, 1999). Desde entonces, se ha observado un aumento en el número de especies en riesgo (Workman, 2014), ello destaca la relevancia de darles seguimiento y actualizar periódicamente su estado de conservación para establecer estrategias de protección más efectivas (Xie et al., 2022).

En México se encuentran 39 taxones de coníferas (cerca de 40 % del total) clasificados en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 16 de ellos se incluyen en la Lista Roja (Gernandt & Pérez-de la Rosa, 2014). La Sierra Madre Occidental alberga el mayor número de coníferas de México que incluyen 13 endémicas, de las cuales solamente dos están listadas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Picea chihuahuana* Martínez y *Pinus maximartinezii* Rzed. (En Peligro de Extinción) (Semarnat, 2019, 2025). Por otro lado, la UICN reconoce siete taxones de este macizo montañoso con categorías de amenaza entre Vulnerable y En Peligro. Esas disparidades entre escalas geográficas y taxa listados resaltan la necesidad de cotejar los diferentes instrumentos y reevaluar a los taxones para tomar acciones adecuadas para su protección.

Bajo este contexto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel de vulnerabilidad de las coníferas endémicas de la Sierra Madre Occidental para identificar sitios prioritarios para su conservación. Esta evaluación constituye un paso fundamental para incluir los taxones estudiados en los planes de manejo forestal y en iniciativas efectivas de conservación en la región.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Sierra Madre Occidental (SMO) es la cadena montañosa de mayor extensión en México y se extiende en dirección noroeste-sureste, desde el norte de Chihuahua y Sonora hasta el norte de Jalisco y sur de Zacatecas (González-Elizondo *et al.*, 2012).

Con base en criterios fisiográficos y ecológicos es posible identificar tres ecorregiones en la zona templada de la SMO (González-Elizondo *et al.*, 2012): (1) Región Madreña *sensu stricto*, ubicada en la zona de mayor altitud y caracterizada por climas templados-fríos; (2) Madreña Tropical en la vertiente occidental, con climas templado-cálidos y subhúmedos; y (3) Madreña Xerófila, situada en el piedemonte de la vertiente oriental, con climas secos y temperaturas extremas de tipo continental.

Sus características fisiográficas y su complejidad ecológica la han convertido en un corredor biológico de gran importancia para las plantas leñosas de origen boreal, con una notable diversidad y concentración de endemismos (González-Elizondo *et al.*, 2012).

Coníferas endémicas de la Sierra Madre Occidental

Con base en una revisión de literatura (Adams, 2014; Debreczy & Rácz, 2011; Gernandt & Pérez-de la Rosa, 2014) y ejemplares de herbario, así como en trabajo de campo, se identificaron las coníferas endémicas a la Sierra Madre Occidental. Posteriormente, se llevó a cabo una búsqueda de cada taxón en la Lista Roja de la

UICN (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2023) y la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2019, 2025) con el objetivo de identificar la categoría de amenaza en la que se encuentran.

Se obtuvieron registros de las bases de datos de los herbarios CIIDIR, UACH-HER, UAZ, el portal de información SEINet (Red Regional de herbarios de América del Norte), SNIB (Sistema Nacional de información sobre Biodiversidad en México, que incluye registros de iNaturalist) y Monafor (Sistema Nacional de Sitios de Monitoreo Forestal y de Suelos: <http://forestales.ujed.mx/monafor>). Para los registros que carecían de coordenadas o que tenían datos erróneos, se estimaron las coordenadas con base en la descripción de las localidades de colecta. Se realizó una depuración de los registros de las bases de datos consultadas. Con el fin de reducir la autocorrelación espacial de los taxones, se excluyeron los registros cuya proximidad con otros puntos del mismo taxón fuera menor a 2 km de radio.

Criterios de la Lista Roja de la UICN

La Lista Roja utiliza cinco criterios para evaluar la pertinencia de una especie bajo alguna categoría de amenaza (UICN, 2012).

Criterio A, de reducción de la población. Se evalúa mediante la observación directa, o con índices de abundancia, y la disminución o deterioro del hábitat debido a niveles de explotación reales o potenciales; o como resultado de especies introducidas, así como patógenos contaminantes o parásitos.

Criterio B, respecto a la distribución geográfica. Se representa mediante el área de ocupación de cada registro en un radio de 4 km² (AOO) y la extensión de presencia (EOO), que corresponde al área comprendida por un polígono que incluye los registros de ocurrencia. Para cumplir este criterio de manera efectiva, también se consideran

el número de localidades (fragmentación), la disminución de las poblaciones o las variaciones extremas en los aspectos del Criterio A.

Los criterios C y D se refieren a la limitada cantidad de poblaciones y su disminución en número de individuos maduros y en la extensión proyectada para el futuro (hasta un máximo de 100 años).

El criterio E evalúa la posibilidad de extinción de una especie mediante un análisis cuantitativo.

La UICN señala que el mero cumplimiento de un solo criterio es adecuado para que un taxón pueda ser clasificado en alguna categoría de amenaza (UICN, 2012). Sin embargo, también se subraya la importancia de evaluar todos los criterios, en la medida que la información esté disponible; finalmente se debe indicar cuales son los que se cumplen.

A partir de los registros georreferenciados se tuvo la información para evaluar el Criterio B. El parámetro de *EOO* fue obtenido por medio del programa de acceso abierto *GeoCAT* (Bachman et al., 2011), y se representó en mapas de distribución para cada taxón. El *AOO* fue desestimado debido a que, por el bajo número de registros, todos los taxones se agruparon en la categoría de "En Peligro".

Se llevó a cabo una revisión de la literatura disponible sobre cada taxón para evaluar los aspectos de los otros criterios (B y D-E).

Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas

El Método de Evaluación de Riesgo de Extinción (MERE) de Plantas (Anexo Normativo II) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), aborda cuatro criterios que determinan el Índice de rareza y el de impacto antropogénico de las especies vegetales.

El Índice de rareza se calcula por medio del Criterio A que corresponde a las características de la distribución geográfica, el Criterio B describe las características del hábitat y el Criterio C evalúa la vulnerabilidad biológica intrínseca de la especie (con base en aspectos demográficos, genéticos e interacciones bióticas especializadas). El Índice de impacto antropogénico es evaluado bajo el Criterio D, que mide el efecto de las actividades humanas sobre el hábitat o uso del taxón.

Los cuatro criterios del MERE de Plantas se consideran igualmente importantes y tienen un valor individual máximo de "1". Para calcular la puntuación total en cada aspecto, debe normalizarse dividiendo por el puntaje máximo en ese mismo aspecto para que el valor máximo sea 1. Las clasificaciones de riesgo se determinan basándose en la suma de los puntajes obtenidos en los cuatro criterios (Semarnat, 2010).

Sitios Prioritarios de Conservación

Con la finalidad de identificar áreas prioritarias para la conservación de las coníferas endémicas, en *ArcMap* 10.8 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2019) se generó una malla con hexágonos de 256 km², extensión similar a la de los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio] et al., 2007), a la cual se agregaron los registros de todas las especies. Una vez obtenidos los hexágonos con presencia de las especies, a cada registro se le asignó un valor de conservación en función de la categoría resultante en la evaluación del MERE por especie: 1 para En Peligro, 0.8 para Amenazada, 0.6 para Protección Especial y 0.4 para las que resultaron de riesgo menor. Esta categorización se utilizó para optimizar el valor de las celdas, no solo por el número de especies presentes, sino por el grado de amenaza de cada una.

Además, se llevó a cabo un análisis de complementariedad para identificar los sitios de prioridad extrema. Este proceso inició excluyendo a los taxones con registros dentro de alguna Área Natural Protegida (ANP) (Conabio, 2020; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [Conabio & Conanp], 2024). Posteriormente, el análisis se efectuó de manera iterativa al seleccionar el hexágono de mayor riqueza, las especies contenidas en esa celda se excluían para la siguiente repetición.

Por último, se contrastaron las unidades de conservación resultantes contra las ANP, así como con los Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad (Conabio *et al.*, 2007).

Resultados y Discusión

Se identificaron 13 taxones de coníferas endémicas a la Sierra Madre Occidental, seis de la familia Cupressaceae y siete de Pinaceae (Cuadro S1). Se obtuvo una matriz de datos de 658 registros georreferenciados, *Pinus cooperi* C. E. Blanco fue el taxón con mayor frecuencia ($n=291$), seguido por *Juniperus durangensis* var. *durangensis* Martínez (124 registros). Los taxones con una frecuencia notablemente menor (73 %), con menos de 25 registros cada uno.

Las claves de los criterios presentados en cada descripción, así como las evaluaciones de la Lista Roja de la UICN y el MERE de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presentan en los cuadros S2 a S14; las nuevas categorías propuestas se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución y categoría de amenaza propuesta para las coníferas endémicas de la Sierra Madre Occidental, México.

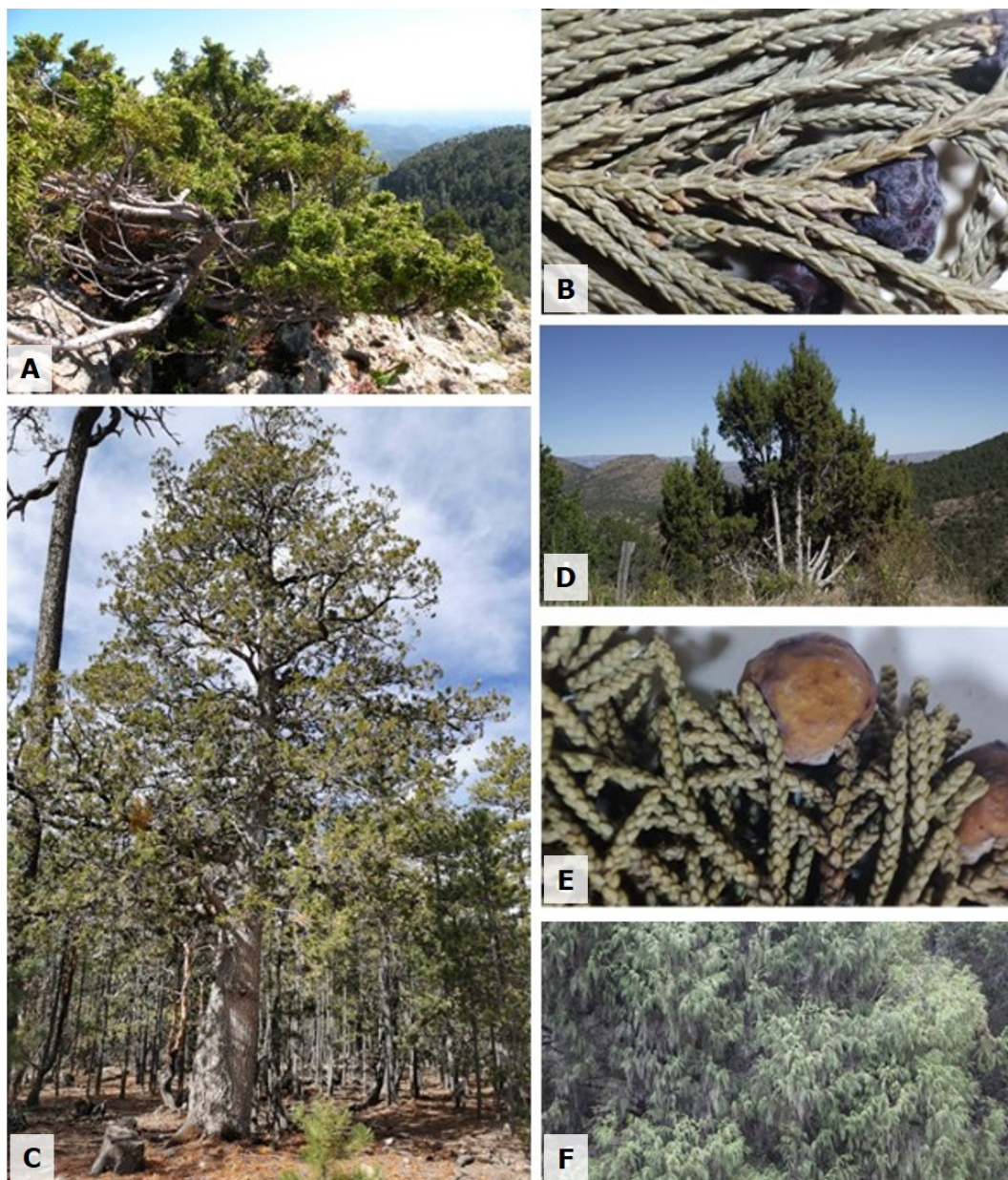
Taxón	Distribución		Categoría de amenaza propuesta	
	Altitud (m)	Estado	UICN	NOM-059
Cupressaceae				
<i>Juniperus blancoi</i> var. <i>huehuentensis</i> R. P. Adams, S. González & M. González	3 150-3 350	Dgo., Chih.	EN	P
<i>Juniperus blancoi</i> var. <i>mucronata</i> (R. P. Adams) Farjon	1 300-2 200	Chih., Son.	VU*	A
<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>robusta</i> Martínez	2 000-3 300	Dgo., Chih., Son., Zac.	VU*	--*
<i>Juniperus durangensis</i> var. <i>durangensis</i> Martínez	1 950-3 300	Dgo., Chih., Jal., Sin., Son., Zac.	LC*	--*
<i>Juniperus durangensis</i> var. <i>topiensis</i> R. P. Adams & S. González	1 700-2 200	Dgo., Chih.	EN	A
<i>Juniperus poblana</i> var. <i>decurrens</i> R. P. Adams	1 300-2 200	Dgo., Sin.	VU	Pr
Pinaceae				
<i>Abies durangensis</i> Martínez	1 800-3 300	Dgo., Chih., Son., Zac.	LC*	Pr
<i>Abies neodurangensis</i> Debreczy, I. Rácz & R. M. Salazar	1 900-2 500	Dgo., Sin.	EN	P
<i>Picea chihuahuana</i> Martínez	2 250-2 900	Dgo., Chih.	EN*	P*
<i>Pinus cooperi</i> C. E. Blanco	1 950-3 200	Dgo., Chih.	VU*	--*
<i>Pinus gordoniana</i> var. <i>sinaloensis</i> (Debreczy & I. Rácz) Frankis	1 200-1 800	Dgo., Sin.	EN	A
<i>Pinus maximartinezii</i> Rzed.	1 800-2 400	Dgo., Zac.	EN*	P*
<i>Pinus yecorensis</i> Debreczy & I. Rácz	900-2 300	Chih., Son.	LC	--*

UICN = Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; NOM-059 = NOM-059-SEMARNAT-2010. EN = En peligro; VU = Vulnerable; LC = Preocupación menor. P = En peligro; A = Amenazada; PR = Protección especial. -- = Riesgo menor; *Conserva su categoría actual. Dgo. = Durango; Chih. = Chihuahua; Son. = Sonora; Zac. = Zacatecas; Jal. = Jalisco; Sin. = Sinaloa.

Familia Cupressaceae

***Juniperus blancoi* var. *huehuentensis* R. P. Adams, S. González & M. González**

Esta variedad crece de forma arbustiva en las cimas de mayor elevación de la SMO, por encima de los 3 150 m snm (Figura 1A). Su distribución se restringe al Cerro Huehuento, en San Dimas, Durango; Cerro Gordo en Pueblo Nuevo, Durango; y Cerro Mohinora en Guadalupe y Calvo, Chihuahua (Figura S1).



A = *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*; B = *J. blancoi* var. *mucronata*, hojas y cono; C = *J. deppeana* var. *robusta*; D = *J. durangensis* var. *durangensis*; E = *J. durangensis* var. *topiensis*, hojas y cono; F = *J. poblana* var. *decurrens*.

Fotografías: A y C: M. S. González-Elizondo; B, D, E y F: L. Ruacho-González.

Figura 1. Coníferas de la familia Cupressaceae endémicas a la Sierra Madre Occidental.

El número total de individuos estimados apenas alcanza los 300. Debido a su ubicación en el último piso altitudinal de la SMO, se prevé una reducción eventual de los individuos en cada cima debido al calentamiento, ya que no tienen a donde migrar para encontrar las condiciones que requieren (Mastretta-Yanes *et al.*, 2012).

Por otra parte, la población de Cerro Mohinora enfrenta una vulnerabilidad adicional debido al impacto de la actividad humana, pues en el lugar se localizan antenas de telecomunicaciones que requieren mantenimiento, lo que supone una amenaza directa (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [Conanp], 2017); las otras dos localidades no tienen este problema.

Con base en los criterios de evaluación de la *Red List* y el MERE, el taxón se categoriza como "En Peligro", lo que implica cambiar la categoría de "Vulnerable" en la UICN e incluirse en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para buscar su protección a través de la legislación (Cuadro 1).

***Juniperus blancoi* var. *mucronata* (R. P. Adams) Farjon**

Árbol y a veces arbusto, se distingue porque sus hojas poseen un ápice o terminación prominentemente acuminado o mucronado (Figura 1B). Es endémico de la porción norte de la SMO en los límites entre Chihuahua y Sonora (Figura S1), en altitudes desde 1 300 hasta 2 200 m.

Es uno de los taxones menos estudiados, por lo que se desconoce bastante de su dinámica poblacional y genética. Tampoco se encontraron registros de afectaciones por disturbio o algún agente biológico. Debido a su crecimiento no se cita su uso como especie de aprovechamiento forestal.

El área de distribución estimada sugiere que esta variedad pudiera categorizarse como "Vulnerable" bajo el criterio "B1" de la UICN (11 311 km²), de manera que se confirma la categoría en la que actualmente se encuentra en la Lista Roja. De acuerdo con el MERE, se sugiere su inclusión en la Norma bajo la categoría de "Sujeta a Protección Especial".

***Juniperus deppeana* var. *robusta* Martínez**

Se distingue por presentar copa oblonga y placas gruesas cuadrangulares en su corteza (Figura 1C). Es el taxón con la mayor área de distribución entre los estudiados, se localiza desde 2 000 hasta 3 300 m snm en zonas de Sonora, Chihuahua, Durango y Zacatecas (Figura S1). Por su *EOO* no debería estar bajo ninguna categoría de amenaza; sin embargo, se carece de información disponible que respalde los criterios que actualmente tiene en la Lista Roja (VU B2ab(ii,iii,v)).

En la evaluación del MERE, acumuló un puntaje inferior a 1.2, lo cual es insuficiente para colocarla en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre los aspectos que la hacen vulnerable se observó que, en algunos predios, estos árboles son aprovechados debido a su fuste y gran diámetro (Martínez, 1946); en otras localidades se ha registrado su uso como postes para cercos, la construcción de viviendas o para leña (Farjon, 2019).

Dadas las consideraciones anteriores, se sugiere mantener el estatus actual en cada instrumento de evaluación: "Vulnerable" en la Lista Roja de la UICN y sin inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 1).

***Juniperus durangensis* var. *durangensis* Martínez**

Conocido comúnmente como táscate o cedro chino en el área de estudio, crece como arbusto o árbol con una altura de hasta 6 m, de copa irregular. Se distingue por su corteza fibrosa que se desprende en tiras longitudinales (Figura 1D). Se distribuye en la mayor parte de la SMO, en altitudes de 1 950 a 3 300 m (Figura S2).

Aunque es apreciado localmente para la fabricación de adornos, como leña o carbón, el mayor impacto se da por su remoción en proyectos que implican aclareo de áreas (Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral "Topia", 2020). Las evaluaciones con los criterios de la Lista Roja y el MERE no lo categorizan como un taxón amenazado. Sin embargo, hay vacíos de información sobre su ecología y diversidad genética, que de ser resarcidos pudieran dar más elementos sobre su vulnerabilidad a largo plazo frente a las presiones generadas por actividades humanas y los cambios ambientales.

***Juniperus durangensis* var. *topiensis* R. P. Adams & S. González**

Esta variedad se distingue por tener de 5 a 9 semillas por cono, en contraste con la presencia de 1-3(-4) semillas en la variedad típica de *J. durangensis* (Figura 1E); y por ser un arbusto pequeño (1-1.5 m) con mayor número de ramas, aunque menos amontonadas, y forma colonias densas. Se describió de los alrededores de Topia, Durango, pero hay una población disyunta en el Parque Nacional Cascada de Basaseachi, Chihuahua (Figura S2).

Esta variedad de *Juniperus* no se lista bajo ningún marco normativo de protección, aun cuando su distribución restringida y el escaso número de localidades sugieren un alto riesgo de extinción de linaje evolutivo único (Adams *et al.*, 2012). Por lo anterior, su inclusión en las categorías de "En Peligro" en la Lista Roja y "Amenazada" en la NOM-059-SEMARNAT-2010, debería ser prioritaria.

***Juniperus poblana* var. *decurrens* R. P. Adams**

Se distingue, especialmente, por sus hojas decurrentes, con ápice divergente y ramillas en forma abanicada y flácidas, dando un aspecto caído (Figura 1F). Se encuentra en la ecorregión Madreña Tropical en Durango y Sinaloa, en un intervalo altitudinal de 1 300 a 2 200 m (Figura S2). Su limitada distribución geográfica y la posibilidad de que su entorno sea alterado (Adams & Schwarzbach, 2015) son factores que respaldan su clasificación como “Vulnerable” en la Lista Roja y “Sujeta a Protección Especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El estudio genético de Adams et al. (2018) evidencia que está separado de *J. poblana* var. *poblana* y de *J. flaccida* Schltldl. por varios eventos mutacionales. Esta divergencia en su historia evolutiva reafirma su importancia como una singular entidad de conservación genética.

Familia Pinaceae

***Abies durangensis* Martínez**

Es una especie arbórea que desarrolla una copa cónica-piramidal bien definida. Los juveniles tienen un tronco liso de tonalidad grisácea que se torna más oscura y escamosa a través de los años. Sus hojas están dispuestas en dos hileras a lo largo de las ramillas, las cuales son glabras o ligeramente pubescentes (García-Arévalo & González-Elizondo, 1998) (Figura 2A). Se encuentra en zonas frías y húmedas de la región Madreña, en altitudes desde 1 800 hasta 3 300 m (Figura S3).



Ramillas de: A = *Abies durangensis*; B = *A. neodurangensis*; C = *Picea chihuahuana*. Detalle de forma de las hojas de: D = *Pinus cooperi* (rígidas y curvadas); E = *P. arizonica* (rectas). F = *P. gordoniana* var. *sinaloensis*; G = *P. maximartinezii*; H = *P. yecorensis*. Fotografías: A y E: M. S. González-Elizondo; B y H: C. O. Rodríguez-Lozano; C: R. M. Gutiérrez-Sánchez; D y G: L. Ruacho-González; F: H. Ávila-González.

Figura 2. Coníferas de la familia Pinaceae endémicas a la Sierra Madre Occidental.

Debido a su amplia distribución en la SMO y ante la falta de estudios demográficos se sugiere mantenerla en la categoría "LC" que actualmente tiene asignada en la Lista Roja, ya que no hay evidencias suficientes que indiquen un inminente riesgo de amenaza en un futuro cercano. Por otro lado, los estudios dendrocronológicos han revelado que tiene una alta sensibilidad climática, que reflejan afectaciones en su crecimiento radial por estrés fisiológico debido a sequías (Pompa-García et al., 2020). Por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones más detalladas para estimar adecuadamente el riesgo al que está expuesto el taxón.

La evaluación del MERE, que considera más criterios de vulnerabilidad que la Lista Roja, posiciona a esta especie como candidata para incluirse bajo la categoría de "Sujeta a Protección Especial".

***Abies neodurangensis* Debreczy, I. Rácz & R. M. Salazar**

Se encuentra en la región Madreña Tropical, entre 1 900 y 2 500 m snm en Durango y Sinaloa (Figura S3). Es muy similar a *Abies durangensis*, de la cual se distingue por tener hojas más grandes (3.3-5.3 cm) y flexibles, con el haz de color verde intenso, y ramillas densamente pubescentes (García-Arévalo & González-Elizondo, 1998) (Figura 2B).

Presenta una fenología particular en la maduración de los conos, respecto a *A. durangensis*. En *A. neodurangensis* los conos maduros se presentan de mayo a junio, mientras que en esos mismos meses *A. durangensis* está en floración (Debreczy & Rácz, 1995). Esa asincronía representa una barrera reproductiva que impide el flujo genético entre ambas especies y la posible formación de híbridos, por lo que ambos linajes permanecen segregados.

Las evaluaciones con los dos instrumentos utilizados en este estudio categorizan a la especie como “En Peligro” de extinción. Su área de distribución reducida y sus escasas localidades conocidas representan una condición de vulnerabilidad inminente ante la fragmentación del hábitat y efectos del cambio climático. Su inclusión tanto en la Lista Roja como en la NOM-059-SEMARNAT-2010 debe ser prioritaria.

***Picea chihuahuana* Martínez**

Es una de las tres especies de *Picea* nativas de México, y es considerada como uno de los taxa emblemáticos en el ámbito de la conservación, debido a su valor ecológico y científico, particularmente por su distribución relictual. Es también uno de los taxones con más información disponible, tanto en aspectos demográficos y genéticos como de vulnerabilidad ante el cambio climático (González-Elizondo & Wehenkel, 2022; Jaramillo-Correa *et al.*, 2006; Ledig *et al.*, 2000, 2010; Mendoza-Maya *et al.*, 2015; Pinedo-Alvarez *et al.*, 2019; Wehenkel & Sáenz-Romero, 2012).

Esta especie llega a medir 40 m de altura y tener un diámetro a la altura del pecho (*DAP*) de 90 cm aproximadamente. Su copa es cónica (a veces muy estrecha), con ramas ampliamente espaciadas; las ramas inferiores suelen ser casi horizontales o ligeramente colgantes, mientras que las superiores son algo levantadas. Sus hojas son de color azul-grisáceo con un ápice agudo y punzante (Figura 2C).

Aunque su *EOO* sugiere que la especie debería estar bajo la categoría de “Casi Amenazada” (NT), su distribución es altamente fragmentada en pequeñas poblaciones dispersas en Chihuahua y Durango (Figura S3). Se desarrolla en cañadas húmedas y frías y suele estar asociada a otros géneros de coníferas como *Abies*, *Hesperocyparis*, *Pinus* y *Pseudotsuga*; en altitudes que varían entre 2 250 y 2 900 m. *Picea chihuahuana* está clasificada como “En Peligro” tanto en la Lista Roja como en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las evaluaciones realizadas en este estudio ratifican su

condición en ambas listas de especies en riesgo. Su principal amenaza es la tendencia al incremento de la temperatura anual promedio y de sequías más frecuentes y prolongadas. Investigaciones genéticas (Ledig et al., 2010) han demostrado que *P. chihuahuana* presenta una de las diversidades genéticas más bajas entre las píceas mexicanas, lo que la hace más vulnerable a cambios ambientales.

Por ello, la reproducción fuera del hábitat natural y el intercambio de plantas entre distintas poblaciones se perfilan como estrategias vitales para su supervivencia (Mendoza-Maya et al., 2015). La reproducción asistida mediante intercambio genético es pertinente en esta situación debido al aislamiento extremo y la reducida diversidad genética de sus poblaciones, lo que constituye la amenaza más inmediata de extinción por baja variabilidad y efectos endogámicos (Ledig et al., 2010; Mendoza-Maya et al., 2015).

***Pinus cooperi* C. E. Blanco**

Esta especie ha sido considerada una variedad de *Pinus arizonica* Engelm. (Farjon & Styles, 1997); sin embargo, tiene características particulares que la han llevado a ser reconocida como una especie independiente (García-Arévalo & González-Elizondo, 1998). Su rasgo más distintivo es el de las hojas curvadas ascendentes, de color verde azulado a grisáceo y colocadas hacia el ápice de la ramilla (Figura 2D), lo que la diferencia de *P. arizonica*, cuyas acículas son rectas, más delgadas, de color verde pálido a verde limón y distribuidas a lo largo de la ramilla (Figura 2E).

Pinus cooperi tiene una amplia distribución en la región Madreña, entre los 1 650 a 3 200 m snm en Chihuahua y Durango (Figura S4). Se encuentra en laderas poco pronunciadas, de suelos profundos en donde tiende a formar manchas puras.

Esta especie es de gran importancia comercial en el sector forestal de la región. Aunque su madera suele ser nudosa por la formación de ramas bajas, es de buena

calidad para la elaboración de diversos productos maderables (de la Paz-Pérez-Olvera & Dávalos-Sotelo, 2016).

A pesar de su aprovechamiento, mediante el manejo forestal sostenible se ha logrado mantener estable su dinámica poblacional, y solo algunas poblaciones presentan un impacto moderado debido a las actividades humanas. Entre sus principales amenazas están los incendios forestales y los escenarios futuros del cambio climático, que podrían reducir su distribución 30 % para finales del siglo (Ruacho-González *et al.*, 2025). Estos factores dieron como resultado la categoría de "Vulnerable" en la Lista Roja, calidad que actualmente tiene; en cambio, con el MERE no alcanza el puntaje para alguna categoría de protección.

***Pinus gordoniana* var. *sinaloensis* (Debreczy & I. Rácz) Frankis**

Se distingue de *P. gordoniana* var. *gordoniana* Hartw. ex Gordon por su porte más bajo, vaina muy corta y conos ampliamente ovoides a subglobosos, redondeados en la base. Previamente, se consideró variedad de *P. yecorensis* Debreczy & I. Rácz, de la que se distingue, también, por su porte más bajo y sus conos de menor tamaño (Frankis, 2024) (Figura 2F). Se conoce de Sinaloa y Durango, entre los 1 200 y 1 800 m snm, en áreas de transición entre los bosques de pino-encino de la región Madreense Tropical hacia el bosque tropical caducifolio (Figura S4).

La variedad *sinaloensis* carece de una evaluación de conservación en los marcos legales. Debido a su distribución limitada y a los escasos individuos observados, es probable que sea más susceptible a las amenazas que otras variedades de pinos con poblaciones más grandes. Al aplicar los criterios de la Lista Roja, se identificó que este taxón puede estar "En Peligro", principalmente por el reducido número de localidades. En cuanto al MERE se clasifica en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como "Amenazada", lo que significa un primer paso en su conservación.

***Pinus maximartinezii* Rzed.**

El llamado pino azul es una especie emblemática por ser el piñonero con los conos y las semillas de mayor tamaño del mundo (Figura 2G). Es un árbol de talla mediana (5-15 m) que forma una copa ancha e irregular, la corteza de los árboles jóvenes es lisa y grisácea, y al madurar forma placas cuadrículadas irregulares de tonos cafés.

La distribución de este piñonero endémico es altamente restringida a dos poblaciones conocidas en la porción sur de la SMO (Figura S4). Por el escaso número de localidades, y la *EOO* tan reducida (345 km²), está listada como "En Peligro" tanto en la normatividad mexicana, como en la UICN. La evaluación de los criterios en este estudio confirma su asignación en esa categoría para ambos instrumentos.

Entre sus principales amenazas destacan la fragmentación del hábitat y su baja diversidad genética (González-Elizondo et al., 2011). Los estudios de Ledig et al (1999, 2001) realizados para la población de Zacatecas, detectaron un bajo porcentaje de loci polimórficos con solo dos alelos y aunque hacen falta estudios que integren las dos localidades, su similitud morfológica sugiere una carga genética similar. Por otra parte, se realizan esfuerzos de propagación *ex situ* para promover su cultivo como especie ornamental. Debido a su distintivo follaje azul-grisáceo y a la estética de sus conos, ha sido utilizado en programas de reforestación urbana (González-Elizondo et al., 2007) y para proyectos de restauración o conservación de germoplasma en otras partes del mundo (Dvorak, 2012; Ledig et al., 1999).

***Pinus yecorensis* Debreczy & I. Rácz**

Es un árbol de talla mediana (10-18 m) con follaje verde brillante. Tiene cinco acículas por fascículo, las cuales son de 28 a 35 cm de largo y ligeramente colgantes (Figura 2H).

Pinus yecorensis es endémico de la parte norte de la SMO. Se distribuye desde 900 hasta 2 300 m snm en los límites entre Chihuahua y Sonora (Figura S4). A diferencia de la mayoría de los pinos que suelen encontrarse en altitudes de mayor elevación o climas con menor temperatura, este taxón crece en áreas más cálidas.

Actualmente, *P. yecorensis* no está listada en la Lista Roja de la UICN, ni en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los resultados obtenidos en la aplicación de estos instrumentos mostraron que el taxón tiene una *EOO* reducida que la coloca en categoría de "Vulnerable"; sin embargo, no se satisfacen los criterios necesarios para respaldar esta propuesta. De hecho, una estimación sobre su distribución a futuro sugiere que *P. yecorensis* podría tener cierta resistencia ante el cambio climático futuro, pues presenta una tolerancia a condiciones de mayor temperatura propias de la región en esa parte de la SMO (Ruacho-González *et al.*, 2025). En este trabajo se sugiere incluirla en la categoría "LC" (preocupación menor) hasta que se realicen estudios ecológicos que ayuden a determinar la salud de las poblaciones.

En el MERE, los puntos alcanzados no son suficientes, ni siquiera para la categoría de "Sujeta a Protección Especial" (Pr). Se identifican como puntos débiles la escasez de individuos estimados en la literatura (Debreczy & Rácz, 1995) y el riesgo asociado a incendios o deforestación (Lorence *et al.*, 2018).

Comparación de los criterios de la Lista Roja y el MERE

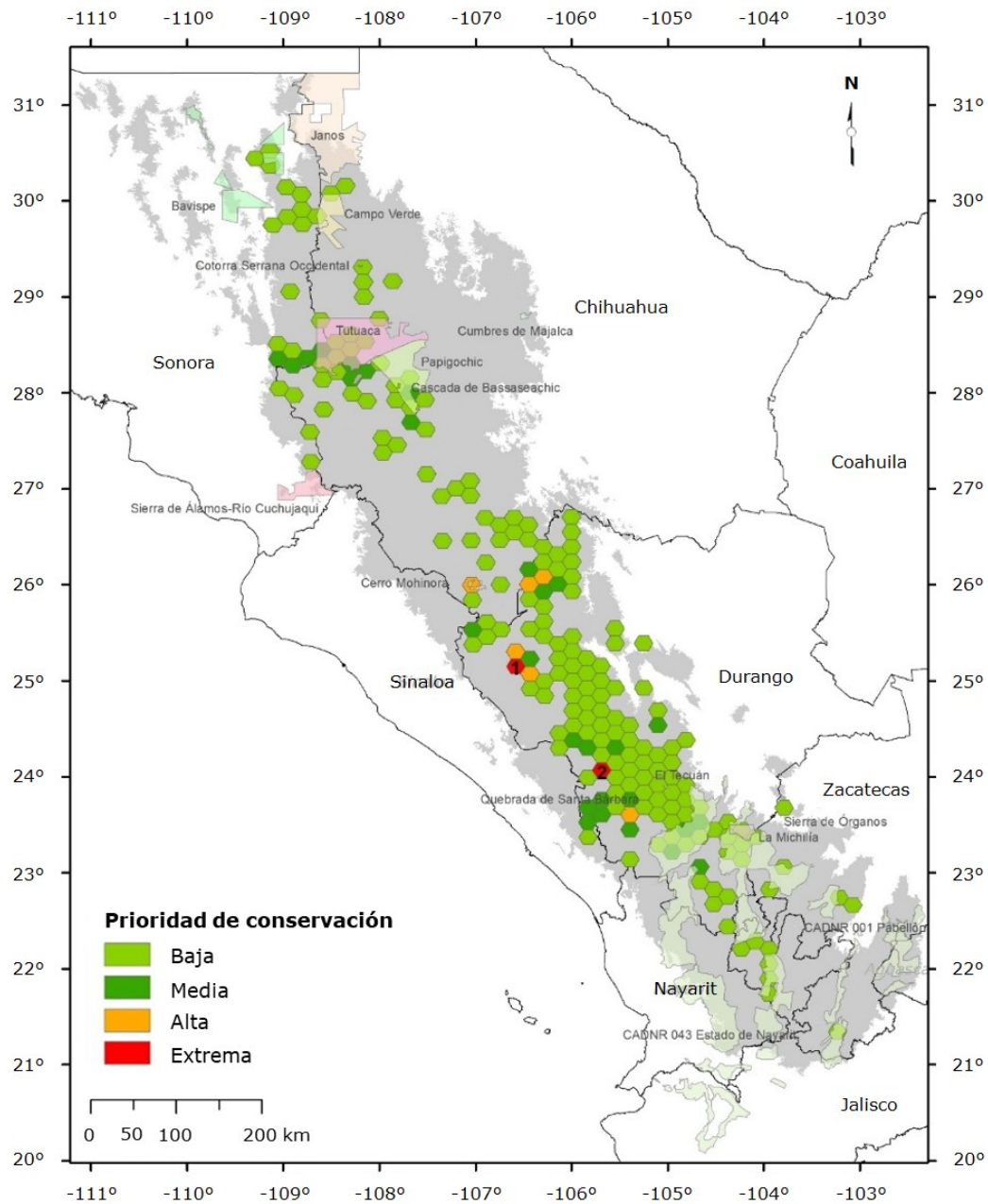
Tanto la Lista Roja de la UICN, como el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción (MERE) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 son herramientas clave para examinar el estado de conservación de las especies y priorizar acciones para su manejo. Sin embargo, presentan variaciones en cuanto al grado de profundidad que abordan en sus criterios y en el valor que se asigna a cada rubro para estimar el riesgo.

Los criterios de la Lista Roja se basan en aspectos más cuantitativos y estandarizados, lo que lleva a minimizar el sesgo interpretativo de la evaluación (Brito et al., 2010). A pesar de ello, surgen dudas sobre la solidez de estos criterios en conjunto; aunque se sugiere la evaluación de todos, el cumplimiento de solo uno es suficiente para que un taxón pueda ser incluido dentro de alguna categoría de amenaza específica (UICN, 2012). Esa característica podría llevar a situaciones en las que una especie sea clasificada en una categoría de alto riesgo basándose en un único factor, sin considerar atributos de los que quizá aún no se tiene información disponible. Por otra parte, al tener un enfoque global es posible que pase por alto las amenazas a escalas más finas dentro de las poblaciones, o los aspectos biológicos que pondrían en riesgo a una especie, criterios que sí son considerados en el MERE.

El MERE fue desarrollado buscando ser una herramienta práctica y a la vez robusta que considera el contexto de las especies en México (Sánchez-Salas et al., 2013). A diferencia del enfoque estrictamente cuantitativo de la Lista Roja, el MERE tiene una mayor flexibilidad ante situaciones de escasez de datos, lo que permite la incorporación de criterios cualitativos y la opinión de expertos en el área. Su enfoque multidimensional considera la evaluación de aspectos ambientales, antropogénicos y biológicos que contribuyen a obtener una visión más completa del riesgo potencial de los organismos. Por esta razón, puede resultar más útil para planificar medidas de manejo y conservación a nivel regional.

Sitios prioritarios de conservación

El análisis con la ponderación de valores de conservación identificó dos sitios de prioridad extrema y tres zonas de prioridad alta (Figura 3).



1 = Área de Topia-Canelas; 2 = Cerro Huehuento.

Figura 3. Sitios prioritarios de conservación de coníferas endémicas en la Sierra Madre Occidental, y su representatividad en Áreas Naturales Protegidas.

El primer sitio de prioridad extrema se encuentra entre los municipios Topia y Canelas, y alberga seis de las 13 coníferas endémicas: *Abies durangensis*, *A. neodurangensis*, *Juniperus durangensis* var. *durangensis*, *J. durangensis* var. *topiensis*, *J. poblana* var. *decurrens* y *Pinus cooperi*. Esta región coincide con otras propuestas que revelan una alta riqueza de especies de la familia Lamiaceae (González-Gallegos et al., 2022) y de pinos (Ruacho-González et al., 2025).

En el otro hexágono de prioridad extrema, se encuentran *Abies durangensis*, *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*, *J. deppeana* var. *robusta*, *J. durangensis* var. *durangensis* y *Pinus cooperi*. El área que cubre este sitio corresponde a la región del Cerro Huehuento, San Dimas, zona de interés ecológico por albergar vegetación subalpina (González-Elizondo et al., 2012).

Entre las zonas de prioridad alta se ubica un hexágono que coincide con el área de Protección de Flora y Fauna "Cerro Mohinora", región en la que se distribuyen *Abies durangensis*, *Juniperus blancoi* var. *huehuentensis*, *J. deppeana* var. *robusta*, *Juniperus durangensis* var. *durangensis* y *Pinus cooperi*; además de ser refugio de otras especies de interés ecológico como *Picea mexicana* (González-Elizondo & Wehenkel, 2022) y diversos endemismos, como *Salvia reginae* J. G. González & J. H. Vega (González-Gallegos et al., 2019) y *Stachys mohinora* B. L. Turner (Turner, 1994).

También, hay un área formada por varios hexágonos en la zona de La Rosilla, Guanaceví, la cual es particularmente interesante por registrar las temperaturas más bajas del país; ahí se encuentran *J. deppeana* var. *robusta* y varias poblaciones de *Picea chihuahuana*.

Por último, el Área de Protección de Recursos Naturales Quebrada de Santa Bárbara, igualmente, resultó con prioridad alta. En este lugar con anterioridad se ha citado la presencia de 14 taxones de coníferas (Noriega-Villa et al., 2023). Entre las endémicas están *Abies durangensis*, *Juniperus durangensis* var. *durangensis*, *J. deppeana* var. *robusta*, *Picea chihuahuana* y *Pinus cooperi*.

A pesar de la concentración de taxones de alto valor para la conservación, la protección actual es insuficiente. Por ejemplo, *Pinus maximartinezii*, especie que está "En Peligro", aunque una de sus dos poblaciones se localiza dentro del Área de

Protección de Recursos Naturales Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Nayarit, que tiene una operatividad limitada. El área carece de un plan de manejo y de una persona u oficina encargada; su gestión se fragmenta, ocasionalmente, entre las oficinas regionales norte y oeste de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), un problema derivado de sus múltiples polígonos y vasta extensión, lo que la convierte en una zona vulnerable (Armendáriz-Villegas *et al.*, 2015; Jardel-Peláez *et al.*, 2017).

Por otra parte, no se identificaron Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad que coincidieran con la propuesta de este trabajo. Las investigaciones en materia de biodiversidad que se han desarrollado en los últimos años para la Sierra Madre Occidental podrían optimizar estos sitios, los cuales están escasamente representados en la región de estudio. El primer paso en el proceso de conservación es el reconocimiento de áreas prioritarias. Las estrategias de gestión deben basarse en un enfoque holístico que considere las interacciones entre las especies, los procesos ecológicos y genéticos, y los aspectos socioeconómicos de la región (Zhang *et al.*, 2023).

Promover el flujo genético entre poblaciones es en especial relevante ante poblaciones altamente fragmentadas, ya que ello incrementa la vulnerabilidad ante los efectos de la endogamia, la degradación de la diversidad genética y la baja resiliencia ante cambios ambientales drásticos (Bohm *et al.*, 2025).

Finalmente, este estudio revela varias áreas de oportunidad que podrían ser exploradas en investigaciones futuras. Por ejemplo, es fundamental reconocer la taxonomía y la sistemática como la piedra angular para la comprensión y conservación de los taxones. En este sentido, en las áreas por priorizar se requiere: (a) Realizar estudios de sistemática y filogenética que permitan una mejor delimitación y comprensión de los taxones (Gernandt *et al.*, 2005); (b) Generar inventarios dasométricos y de dinámica poblacional para caracterizar el estado de las poblaciones (Corral-Rivas *et al.*, 2013); (c) Identificar aspectos reproductivos de los taxones (polinización, dispersión de semillas, viabilidad) (Williams, 2009); (d) Planificar estrategias de propagación en los taxones susceptibles a la extinción

(Hazubska-Przybył, 2019); y (e) Determinar los requerimientos ambientales y explorar estudios de modelado de distribución potencial bajo escenarios de cambio climático (Sáenz-Romero et al., 2010), para los taxones que reúnen el número de registros suficientes. La realización de este tipo de estudios es fundamental para reforzar la información de la Lista Roja y del MERE, y así garantizar que esas herramientas legales cumplan su función de proteger la biodiversidad de México.

Conclusiones

La aplicación de los criterios de la Lista Roja de la UICN y del MERE de Plantas a las especies y variedades de coníferas analizadas en este estudio revela una situación alarmante al identificar varios grados de amenaza que no están contemplados en la normatividad vigente. Especies como *Picea chihuahuana* y *Pinus maximartinezii* confirman su categoría de "En Peligro" de extinción, lo que ratifica la importancia de su protección. Otros taxones requieren una vigilancia constante debido a su importancia comercial o a las amenazas del cambio climático.

Es notable la recurrente falta de información disponible para abordar todos los aspectos evaluados; dicha carencia limita la capacidad de los dos instrumentos normativos para representar adecuadamente el verdadero riesgo de extinción y, por consecuencia, dificulta formular estrategias de conservación eficientes. El análisis de los registros de las especies identificó cuatro sitios de alta y dos de extrema prioridad para la conservación de coníferas endémicas. Estos sitios son clave por su riqueza de especies y, a pesar de que algunos coinciden con Áreas Naturales Protegidas, la protección actual es insuficiente. La presente propuesta subraya la necesidad de enfocar esfuerzos de conservación en nuevas áreas no protegidas.

Aunado a lo anterior, la implementación de estrategias de gestión que prioricen la integridad de la cubierta vegetal para ayudar a la conservación del suelo y la infiltración de agua sería otra manera de ayudar a la conservación de estos taxones. El manejo forestal sostenible, integrado con el conocimiento taxonómico preciso por parte de los manejadores del bosque y que compagine la conservación de la biodiversidad con el aprovechamiento de recursos resulta fundamental para asegurar la supervivencia a largo plazo de los taxones estudiados y el bienestar de las comunidades humanas que dependen de ellos.

Agradecimientos

Los datos analizados han sido obtenidos gracias al apoyo financiero obtenido de distintos programas o convocatorias de instituciones como la Conabio, Conacyt (ahora Secihti), Conafor, el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autores

Lizeth Ruacho-González: conceptualización de la idea del proyecto, responsable de la obtención y curación de los datos, aplicación de la metodología y redacción del manuscrito original; M. Socorro González-Elizondo y José Javier Corral-Rivas: obtención y curación de los datos, validación de los resultados; Jesús Guadalupe González-Gallegos: análisis de los datos, supervisión de los resultados y revisión del manuscrito original. Todos los autores revisaron el manuscrito final.

Referencias

- Adams, R. P. (2014). *Junipers of the World: The genus Juniperus* (4th ed.). Trafford Publishing Co.
- Adams, R. P., & Schwarzbach, A. E. (2015). A new, flaccid, decurrent leaf variety of *Juniperus poblana* from Mexico: *J. poblana* var. *decurrens* R. P. Adams. *Phytologia*, 97(3), 152-163. https://scholarworks.utrgv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1035&context=hbs_fac
- Adams, R. P., González-Elizondo, M. S., & Zanoni, T. A. (2012). Variation in leaf essential oils, DNA sequences and morphology in *Juniperus durangensis*. *Phytologia*, 94(1), 40-52. https://www.researchgate.net/publication/265067864_VARIATION_IN_LEAF_ESSENTIAL_OILS_DNA_SEQUENCES_AND_MOPHOLOGY_IN_JUNIPERUS_DURANGENSIS
- Adams, R. P., González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., & Schwarzbach, A. E. (2018). The *Juniperus flaccida*-*J. poblana* complex revisited: insights from molecular and oil analysis. *Phytologia*, 100(1), 19-26. https://scholarworks.utrgv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=hbs_fac
- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D. D., Hogg, E. H., Gonzalez, P. Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-H., Allard, G., Running, S. W., Semerci, A., & Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660-684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Armendáriz-Villegas, E. J., Covarrubias-García, M. de los Á., Troyo-Diéguéz, E., Lagunes, E., Arreola-Lizárraga, A., Nieto-Garibay, A., Beltrán-Morales, L. F., & Ortega-Rubio, A. (2015). Metal mining and natural protected areas in Mexico: Geographic overlaps and environmental implications. *Environmental Science & Policy*, 48, 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.016>
- Bachman, S., Moat, J., Hill, A. W., de la Torre, J., & Scott, B. (2011). Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: Geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys*, (150), 117-126. <https://doi:10.3897/zookeys.150.2109>

- Bohm, S., Kelly, N., Postuma, M., Wagemaker, N. C. A. M., ter Haar, S., Scheper, J., & Vergeer, P. (2025). Small populations, big challenges: Genetic, demographic, and landscape context collectively shape population performance of a perennial herb. *Biological Conservation*, *305*, Article 111044. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111044>
- Brito, D., Ambal, R. G., Brooks, T., De Silva, N., Foster, M., Hao, W., Hilton-Taylor, C., Paglia, A., Rodríguez, J. P., & Rodríguez, J. V. (2010). How similar are national red lists and the IUCN Red List? *Biological Conservation*, *143*(5), 1154-1158. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.015>
- Butchart, S. H. M., Akçakaya, H. R., Berryman, A. J., Brooks, T. M., Burfield, I. J., Chanson, J., Dias, M. P., Donaldson, J. S., Hermes, C., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Luedtke, J. A., Martin, R., McDougall, A., Neam, K., Polidoro, B., Raimondo, D., Rodrigues, A. S. L., Rondinini, C., ... Vine, J. (2025). Measuring trends in extinction risk: a review of two decades of development and application of the Red List Index. *Philosophical Transactions B*, *380*(1917), Article 20230206. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0206>
- Caldwell, I. R., Hobbs, J.-P. A., Bowen, B. W., Cowman, P. F., DiBattista, J. D., Whitney, J. L., Ahti, P. A., Belderok, R., Canfield, S., Coleman, R. R., Iacchei, M., Jhonston, E., C., Knapp, I., Nalley, E. M., Staeudle, T. M., & Láruson, Á. J. (2024). Global trends and biases in biodiversity conservation research. *Cell Reports Sustainability*, *1*(5), Article 100082. <https://doi.org/10.1016/j.crsus.2024.100082>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2017). *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cerro Mohinora* [Libro blanco]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.conanp.gob.mx/acciones/advc/PMCerroMohinora.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2024). *Áreas Naturales Protegidas Federales de México, septiembre 2024, modificado para el portal del SNIB* [Catálogo de metadatos geográficos]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpmx.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy & Pronatura, A. C. (2007). *Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de México* [Catálogo de metadatos geográficos]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spt1mgw.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México 2020* [Catálogo de metadatos geográficos]. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/anpest20gw.html>

Corral-Rivas, J. J., Vargas-Larreta, B., Wehenkel, C., Aguirre-Calderón, O. A., & Crecente-Campo, F. (2013). *Guía para el establecimiento, seguimiento y evaluación de sitios permanentes de monitoreo en paisajes productivos forestales*. Comisión Nacional Forestal, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. http://fcposgrado.ujed.mx/monafor/archivos/descargas/guias_manuales/Guia_para_el_Establecimiento_Seguimiento_y_Evaluaci%C3%B3n_de_Sitios_Permanetes_de_Monitoreo.pdf

Cossios, E. D., & Maffei, L. (2021). Deficiencias en la categorización y necesidades de investigación en especies amenazadas: un análisis de los vertebrados y plantas del departamento de Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 28(Especial), Artículo e21967. <http://doi.org/10.15381/rpb.v28iespecial.21967>

De Grammont, P. C., & Cuarón, A. D. (2006). An evaluation of threatened species categorization systems used on the American continent. *Conservation Biology*, 20(1), 14-27. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00352.x>

de la Paz-Pérez-Olvera, C., & Dávalos-Sotelo, R. (2016). Anatomía de la madera de seis especies de *Pinus* (Pinaceae) del estado de Durango, México. *Madera y Bosques*, 22(3), 113-132. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2231460>

Debreczy, Z., & Rácz, I. (1995). New species and varieties of conifers from Mexico. *Phytologia*, 78(4), 217-243. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.11916>

Debreczy, Z., & Rácz, I. (2011). *Conifers around the world* (Vol. 2). DendroPress Ltd. <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/2014101>

- Dvorak, W. S. (2012). The strategic importance of applied tree conservation programs to the forest industry in South Africa. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 74(1), 1-6. <https://doi.org/10.2989/20702620.2012.683635>
- Environmental Systems Research Institute. (2019). *ArcMap* (Versión 10.8) [Software de computación]. Environmental Systems Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/>
- Esperon-Rodriguez, M., Correa-Metrio, A., Beaumont, L. J., Baumgartner, J. B., & Lenoir, J. (2024). Evaluating the impact of protected areas in lowering extinction risks in a biodiversity hotspot. *Biological Conservation*, 297, Article 110728. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110728>
- Farjon, A. (2019, November 2). *Juniperus deppeana* var. *robusta* Martínez. *Threatened Conifers of the World*. Royal Botanic Garden Edinburgh. <https://threatenedconifers.rbge.org.uk/conifers/juniperus-deppeana-var.-robusta>
- Farjon, A., & Page, C. N. (Comps.). (1999). *Conifers status survey and conservation action plan* [White paper]. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1999-024.pdf>
- Farjon, A., & Styles, B. T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica*, 75, 1-191. <https://es.scribd.com/document/815904292/Farjon-Styles-1997-IPinusi-Pinaceae-Flora-Neotropica-Monograph-75>
- Farjon, A., Bachman, S., Gardner, M. F., Luscombe, D., Reynolds, C., & Thomas, P. (2006). *Conservation assessments of data deficient (DD) conifers using herbarium and Geographical Information System (GIS) data* [White paper]. Kew Royal Botanic Gardens. <https://research-scotland.ac.uk/items/b81fc074-404e-4b42-8fda-557088e038bd/full>
- Frankis, M. (2024). An overlooked name and new combinations in *Pinus*. In C. Lowe (Ed.), *International Dendrology Society Yearbook 2023* (pp. 42-45). International Dendrology Society. https://www.conifers.org/moto/Frankis_2024.pdf
- García-Arévalo, A., & González-Elizondo, M. S. (1998). *Pináceas de Durango*. 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(Sup. 1), 126-133. <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>

Gernandt, D. S., Geada-López, G., Ortiz-García, S., & Liston, A. (2005). Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon*, 54(1), 29-42. <https://doi.org/10.2307/25065300>

González-Elizondo, M. S., & Wehenkel, C. (Eds.). (2022). *Las Piceas (Picea, Pinaceae) de México*. Comisión Nacional Forestal. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/755794/PUBLICACION_PICEAS_JUNIO_2022_version_digital_compressed__1_.pdf

González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J. A., Ruacho-González, L., & López-Enríquez, I. L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botánica Mexicana*, (100), 351-403. <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.40>

González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., Álvarez-Zagoya, R., & López-Enríquez, I. L. (2007). *Árboles y arbustos de los parques y jardines del norte-centro de México (Guía de identificación)*. Instituto Politécnico Nacional. [https://www.researchgate.net/profile/M-Socorro-Gonzalez-](https://www.researchgate.net/profile/M-Socorro-Gonzalez-Elizondo/publication/322244043_Arboles_y_arbustos_de_parques_y_jardines_del_norte-centro_de_Mexico_Guia_para_identificacion/links/5b1c04fcaca272021cf46a68/Arboles-y-arbustos-de-parques-y-jardines-del-norte-centro-de-Mexico-Guia-para-identificacion.pdf)

[Elizondo/publication/322244043_Arboles_y_arbustos_de_parques_y_jardines_del_norte-centro_de_Mexico_Guia_para_identificacion/links/5b1c04fcaca272021cf46a68/Arboles-y-arbustos-de-parques-y-jardines-del-norte-centro-de-Mexico-Guia-para-identificacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/M-Socorro-Gonzalez-Elizondo/publication/322244043_Arboles_y_arbustos_de_parques_y_jardines_del_norte-centro_de_Mexico_Guia_para_identificacion/links/5b1c04fcaca272021cf46a68/Arboles-y-arbustos-de-parques-y-jardines-del-norte-centro-de-Mexico-Guia-para-identificacion.pdf)

González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., Ruacho-González, L., & Molina-Olvera, M. (2011). *Pinus maximartinezii* Rzed. (Pinaceae), primer registro para Durango, segunda localidad para la especie. *Acta Botánica Mexicana*, (96), 33-48. <https://doi.org/10.21829/abm96.2011.257>

González-Gallegos, J. G., Castro-Castro, A., González-Elizondo, M., López-Enríquez, I. L., Ruacho-González, L., & Retana-Rentería, F. I. (2022). Riqueza y distribución de Lamiaceae en el estado de Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93, Artículo e933838. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3838>

- González-Gallegos, J. G., Vega-Mares, J. H., & Fernández, J. A. (2019). *Salvia reginae* and *S. spellenbergii* (Lamiaceae), two new species from Chihuahua, Mexico. *Willdenowia*, 49(3), 319-328. <https://doi.org/10.3372/wi.49.49303>
- Hazubska-Przybył, T. (2019). Propagation of Juniper species by plant tissue culture: A mini-review. *Forests*, 10(11), Article 1028. <https://doi.org/10.3390/f10111028>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Summary for Policy Makers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- International Union for Conservation of Nature. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species* (Version 2023-3) [Database]. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org/>
- Jaramillo-Correa, J. P., Beaulieu, J., Ledig, F. T., & Bousquet, J. (2006). Decoupled mitochondrial and chloroplast DNA population structure reveals Holocene collapse and population isolation in a threatened Mexican-endemic conifer. *Molecular Ecology*, 15(10), 2787-2800. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2006.02974.x>
- Jardel-Peláez, E. J., Santana C., E., Graf M., S. H., Hernández-López, L., Valencia, C., González-Franco, R., & Meiners, M. (2017). Conservación y restauración. En A. Cruz-Angón, A. Ordorica-Hermosillo, J. Valero-Padilla & E. D. Melgarejo (Coords.), *La Biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. Volumen I* (pp. 275-316). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. https://www.researchgate.net/profile/Jessica-Valero-Padilla/publication/325790579_La_biodiversidad_en_Jalisco_Estudio_de_Estado_vol_I/links/5b23e954aca272277fb26bdd/La-biodiversidad-en-Jalisco-Estudio-de-Estado-vol-I.pdf
- Koleff, P., & Urquiza-Hass, T. (Coords.). (2011). *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitaales/conservacion133r.pdf
- Ledig, F. T., Conkle, M. T., Bermejo-Velázquez, B., Eguiluz-Piedra, T., Hodgskiss, P. D., Johnson, D. R., & Dvorak, W. S. (1999). Evidence for an extreme bottleneck

in a rare Mexican pinyon: genetic diversity, disequilibrium, and the mating system in *Pinus maximartinezii*. *Evolution*, 53(1), 91-99. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1999.tb05335.x>

Ledig, F. T., Mápula-Larreta, M., Bermejo-Velázquez, B., Reyes-Hernández, V., Flores-López, C., & Capó-Arteaga, M. A. (2000). Locations of endangered spruce populations in Mexico and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño*, 47(2), 71-88. https://www.researchgate.net/publication/258629227_Locations_of_Endangered_spruce_populations_in_Mexico_and_the_demography_of_Picea_chihuahuana

Ledig, F. T., Capó-Arteaga, M. A., Hodgskiss, P. D., Sbay, H., Flores-López, C., Thompson-Conkle, M., & Bermejo-Velázquez, B. (2001). Genetic diversity and the mating system of a rare Mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). *American Journal of Botany*, 88(11), 1977-1987. <https://doi.org/10.2307/3558425>

Ledig, F. T., Rehfeldt, G. E., Sáenz-Romero, C., & Flores-López, C. (2010). Projections of suitable habitat for rare species under global warming scenarios. *American Journal of Botany*, 97(6), 970-987. <https://doi.org/10.3732/ajb.0900329>

Lorence, D. H., Van Devender, T. R., & Ferguson, G. M. (2018). *Chiococca grandiflora* (Rubiaceae), a new species from Northern Mexico. *PhytoKeys*, 98, 73-83. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.98.25170>

Martínez, M. (1946). Los *Juniperus* mexicanos. *Anales del Instituto de Biología*, 17(1), 3-128.

Mastretta-Yanes, A., Wegier, A., Vázquez-Lobo, A., & Piñero, D. (2012). Distinctiveness, rarity and conservation in a subtropical highland conifer. *Conservation Genetics*, 13, 211-222. <https://doi.org/10.1007/s10592-011-0277-y>

McDowell, N. G., Williams, A. P., Xu, C., Pockman, W. T., Dickman, L. T., Sevanto, S., Pangle, R., Limousin, J., Plaut, J., Mackay, D. S., Ogee, J., Domec, J. C., Allen, C. D., Fisher, R. A., Jiang, X., Muss, J. D., Breshears, D. D., Rauscher, S. A., & Koven, C. (2016). Multi-scale predictions of massive conifer mortality due to chronic temperature rise. *Nature Climate Change*, 6, 295-300. <https://doi.org/10.1038/nclimate2873>

- Mendoza-Maya, E., Espino-Espino, J., Quiñones-Pérez, C. Z., Flores-López, C., Wehenkel, C., Vargas-Hernández, J. J., & Sáenz-Romero, C. (2015). Propuesta de conservación de tres especies mexicanas de *Picea* en peligro de extinción. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 235-247. <https://www.revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/423>
- Myers, N. (1990). The biodiversity challenge: Expanded hot-spots analysis. *Environmentalist*, 10, 243-256. <https://doi.org/10.1007/BF02239720>
- Noriega-Villa, J., González-Gallegos, J. G., Machado-Palacio, R., González-Elizondo, M. S., Ruacho-González, L., López-Enríquez, I. L., Herrera-Arrieta, Y., & Castro-Castro, A. (2023). Flora vascular y vegetación del Área de Protección de Recursos Naturales Quebrada de Santa Bárbara, Pueblo Nuevo, Durango, México. *Botanical Sciences*, 101(4), 1184-1206. <https://doi.org/10.17129/botsci.3294>
- Pérez-Sarabia, J. E., de Stefano, R. D., Cetzal-Ix, W., Alvarado-Segura, A. A., & Basu, S. K. (2020). Conservation assessment using the IUCN criterion B: A case study on palms of the Mexican portion of the Yucatán Peninsula Biotic Province. *Kew Bulletin*, 75(4), Article 40. <https://doi.org/10.1007/s12225-020-09896-2>
- Pfenning-Butterworth, A., Buckley, L. B., Drake, J. M., Farner, J. E., Farrell, M. J., Gehman, A.-L. M., Mordecai, E. A., Stephens, P. R., Gittleman, J. L., & Davies, T. J. (2024). Interconnecting global threats: climate change, biodiversity loss, and infectious diseases. *Lancet Planetary Health*, 8, e270-e283. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00021-4)
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), Article 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Pinedo-Alvarez, C., Renteria-Villalobos, M., Aguilar-Soto, V., Vega-Mares, J. H., & Melgoza-Castillo, A. (2019). Distribution dynamics of *Picea chihuahuana* Martínez populations under different climate change scenarios in Mexico. *Global Ecology and Conservation*, 17, Article e00559. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00559>
- Pompa-García, M., Zúñiga-Vásquez, J. M., & Treviño-Garza, E. (2020). A dendro-spatial analysis in tree growth provides insights into forest productivity. In M. Pompa-García & J. J. Camarero (Eds.), *Latin American dendroecology. Combining tree-ring*

sciences and ecology in a megadiverse territory (pp. 247-262). Springer Nature Switzerland AG. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-36930-9_11

Ruacho-González, L., Corral-Rivas, J. J., González-Gallegos, J. G., González-Elizondo, M. S., López-Serrano, P. M., & Briseño-Reyes, J. (2025). Diversity hotspots and vulnerability of pine species in the Sierra Madre Occidental, western Mexico. *Ecology and Evolution*, 15(7), Article e71743. <https://doi.org/10.1002/ece3.71743>

Sáenz-Romero, C., Rehfeldt, G. E., Crookston, N. L., Duval, P., St-Amant, R., Beaulieu, J., & Richardson, B. A. (2010). Spline models of contemporary, 2030, 2060 and 2090 climates for Mexico and their use in understanding climate-change impacts on the vegetation. *Climatic Change*, 102, 595-623. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9753-5>

Sánchez-Salas, J., Muro, G., Estrada-Castillón, E., & Alba-Ávila, J. A. (2013). El MER: un instrumento para evaluar el riesgo de extinción de especies en México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 12(1), 30-35. https://www.researchgate.net/publication/314529522_EL_MER_UN_INSTRUMENTO_PARA_EVALUAR_EL_RIESGO_DE_EXTINCION_DE_ESPECIES_EN_MEXICO

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (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, publicada el 30 de diciembre de 2010*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5578808

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión,*

exclusión o cambio. Diario Oficial de la Federación.
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO9620.pdf>

Turner, B. L. (1994). Synopsis of Mexican and Central American species of *Stachys* (Lamiaceae). *Phytologia*, 77(4), 338-377.
<https://www.biodiversitylibrary.org/page/13787493#page/34/mode/1up>

Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral "Topia". (2020). *Manifiesto de impacto ambiental modalidad particular. Construcción de Electrificación de 5 Poblados en el Municipio de San Dimas 2020* [Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/F69/2021/130/1T/10MP03411020.pdf>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2012). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1* (2a ed.). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://portals.iucn.org/library/node/10316>

Wehenkel, C., & Sáenz-Romero, C. (2012). Estimating genetic erosion using the example of *Picea chihuahuana* Martínez. *Tree Genetics & Genomes*, 8, 1085-1094.
<https://doi.org/10.1007/s11295-012-0488-5>

Williams, C. G. (2009). *Conifer reproductive biology*. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-9602-0>

Workman, J. G. (2014). *2013 IUCN Annual Report*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/IUCN-2014-017.pdf>

Xie, D., Du, H., Xu, W.-H., Ran, J.-H., & Wang, X.-Q. (2022). Effects of climate change on richness distribution patterns of threatened conifers endemic to China. *Ecological Indicators*, 136, Article 108594. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108594>

Zhang, Y., West, P., Thakholi, L., Suryawanshi, K., Supuma, M., Straub, D., Sithole, S. S., Sharma, R., Schleicher, J., Ruli, B., Rodríguez-Rodríguez, D., Rasmussen, M. B., Ramenzoni, V. C., Qin, S., Delgado-Pugley, D., Palfrey, R., Oldekop, J., Nuesiri, E. O., Nguyen, V. H. T., ... Agyei, F. K. (2023). Governance and conservation effectiveness in protected areas and indigenous and locally managed areas. *Annual Review of Environment and Resources*, 48, 559-588.
<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-081348>



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0* [Atribución-No Comercial \(CC BY-NC 4.0 Internacional\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.