

Research on Mexican Oak Forests Subject to Public Policy Instruments for Conservation and Use

Investigación en encinares mexicanos sujetos a instrumentos de políticas públicas de conservación y uso

Rubén Rosaliano-Evaristo¹; Víctor Ávila-Akerberg^{1*};
William Gómez-Demetrio¹; Esthela I. Sotelo-Núñez²

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Campus 'El Cerrillo Piedras Blancas', Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Instituto Literario 100, col. Centro. C. P. 50000. Toluca de Lerdo, Estado de México, México.

²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades. Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud. C. P. 04960. Coyoacán, Ciudad de México, México.

*Corresponding author: vicaviak@gmail.com; tel.: +52 722 296 5552.

Abstract

Introduction. The degradation of forest ecosystems has driven the adoption of mechanisms for their conservation and sustainable use.

Objective: To identify the state of knowledge regarding oak forests in Mexico associated with public policy mechanisms for conservation and use: Natural protected Areas (NPA), Payment for Ecosystem Services (PES), and Community Forest Management (CFM).

Materials and methods: The methodological framework of search, evaluation, synthesis, and analysis was used. Information was obtained from Scopus, Scielo, and Redalyc platforms. The found documents were subjected to an inclusion and exclusion process based on criteria of temporality and primary sources.

Results and discussion: A total of 662 studies were identified, of which 37 published between 2000 and 2022 were analyzed. Of these, 17 are related to Community Forest Management (CFM), examining characteristics of forest communities and socio-ecological effects; 13 addressed topics related to NPA, focusing on the conservation biology of flora and fauna; and two contributions centered on PES, highlighting analyses and evaluations of socio-environmental effects. Lastly, five studies involved two or three of the mentioned instruments.

Conclusions: The analysis of oak forests concerning public policies for conservation and sustainable use has significantly increased. The studies indicate that such policies contribute to reducing the risk of adverse changes in these forests. Due to the ecological, social, and economic importance of oak forests, it is recommended to understand them through socio-ecological systems and transdisciplinary approaches.

Keywords: natural protected areas; temperate forests; community forest management; payment for ecosystem services; *Quercus*.

Resumen

Introducción. El deterioro de los ecosistemas forestales ha impulsado la adopción de mecanismos para su conservación y uso sostenible.

Objetivo: Identificar el estado del conocimiento en torno a los bosques de encino en México, asociados a mecanismos de políticas públicas de conservación y uso: Áreas Naturales Protegidas (ANP), Pago por Servicios Ambientales (PSA) y Manejo Forestal Comunitario (MFC).

Material y métodos: Se utilizó el marco metodológico de búsqueda, evaluación, síntesis y análisis. La información se obtuvo en las plataformas de Scopus, Scielo y Redalyc. Los documentos encontrados se sometieron a un proceso de inclusión y exclusión de acuerdo con criterios de temporalidad y fuentes primarias.

Resultados y discusión: Se identificaron 662 investigaciones de las que se analizaron 37 publicadas en el periodo 2000-2022. De estas, 17 se relacionan con el MFC y estudian características de las comunidades forestales y efectos socioecológicos; 13 abordaron temáticas relacionadas con ANP, enfocadas en biología de la conservación de flora y fauna; y dos contribuciones se centraron en el PSA, las cuales destacan los análisis y evaluación de los efectos socioambientales. Por último, cinco investigaciones involucran a dos y tres de los instrumentos mencionados.

Conclusiones: El análisis de los bosques de encino en relación con políticas públicas de conservación y aprovechamiento ha experimentado notable aumento. Los estudios indican que este tipo de políticas contribuyen a reducir el riesgo de cambios adversos en estos bosques. Debido a la importancia ecológica, social y económica de los encinares, se sugiere abordar su comprensión desde perspectivas como el enfoque de los sistemas socioecológicos y la transdisciplina.

Palabras clave: áreas naturales protegidas; bosques templados; manejo forestal comunitario; pago por servicios ambientales; *Quercus*.

Introduction

Since the emergence and implementation of the sustainable development model, conservation and management of ecosystems have taken a central place in public agenda debates and actions (Galicia et al., 2018). Consequently, several instruments such as public policy programs and projects have been created to achieve the objectives and principles of the development model. Examples of these are Natural Protected Areas (NPA) and Payment for Ecosystem Services (PES) as mechanisms to promote conservation, and Community Forest Management (CFM) as a tool for managing collectively owned forests.

Due to their exceptional natural richness, diverse ecosystems are designated as NPA aimed at preservation. In Mexico, NPA under federal jurisdiction span more than 90 million hectares. Additionally, state and municipal bodies establish their own protected spaces, alongside Areas Voluntarily Destined for Conservation (AVC) created by local forest owners and proprietors (Maldonado et al., 2020). Payment for Ecosystem Services schemes offer economic incentives to forest ecosystem owners (Perevochtchikova et al., 2021) to maintain vegetation cover, prevent land use change, and sustain ecosystem services. Furthermore, CFM is based on collective action and management of forests, particularly since in Mexico, a significant portion of forests are socially owned—specifically, ejidos and agrarian and forest communities. According to Merino (2018), this approach to forest management is considered sustainable as it strengthens social, human, and cultural capital, thereby contributing to sustainability and conservation.

Temperate forests, which cover nearly 17 % of the national territory, are highly valued and exploited (Galicia et al., 2018). Among them, oak forests stand out, representing 5 % of the forested area (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2018). These forests are typically found in mountainous regions with a temperate climate, hosting over 160 species (Valencia-A., 2004), one-third of which are globally reported. The forest resources of these species are extensively used by local communities, especially for firewood and charcoal production. Additionally, oak wood production ranks second nationally (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2021), following conifers.

Oak forests have undergone transformations due to natural and anthropogenic factors, primarily driven by activities such as agriculture, livestock farming, forest fires, and policies involving agricultural subsidies (Min-Venditti et al., 2017). These activities have led to soil degradation, loss of biodiversity, and pressures

Introducción

Desde la aparición e implementación del modelo de desarrollo sostenible, la conservación y gestión de los ecosistemas han ocupado un lugar central en los debates y acciones de la agenda pública (Galicia et al., 2018). En consecuencia, se han creado diversos instrumentos como programas y proyectos de políticas públicas para alcanzar los objetivos y principios del modelo de desarrollo. Ejemplo de esto son las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y el Pago por Servicios Ambientales (PSA) como mecanismos para promover la conservación, y el Manejo Forestal Comunitario (MFC) como instrumento de gestión de los bosques de propiedad colectiva.

Debido a la singularidad de su riqueza natural, diversos ecosistemas son establecidos como ANP con la finalidad de conservarlos. En México, las ANP de jurisdicción federal ocupan poco más de 90 millones de hectáreas. Además, los organismos estatales y municipales también crean sus propios espacios de protección, aunado a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (AVC) establecidas por poseedores y propietarios de los bosques locales (Maldonado et al., 2020). Por su parte, los esquemas de PSA constituyen incentivos económicos otorgados por el gobierno a los dueños de ecosistemas forestales (Perevochtchikova et al., 2021) con el fin de conservar la cobertura vegetal, evitar el cambio de uso de suelo y mantener el flujo de servicios ecosistémicos. Por otro lado, el MFC se basa en la acción y gestión colectiva de los bosques, debido a que en México gran parte de estos son de propiedad social; es decir, ejidos y comunidades agrarias y forestales. De acuerdo con Merino (2018), este enfoque de gestión forestal se considera un modelo sustentable, ya que fortalece el capital social, humano y cultural, contribuyendo así a la sustentabilidad y conservación.

Los bosques templados, que abarcan casi 17 % del territorio nacional, son altamente apreciados y aprovechados (Galicia et al., 2018). Entre ellos destacan los bosques de encino que representan 5 % de la superficie forestal (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2018). Estos suelen establecerse en entornos montañosos de clima templado, en los que albergan más de 160 especies (Valencia-A., 2004), una tercera parte de las reportadas a nivel mundial. Los recursos forestales de estas especies son de amplio uso por las comunidades locales, sobre todo para leña y elaboración de carbón vegetal. Además, la producción maderable proveniente de los encinos ocupa el segundo lugar a nivel nacional (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2021), solo después de las coníferas.

Los encinares han experimentado transformaciones debido a factores naturales y antrópicos, principalmente por actividades como la agricultura, ganadería e

on ecological processes. According to Gutiérrez and Trejo (2014), climate change is expected to affect the distribution of some oak species in the coming decades.

In recent years, issues related to forest ecosystem conservation and harvesting policies have been studied through reviews covering various scales and approaches. At the national level, notable reviews on PES include the studies of Perevochtchikova et al. (2021), Yu et al. (2020), and Perevochtchikova and Oggioni (2014), which examine the effects and trends associated with this program. Additionally, Min-Venditti et al. (2017) address the impacts of PES, NPA, and CFM on deforestation in Mexico and Central America. Regarding CFM and forest utilization in Mexico, Zhao et al. (2014) make significant contributions by emphasizing the importance of long-term analysis and modeling of these ecosystems from interdisciplinary perspectives.

Understanding and analyzing policies for conserving and utilizing forest ecosystems requires substantial effort due to their high biodiversity, socio-environmental dynamics, and cultural characteristics. According to García-Peñalvo (2022), systematic literature review serves as a method to evaluate and interpret academic and professional contributions in a specific field, pinpointing gaps in knowledge and research needs. This context frames the research question: What are the predominant themes and trends in the generation of knowledge regarding the conservation and use of oak forests in Mexico, under the public policy instruments of NPA, PES, and CFM? Consequently, the objective of this review was to assess the current state of knowledge on research topics and themes concerning oak forests in Mexico associated with NPA, PES, and CFM.

Materials and Methods

This review employed the Search, Appraisal, Synthesis, and Analysis (SALSA) framework, a suitable method for systematic literature reviews in environmental sciences (Perevochtchikova et al., 2021). The search was conducted using Scopus, Scielo, and Redalyc search engines due to their flexibility, accessibility, and broad coverage of publications. Primary sources included scientific and review papers, books, and book chapters.

Each search engine underwent testing with various combinations of keywords in both Spanish and English until appropriate terms were identified and grouped into three sets. The first set focused on forest types: temperate forest, oak forest, *Quercus* forest. The second set indicated conservation or utilization policy mechanisms: natural

incendios forestales, así como a políticas basadas en subsidios agrícolas (Min-Venditti et al., 2017), lo que ha ocasionado el deterioro del suelo, la pérdida de biodiversidad y presiones en los procesos ecológicos. Al respecto, Gutiérrez y Trejo (2014) indican que, en las próximas décadas, el cambio climático afectará la distribución de algunas especies de encino.

En los últimos años se han explorado temas relacionados con políticas de conservación y aprovechamiento de los ecosistemas forestales mediante trabajos de revisión que abarcan varias escalas y enfoques. A nivel nacional destacan revisiones sobre PSA como los trabajos de Perevochtchikova et al. (2021), Yu et al. (2020) y Perevochtchikova y Oggioni (2014) que examinan los efectos y tendencias de este programa. Por otro lado, Min-Venditti et al. (2017) abordan los impactos del PSA, ANP y MFC sobre la deforestación en México y Centroamérica. Con respecto al MFC y aprovechamiento forestal en México destaca la contribución de Zhao et al. (2014), quienes resaltan la importancia de analizar y modelar estos ecosistemas a largo plazo desde perspectivas interdisciplinarias.

El análisis y entendimiento de las políticas de conservación y uso de ecosistemas forestales implica un esfuerzo considerable, dadas sus peculiaridades de biodiversidad, socioambientales y culturales. Según García-Peñalvo (2022), la revisión sistemática de literatura es un método que permite la evaluación e interpretación del trabajo académico y profesional en un campo específico y la identificación de lagunas en el conocimiento y necesidades de investigación. En este contexto se plantea la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las temáticas y tendencias predominantes en la generación de conocimiento sobre la conservación y uso de los encinares en México, bajo los instrumentos de política pública ANP, PSA y MFC? En consecuencia, el objetivo de esta revisión fue identificar el estado del conocimiento de las líneas de investigación y temáticas sobre los bosques de encino en México asociadas a las ANP, PSA y MFC.

Materiales y métodos

En esta revisión se utilizó el marco de búsqueda, evaluación, síntesis y análisis (SALSA por sus siglas en inglés), un método adecuado para la revisión sistemática de literatura en las ciencias ambientales (Perevochtchikova et al., 2021). Los motores de búsqueda de Scopus, Scielo y Redalyc se emplearon debido a su flexibilidad, acceso y cobertura amplia de publicaciones, considerando como fuentes primarias los artículos científicos, artículos de revisión, libros y capítulos de libros.

protected areas or protected areas, pay or payment, followed by ecosystem services, environmental services, or hydrological services. The third set for CFM included terms such as community forest management, community forestry, and community-based management. To restrict searches to Mexico, the term “mexic*” was used, covering Mexico, Mexican, or Mexicans and their plurals. These terms were required to appear in the title, abstract, or keywords sections. A total of nine advanced searches were conducted on each platform. Next, the databases were downloaded in Microsoft Excel format, standardized, and exported to Microsoft Access for further processing.

As inclusion criteria, publications from the year 2000 onwards and only primary sources were considered. Grey literature (conference papers, reports, summaries, and scientific notes) and duplicate records were excluded, resulting in the removal of 339 records. Subsequently, abstracts and keywords were reviewed to exclude 120 documents that did not relate to the terms. This stage concluded with a quick reading of 204 downloaded documents, excluding 123 of them.

Subsequently, a detailed reading was conducted on the 81 preselected documents, and 44 were excluded due to a lack of relevant information related to oak forests or because the focus was on another type of forest. This final filter also limited the selection to studies focused on federally designated NPA. After this process, 37 studies were selected and classified into groups according to their objectives and study themes.

The information was synthesized based on the following points: 1) a timeline analysis from the year 2000 to October 2022, from which a bar graph was constructed; 2) creation of a corpus and selection of titles and keywords using VOYANT (Sinclair & Rockwell, 2024) for text analysis and mining; 3) thematic analysis using a matrix and a bar graph of the studies considered in the analysis.

These documents were classified based on thematic research areas. Finally, the review report was prepared following the guidelines for systematic reviews according to the PRISMA statement (Page et al., 2021).

Results

A total of 662 studies were identified. After applying the inclusion and exclusion criteria and the evaluation and analysis process, 37 studies were selected, representing 5.6 % of the documents found. Of these, 13 focus on NPA, two on PES, 17 on CFM, and five include two or more of these instruments. According to Figure 1, from 2000 to 2010, seven documents were published, representing less than 20 %; in six years of this period,

En cada buscador se realizaron pruebas utilizando combinaciones de palabras hasta determinar los términos apropiados tanto en español como en inglés, las cuales se agruparon en tres conjuntos. El primero se refirió al tipo de bosque: *temperate forest*, *oak forest*, *Quercus forest*. El segundo conjunto señaló el mecanismo de política de conservación o uso: por un lado, *natural protected areas* o *protected areas*, *pay* o *payment*, seguidos de *ecosystem services*, *environmental services* o *hydrological services*. Por último, para MFC, se usaron los términos *community forest management*, *community forestry* y *community-based management*. En todos los casos para acotar la búsqueda al país, se usó el término “mexic*” para considerar México, mexicano o mexicana y sus plurales, como parte del tercer conjunto de palabras. Estos términos tendrían que aparecer en las secciones: título, resumen o palabras clave. En total se hicieron nueve búsquedas avanzadas en cada plataforma. Como siguiente paso se descargaron las bases de datos en formato de Microsoft Excel, se estandarizó la información de los campos y se exportó a Microsoft Access para su procesamiento.

Como criterios de inclusión se consideraron publicaciones del año 2000 y posteriores y solo fuentes primarias, por lo que se excluyó la literatura gris (conferencias, reportes, resúmenes y notas científicas) y los registros duplicados; con estos criterios se excluyeron 339 registros. Posteriormente, los resúmenes y palabras clave se revisaron para, a partir de esto discriminar 120 documentos, debido a que no guardaban relación con los términos. Esta etapa finalizó con la lectura rápida de 204 documentos descargados para excluir 123.

Posteriormente se hizo una lectura detallada de los 81 documentos preseleccionados y se excluyeron 44 por falta de información relevante relacionada con bosques de encino o porque el tema se centraba en otro tipo de bosque. Este último filtro también se limitó a incluir solo aquellos estudios enfocados en ANP de carácter federal. Después de este proceso, se seleccionaron 37 trabajos clasificados en grupos de acuerdo con los objetivos y temáticas de estudio.

La información se sintetizó con base en los siguientes puntos: 1) análisis de línea del tiempo de año 2000 hasta octubre de 2022, información con la cual se construyó un gráfico de barras; 2) construcción de un corpus y selección de los títulos y palabras clave VOYANT (Sinclair & Rockwell, 2024), para análisis y minería de textos; 3) análisis de las temáticas mediante una matriz y un gráfico de barras de los estudios considerados en el análisis.

Con estos documentos se establecieron criterios de clasificación con base en el área temática de investigación. Finalmente, el reporte de esta revisión se hizo de acuerdo con los lineamientos para versiones sistemáticas según la declaración PRISMA (Page et al., 2021).

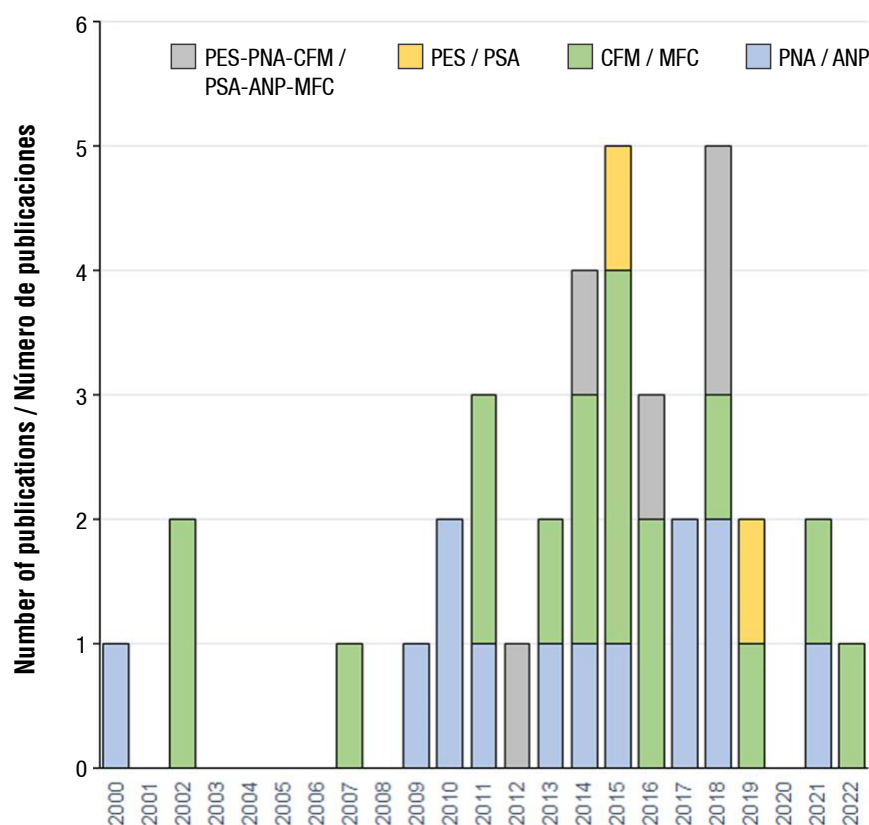


Figure 1. Publications categorized by year and conservation and management scheme for oak forests in Mexico. NPA: Natural Protected Areas, PES: Payment for Ecosystem Services, and CFM: Community Forest Management

Figura 1. Publicaciones por año y por esquema de conservación y manejo de encinares en México. ANP: áreas naturales protegidas, PSA: pago por servicios ambientales y MFC: manejo forestal comunitario.

none were published. Meanwhile, in the period from 2011 to 2022, 30 documents were published (81 %), with an annual average of 2.5. Between 2014 and 2018, 19 documents were found, with 2015 and 2018 being the most productive years, each with five publications. In 2020, there was no scientific output on the topic.

These studies were published in 28 journals (both national and international) and in two books. Four journals account for 30 % of the contributions, distributed in five, three, and two publications each, while 24 journals have a single publication. Regarding the nationality of the journals, 12 are from Mexico, with two standing out: 'Madera y Bosques' with five papers and 'Revista Mexicana de Sociología' with two. Among the international journals, 'Forest Ecology and Management' (Netherlands) and 'Journal of Sustainable Forestry' (United States) stand out with two each.

Figure 2 shows the six thematic areas or lines of research identified from the analysis. The first and most extensive addresses ecological aspects of flora and fauna with 13 studies focused on NPA. The second area focuses on the socio-ecological effects, social

Resultados

En total se identificaron 662 investigaciones. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión y el proceso de evaluación y análisis se seleccionaron 37 que representan 5.6 % de los documentos encontrados. De estos, 13 tratan sobre ANP, dos sobre PSA, 17 se centran en el MFC y cinco incluyen dos o más de estos instrumentos. Acorde con la Figura 1, del 2000 al 2010 se publicaron siete documentos que representan menos del 20 %; incluso, en seis años de este periodo no se publicó alguno, mientras que en el periodo 2011-2022 se publicaron 30 (81 %) con un promedio anual de 2.5. Para los años 2014-2018 se encontraron 19, siendo el 2015 y 2018 los más fructíferos con cinco en ambos casos. Durante el año 2020 no hubo producción científica del tema.

Estos trabajos se publicaron en 28 revistas (nacionales y extranjeras) y en dos libros. Cuatro revistas concentran 30 % de las contribuciones, distribuidas en cinco, tres y dos cada una, mientras que 24 revistas cuentan con una sola publicación. En cuanto a la nacionalidad de las revistas, 12 son de México y destacan dos: 'Madera

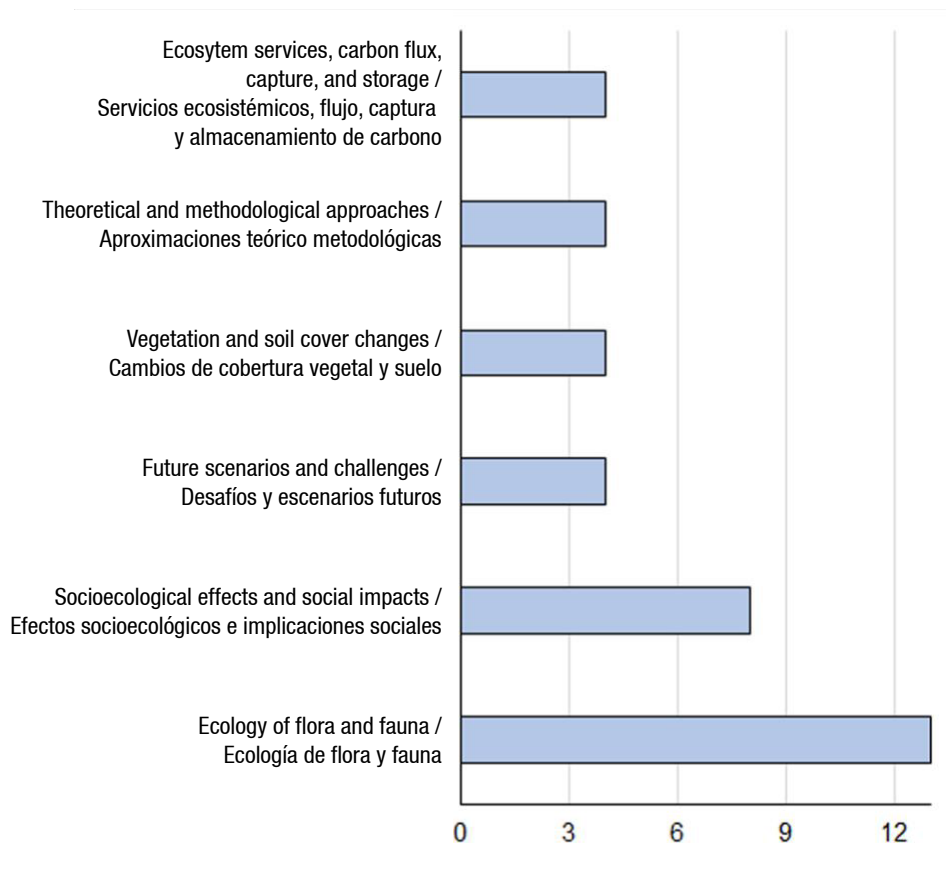


Figure 2. Themes identified in the review on conservation and management schemes of oak forests in Mexico.

Figura 2. Temáticas identificadas en la revisión por esquema de conservación y manejo de encinares en México.

implications, and traditional knowledge with eight contributions associated with CFM. The remaining four themes each present four studies. The theme on changes in forest cover includes two studies on PES and two on the interaction between NPA and PES. The four studies on ecosystem services, particularly on carbon capture and storage, are related to CFM, as are those dealing with challenges and future scenarios. The theoretical-methodological approaches are related to the three instruments: NPA, PES, and CFM (Table 1).

Regarding data mining, Figure 3 shows the corpus constructed from titles and keywords, where the most prominent terms are: Mexico, conservation, forests, oak, species, Sierra, carbon, forestry, temperate, pine, areas, reserve, and community. These are closely associated with the themes identified in this review.

Regarding the geographical location of these studies, six (16 %) focus on the national level, while the rest concentrate on regions encompassing one or more federal entities. The state of Oaxaca has the highest participation with 13 studies, followed by Hidalgo and Michoacán with three each. Since some NPA extend beyond state borders, some studies involve two or more entities, such as Jalisco-Colima (two studies) and

y Bosques' con cinco artículos y 'Revista Mexicana de Sociología' con dos. En cuanto a las revistas extranjeras, 'Forest Ecology and Management' (Países Bajos) y 'Journal of Sustainable Forestry' (Estados Unidos) sobresalen con dos cada una.

La Figura 2 muestra los seis ejes temáticos o líneas de investigación identificados a partir del análisis. El primero y más amplio aborda aspectos ecológicos de flora y fauna con 13 estudios enfocados en ANP. En segundo lugar, se encuentra el eje que se enfoca a los efectos socioecológicos implicaciones sociales y conocimiento tradicional con ocho contribuciones asociadas al MFC. Las cuatro temáticas restantes presentan cuatro estudios cada una. La temática sobre cambios de cobertura forestal incluye dos estudios PSA y dos en la interacción ANP y PSA. Por su parte, las cuatro investigaciones sobre servicios ecosistémicos, particularmente sobre captura y almacenamiento de carbono, se relacionan con el MFC al igual que los que tratan sobre desafíos y escenarios futuros. Las aproximaciones teórico-metodológicas se relacionan con los tres instrumentos: ANP, PSA y MFC (Cuadro 1).

Respecto a la minería de datos, la Figura 3 muestra el corpus construido a partir de los títulos y palabras

Table 1. References and Research Themes in Oak Forests Associated with Natural Protected Areas, Payment for Ecosystem Services, and Community Forest Management.**Cuadro 1. Referencias y temáticas de investigación en bosques de encino asociados a áreas naturales protegidas, pago por servicios ambientales y manejo forestal comunitario.**

Research Themes / Temáticas de investigación	References / Referencias	Description / Descripción
Ecology of Vegetation and Fungi/ Ecología de vegetación y hongos	Vargas-Rueda et al. (2021), Olvera-Vargas and Figueroa-Rangel (2018), Silva et al. (2018), Ramírez-Toro et al. (2017), Block and Meave (2015), Torres-Miranda et al. (2012), Álvarez-Zúñiga et al. (2010), Regil-García and Franco-Maass (2009), Figueroa-Rangel and Olvera-Vargas (2000), Piña-Páez et al. (2013).	Description and ecological analysis of plant communities and ecological successions. / Descripción y análisis ecológico de comunidades vegetales y sucesiones ecológicas.
Ecology of Fauna/ Ecología de fauna	Larios-Lozano et al. (2017), Ortiz-Pulido and Lara (2014), Urbina-Cardona and Flores-Villela (2010).	Distribution, diversity, and endemism of species and risk status. Birds and herpetofauna. / Distribución, diversidad y endemismo de especies y en categoría de riesgo. Aves y herpetofauna.
Changes in Vegetation and Soil Cover/ Cambios de cobertura vegetal y suelo	Navarro et al. (2018), Ramírez-Reyes et al. (2018), López-García et al. (2014) and López-García and Alcántara-Ayala (2012).	Effects, evaluation, and changes measured over time using satellite imagery. / Efectos, evaluación y cambios medidos a través de imágenes de satélite en el tiempo.
Ecosystem Service (carbon)/ Servicios ecosistémicos (carbono)	Leyva-Pablo et al. (2021), Álvarez and Rubio (2016); Álvarez and Rubio (2013) and de Jong et al. (2007).	Carbon cycle, capture, storage, and community involvement. / Ciclo del carbono, captura, almacenamiento y participación comunitaria.
Socioecological Effects, Social Implications, and Traditional Knowledge/ Efectos socioecológicos, implicaciones sociales y conocimiento tradicional	Santiago-García et al. (2022), Maya-Elizarrarás and Schondube (2015), Martin et al. (2011), Merino (2018), Merino and Martínez (2014), Vázquez García (2015), Andrade-Sánchez and Eaton-González (2019), Hernández et al. (2016).	Effects of exploitation. Characterization of forest communities and gender-focused approaches. Traditional knowledge in the use of forest resources. / Efectos del aprovechamiento. Caracterización de comunidades forestales y de enfoque de género. Conocimiento tradicional en el uso de recursos forestales.
Challenges and Future Scenarios/ Desafíos y escenarios futuros	Martin et al. (2021), Wallace et al. (2015), Wriarth and Leighton (2002) and Ganz and Burkle (2002).	Challenges in community forestry attributed to high diversity and technological development. / Desafíos en silvicultura comunitaria atribuido a la alta diversidad y desarrollo tecnológico.
Theoretical and Methodological Approaches/ Aproximaciones teóricas y metodológicas	Galicia et al. (2015, 2018), Van Vleet et al. (2016), Monroy et al. (2015).	Integration of socio-ecological approaches and community vision for conservation and use. / Integración de enfoques socioecológicos y visión comunitaria para la conservación y uso

Mexico-Michoacán (one study). Puebla and Hidalgo each have two studies, while nine states report only one study.

Discussion

Natural Protected Areas

Publications addressing topics related to oak forests associated with NPA primarily examine aspects of conservation biology and are grouped into two

clave, donde los términos que más resaltan son: México, conservación, bosques, encino, especies, sierra, carbón, forestal, templados, pino, áreas, reserva y comunitario. Estos se encuentran estrechamente asociados a las temáticas identificadas en esta revisión.

En cuanto a la ubicación geográfica de estas investigaciones, seis (16 %) se centran a nivel nacional y el resto se enfoca en regiones que abarcan una o más entidades federativas. El estado de Oaxaca concentra la mayor participación con 13 estudios; seguido de Hidalgo

Nature (IUCN, 2023). However, there is still a need to incorporate approaches that integrate social aspects and inter- and transdisciplinary perspectives, as these forest ecosystems are inhabited by human populations that depend on the resources provided by the forests.

Among the three mechanisms reviewed, NPA are the oldest as their implementation dates back to the first half of the last century. More than a third of the publications analyzed focus on this conservation scheme. In this regard, Maldonado et al. (2020) mention that among Latin American countries, Mexico is one of the leading producers of knowledge related to NPA, particularly in the early part of this century and increasing in the second decade. This coincides with the findings of this review, as 86 % of the studies were generated after the year 2010. However, given the biodiversity of Mexican terrestrial ecosystems and vegetation types, it is common for a significant number of studies to focus on characterizing components of biological diversity. Therefore, the scope of knowledge regarding these types of forests within NPA is still limited.

Payment for Ecosystem Services

According to Perevochtchikova et al. (2021), the primary sources for studying the effects of PES include Ecological Economics, Ecosystem Services, and Land Use Policy, a finding similarly observed by Yu et al. (2020). Both reviews encompassed international literature, whereas this study focuses exclusively on the Mexican context, indicating differences in publication sources.

Studies on PES have seen a significant increase since 2005 (Perevochtchikova et al., 2021), corresponding to the implementation of this program in Mexico in 2003. According to Yu et al. (2020), academic interest in Latin America, particularly in Brazil and Mexico, surged in the second decade of this century, primarily concerning forests and carbon-related topics. Additionally, Perevochtchikova and Oggioni (2014) argue that globally, research on ecosystem services centers around socioeconomic analysis, biodiversity's ecosystem function, hydrological issues, and carbon dynamics. However, in Mexico, the first study related to PES associated with oak forests was published in 2015. This suggests that the wide diversity of vegetation types in the country, as well as the various study approaches, may be limiting the scope of research despite the significant growth of this conservation model.

In this review, among the studies related to PES schemes and oak forests, those analyzing and evaluating changes in vegetation cover and forest fragmentation using satellite imagery and specialized tools predominate. According to Ramírez-Reyes et al. (2018), forest cover

García & Alcántara-Ayala, 2012; López-García et al., 2014) abordan la evaluación sucesional y cambios de la cobertura forestal y fragmentación.

Estos estudios muestran cierto sesgo hacia las ciencias naturales, en particular hacia temas de la biología de la conservación; sus sugerencias sobre la relevancia de los grupos de organismos analizados se utilizan como argumentos justificativos para la creación continua de áreas protegidas, temas que sin duda son cruciales en el campo de la ecología y la conservación. Algunas especies, sobre todo de fauna (aves, anfibios y herpetofauna), que se abordaron en los trabajos mencionados están catalogadas en algún nivel de riesgo, ya sea en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-059 (SEMARNAT, 2010) o en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2023). No obstante, se requiere aún la incorporación de enfoques que fusionen los aspectos sociales y perspectivas inter y transdisciplinarias, ya que en estos ecosistemas forestales conviven poblaciones humanas que dependen de los recursos que los bosques proporcionan.

De los tres mecanismos considerados en la revisión, las ANP son las más longevas ya que su implementación data de la primera mitad del siglo pasado. Más de la tercera parte de las publicaciones analizadas se enfocan en este esquema de conservación. Al respecto, Maldonado et al. (2020) refieren que, de los países latinoamericanos, México es uno de los que producen más conocimiento relacionado con las ANP, particularmente a principios de este siglo y que se incrementa en la segunda década. Lo anterior coincide con lo que se plantea en esta revisión, ya que 86 % de los estudios se generaron posterior al año 2010; sin embargo, dada la biodiversidad de los ecosistemas terrestres mexicanos y de los tipos de vegetación, es común que un número alto de estudios se enfoque en aspectos de caracterización de los componentes de la diversidad biológica, por lo que el alcance del conocimiento de este tipo de bosques con las ANP es aún limitado.

Pago por servicios ambientales

De acuerdo con Perevochtchikova et al. (2021), las principales fuentes de consulta sobre los efectos de PSA son Ecological Economics, Ecosystem Services y Land Use Policy; una observación similar a la compartida por Yu et al. (2020). Ambas revisiones abarcaron literatura internacional, mientras que este trabajo se enfocó únicamente al contexto mexicano, lo que implica diferencias en cuanto a las fuentes de publicación.

Los estudios de PSA han experimentado incremento notable a partir del año 2005 (Perevochtchikova et al., 2021), lo cual guarda relación con la implementación de este programa en México en el año 2003. De acuerdo

loss in temperate forests is estimated to range between 1.16 % and 2 %. This contrasts with rates observed in the second half of the 20th century, which were estimated to be as high as 30 % in southeastern Mexico. These studies suggest that since the year 2000, the trend has reversed, including oak forests that in some cases show slight recovery (Navarro et al., 2018). The decrease in forest cover loss is attributed to a series of factors, including social aspects and public policies such as PES and NPA, as well as community forest management (López-García et al., 2012; Navarro et al., 2018). Although the potential positive impacts of PES are not uniform across all vegetation types, these contributions suggest continuous monitoring of long-term changes.

Community Forest Management

Research on CFM and oak forests relates to three thematic categories: 1) social effects, environmental implications, social implications, and traditional knowledge, 2) challenges and future scenarios, and 3) ecosystem services.

Research indicates that the impacts of forest management in Mexico have received limited analysis, with studies highlighting negative effects on biodiversity and certain ecosystem services such as soil formation and water supply. These impacts are particularly pronounced under intensive management practices (Monárrez-González et al., 2018). For example, Maya-Elizarrarás and Schondube (2015) indicate that the decrease in bird diversity in oak forests in west-central Mexico is attributed to charcoal production.

From a social perspective, Merino (2018) and Merino y Martínez (2014) describe the characteristics of ejidos and forest communities that possess forested areas of temperate ecosystems, including oak forests. Their studies emphasize that these community forests are primarily used to obtain forest resources for domestic needs such as firewood collection and livestock grazing. In contrast, Vázquez García's (2015) research, from a gender perspective, analyzes the exclusion of women from decision-making and other activities in community forest management. Residents in these communities possess extensive knowledge of both timber and non-timber forest resources provided by the forests. For instance, according to Hernández et al. (2016), edible mushrooms harvested from oak forests constitute a source of biocultural wealth and traditional knowledge.

Community utilization of forest resources achieves several key sustainability objectives such as job creation, economic income, sustainable management, and biodiversity conservation. However, balancing the

con Yu et al. (2020), en Latinoamérica, particularmente en Brasil y México, el interés académico aumentó en la segunda década de este siglo, principalmente en temáticas relacionadas con bosques y carbono. Por otro lado, Perevochtchikova y Oggioni (2014) sostienen que, a nivel global, los estudios sobre servicios ecosistémicos se centran en el análisis socioeconómico, así como en aspectos relacionados con la función ecosistémica de la biodiversidad, además de temas hidrológicos y de carbono. No obstante, en México, el primer estudio relacionado con el PSA asociado a bosques de encino se publicó en el 2015. Esto indica que la amplia diversidad de tipos de vegetación en el país, así como los enfoques de estudio, estaría limitando el alcance de las investigaciones a pesar del crecimiento notable de este modelo de conservación.

En esta revisión, entre los trabajos relacionados con esquemas de PSA y encinares, predominan los que analizan y evalúan cambios de cobertura vegetal y fragmentación de bosques mediante el uso e interpretación de imágenes de satélite con herramientas especializadas. De acuerdo con Ramírez-Reyes et al. (2018), se estima que la pérdida de cobertura forestal en bosques templados oscila entre 1.16 % y 2 %. Esto contrasta con las tasas observadas en la segunda mitad del siglo XX que se estimaban hasta en 30 % en el sureste mexicano. Estos estudios sugieren que, a partir del año 2000, la tendencia se ha revertido, incluyendo los bosques de encino que en algunos casos muestran ligera recuperación (Navarro et al., 2018). La disminución en la pérdida de cobertura forestal se atribuye a una serie de factores, entre los que destacan aspectos sociales y políticas públicas como el PSA y las ANP, además de la gestión comunitaria del bosque (López-García et al., 2012; Navarro et al., 2018). Aunque los posibles impactos positivos del PSA no son uniformes en todos los tipos de vegetación, estas contribuciones sugieren un monitoreo continuo de los cambios a largo plazo.

Manejo forestal comunitario

Las investigaciones sobre MFC y bosques de encino se relacionan con tres categorías temáticas: 1) efectos sociales, ambientales, implicaciones sociales y conocimiento tradicional, 2) desafíos es escenarios futuros y 3) servicios ecosistémicos.

Se ha documentado que los impactos de manejo forestal en México han sido poco analizados y quienes lo han hecho resaltan los efectos negativos sobre la biodiversidad y algunos servicios ecosistémicos como el suelo y abastecimiento de agua, que se exacerban cuando el manejo es intensivo (Monárrez-González et al., 2018). Por ejemplo, Maya-Elizarrarás y Schondube (2015) indican que la disminución en la diversidad de

conservation of biological diversity with social and economic development remains a significant challenge.

The high species diversity of oak and their landscape-level variability in Mexican forests pose challenges for small-scale forestry (Wallace et al., 2015; Martin et al., 2021). Additionally, the lack of technological capabilities hinders value addition to products derived from these species, which, according to Delgado-Serrano et al. (2015), negatively impacts socio-ecological resilience.

Regarding CFM and its relationship with ecosystem services, notable studies focus on exploring the storage of organic carbon, which is seen as a potential source of economic income for local communities (Álvarez & Rubio 2016; de Jong et al., 2007).

An important point to highlight is the region where a significant amount of oak forest research has been conducted: the state of Oaxaca. These studies indicate considerable academic interest in this area, likely due to its status as one of the most biodiverse states, particularly with its wide variety of oak species. Despite the lack of federal and state NPA, voluntary community conservation areas have been successfully implemented (Monroy et al., 2015). The local population in these regions has a strong tradition of ecosystem resource management and profound traditional knowledge.

Interaction of Natural Protected Areas, Payment for Ecosystem Services, and Community Forest Management

Studies that relate two or all three of the instruments under review and encompass oak forests have gained prominence since the second decade of this century. Studies such as those by Van Vleet et al. (2016) highlight that despite the lack of protected areas in the state of Oaxaca, programs like PES and CFM, along with other social factors, have managed to maintain a conserved forest cover. Meanwhile, López-García and Alcántara-Ayala (2012) suggest that PES helps reduce deforestation in NPA such as the Monarch Butterfly Biosphere Reserve.

Regarding theoretical and methodological proposals, the reviewed studies predominantly adopt monodisciplinary approaches, mostly from the natural sciences. Consequently, some authors suggest analyzing forest ecosystems subject to public conservation and utilization policies in conjunction with social processes and ecological and economic dynamics. In this context, such socio-environmental issues can be categorized as complex problems. Therefore, authors like Galicia et al. (2018) recommend addressing these issues from

aves en encinares del centro occidente de México sería un impacto atribuido a la producción de carbón vegetal.

Desde un enfoque social, Merino (2018) y Merino y Martínez (2014) describen las características de ejidos y comunidades forestales que poseen superficies forestales de ecosistemas templados, incluyendo encinares. En sus estudios destacan que estos bosques comunitarios están destinados, principalmente, a la obtención de recursos forestales para satisfacer necesidades domésticas como la recolección de leña y el pastoreo de ganado. Por su parte, el trabajo de Vázquez García (2015), desde una perspectiva de género, analiza el proceso de exclusión de las mujeres en la toma de decisiones y otras actividades de la gestión comunitaria del bosque. Las personas que residen en estas comunidades poseen conocimiento amplio de los recursos forestales maderables y no maderables que los bosques proporcionan; por ejemplo, de acuerdo con Hernández et al. (2016), los hongos comestibles que se obtienen de los bosques de encino constituyen una fuente de riqueza biocultural y conocimiento tradicional.

Con el aprovechamiento comunitario de los recursos forestales se logran algunos objetivos primordiales de la sustentabilidad como la generación de empleos, ingresos económicos, administración sostenible y la conservación de la biodiversidad. No obstante, sigue siendo un desafío encontrar el equilibrio entre la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo social y económico.

La alta diversidad de especies de encino y su variabilidad a nivel de paisaje en estos bosques mexicanos representan un desafío para la silvicultura de pequeña escala (Wallace et al., 2015; Martin et al., 2021). Además, la falta de capacidades tecnológicas impide agregar valor a los productos derivados de estas especies, lo cual, de acuerdo con Delgado-Serrano et al. (2015), es una limitación que impacta negativamente en la resiliencia socioecológica.

En cuanto al MFC y su relación con los servicios ecosistémicos destacan trabajos enfocados, particularmente, en la exploración del almacenamiento de carbono orgánico, lo cual es visto como una opción de generación de ingresos económicos para las comunidades locales (Álvarez & Rubio 2016; de Jong et al., 2007).

Un punto importante que remarcar es la región del país en la que se ha desarrollado una cantidad importante de estudios de los bosques de encino: el estado de Oaxaca. Estas investigaciones sugieren un interés académico considerable en esta entidad, debido posiblemente a que es uno de los estados más biodiversos, destacando la gran variedad de especies de encino. No obstante, a

the perspective of socio-ecological systems, or as Andrade-Sánchez and Eaton-González (2019) propose, through transdisciplinary approaches known as the dialogue of knowledge, which includes participatory methodologies with local stakeholders.

Conclusions

The study of oak forests linked to conservation and usage policies has experienced a significant increase in recent decades. These studies have been published in both Mexican and international journals; more than half focus on Natural Protected Areas, especially on conservation biology topics. Studies on Payment for Ecosystem Services often analyze and evaluate its socio-environmental effects. Regarding Community Forest Management, research highlights the limitations of social capital and the lack of technology in community forestry. Overall, the studies indicate that these policies help reduce the risk of adverse changes in these forests. However, specific studies on oak forests are still insufficient, revealing gaps in knowledge. Consequently, understanding the social and ecological interactions in these forests remains an outstanding task.

Acknowledgments

The first author thanks the Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) for the financial support for postgraduate studies. Additional thanks are extended to the anonymous reviewers of this manuscript, whose valuable observations and suggestions significantly contributed to its improvement.

End of English version

References / Referencias

- Álvarez, S., & Rubio, A. (2016). Wood use and forest management for carbon sequestration in community forestry in Sierra Juárez, Mexico. *Small-scale Forestry*, 15(3). <https://doi.org/10.1007/s11842-016-9325-2>
- Álvarez, S., & Rubio, A. (2013). Línea base de carbono en bosque mixto de pino-encino de la Sierra Juárez (Oaxaca, México). Aplicación del modelo CO2FIX V.3.2. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(1), 125–137. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.01.005>
- Álvarez-Zúñiga, E., Sánchez-González, A., & Valencia-Ávalos, S. (2010). Los encinos del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Madera y Bosques*, 16(4), 55–66. <https://doi.org/10.21829/myb.2010.1641160>
- Andrade-Sánchez, J. A., & Eaton-González, R. (2019). Cybercartography as a transdisciplinary approach to solve complex environmental problems: A case study of the Kumeyaay Peoples of Baja California and the conservation of oak trees.

pesar de la carencia de ANP federales y estatales, se han implementado exitosamente áreas voluntarias de conservación comunitaria (Monroy et al., 2015). La población local de estas regiones cuenta con una tradición arraigada en la gestión de los recursos de los ecosistemas y un conocimiento tradicional profundo al respecto.

Interacción de áreas naturales protegidas, pago por servicios ambientales y manejo forestal comunitario

Los estudios que relacionan dos o los tres instrumentos estudiados y que han logrado abarcar los bosques de encino cobran relevancia a partir de la segunda década de este siglo. Trabajos como los de Van Vleet et al. (2016) destacan que, pese a la carencia de áreas protegidas en el estado de Oaxaca, los programas como el PSA y el MFC aunado a otros factores de índole social han logrado mantener una tendencia de cubierta forestal conservada. Por su parte, López-García y Alcántara-Ayala (2012) sugieren que los PSA contribuyen a disminuir la deforestación en ANP como en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca.

En lo que respecta a las propuestas teóricas y metodológicas, los trabajos revisados en este análisis mantienen una tendencia de abordajes monodisciplinarios, desde las ciencias naturales en la mayoría de los casos. Por tanto, algunos autores sugieren abordar el análisis de los ecosistemas forestales sujetos a instrumentos de políticas públicas de conservación y aprovechamiento en conjunto con los procesos sociales y dinámicas ecológicas y económicas. En tal contexto, este tipo de problemáticas socioambientales se pueden categorizar como problemas complejos. Por ello, algunos autores como Galicia et al. (2018) sugieren el abordaje de estas problemáticas desde el enfoque de los sistemas socioecológicos, o bien, como lo plantean Andrade-Sánchez y Eaton-González (2019), desde enfoques transdisciplinarios que denominan el diálogo de saberes, lo que incluye metodologías participativas con los actores locales.

Conclusiones

El estudio de los bosques de encino, vinculados a políticas de conservación y uso, experimentó un aumento notable en las últimas décadas. Los estudios se publicaron en revistas mexicanas y extranjeras; más de la mitad se refieren a las Áreas Naturales Protegidas, centrándose especialmente en temáticas de biología de la conservación. En cuanto a los estudios sobre Pago por Servicios Ambientales destacan los que analizan y evalúan sus efectos socioambientales. Con respecto al Manejo Forestal Comunitario, las investigaciones se enfocan en las limitaciones de capital social y la falta de

Modern Cartography Series, 9, 317–329. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64193-9.00018-X>

Block, S., & Meave, J. A. (2015). Structure and diversity of oak forest in the El Tepozteco National Park (Morelos, Mexico). *Botanical Sciences*, 93(3), 429–460. <https://doi.org/10.17129/botsci.150>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos, Informe de Resultados 2009-2014*. <https://old-snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Resultados%20Hist%C3%B3ricos%20INFyS/2009%20-%202014/Informe%20de%20resultados/Informe%20inventario%2009%20-%202014.pdf>

de Jong, B. H., Maser, O., Olgún, M., & Martínez, R. (2007). Greenhouse gas mitigation potential of combining forest management and bioenergy substitution: A case study from Central Highlands of Michoacan, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 242, 398–411. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.057>

Delgado-Serrano, M., Escalante, R., & Basurto, S. (2015). Is the community-based management of natural resources inherently linked to resilience? An analysis of the Santiago Comaltepec community (Mexico). *Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, 18, 91–114. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29638681004>

Figueroa-Rangel, B. L., & Olvera-Vargas, M. (2000). Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oak forests in the Sierra de Manantlán biosphere reserve, Mexico. *Ecological Research*, 15(3), 249–261. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2000.00346.x>

García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones sistemáticas de literatura. *Education in the Knowledge Society*, 23, e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>

Galicia, L., Potvin, C., & Messier, C. (2015). Maintaining the high diversity of pine and oak species in Mexican temperate forests: a new management approach combining functional zoning and ecosystem adaptability. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(10), 1358–1368. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0561>

Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís L., Guerra, de la C. V., Pérez-Campuzano, E., & Villanueva, Y. A. (2018). Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>

Gutiérrez, E., & Trejo, I. (2014). Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas del bosque templado en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 179–188. <https://doi.org/10.7550/rmb.3.7737>

Hernández, S. F., Pérez, M. J., Xocconostle, C. B., Almaraz, S. J., Ojeda, T. E., Mata, M. G., & Díaz, A. I. (2016). Traditional knowledge and use of wild mushrooms by Mixtecs or *Nuu savi*, the people of the rain, from Southeastern Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(35). <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0108-9>

International Union for Conservation of Nature. (IUCN). (2023). *The IUCN red list of threatened species. Version 2023-1*. <https://www.iucnredlist.org/es/about/citationinfo#:~:text=En%20una%20>

tecnología en la silvicultura comunitaria. En términos generales, los estudios indican que este tipo de políticas contribuyen a reducir el riesgo de cambios adversos en estos bosques. No obstante, aún son insuficientes los estudios específicos sobre los encinares, lo que representa vacíos en el conocimiento; por consiguiente, es tarea pendiente entender las interacciones sociales y ecológicas de estos bosques.

Agradecimientos

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el apoyo económico para estudios de posgrado. Agradecimiento extensivo a los revisores anónimos de este manuscrito, quienes con sus valiosas observaciones y sugerencias contribuyeron a mejorarlo sustancialmente.

Fin de la versión en español

bibliograf%C3%ADa%20lista,Red%20List%20of%20Threatened%20Species

Larios-Lozano, O., Valencia-Herverth, J., Bravo-Cadena, J., Guzmán-Arias, E., & Ortiz-Pulido, R. (2017). Birds of Los Mármoles National Park, Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4), 944–959. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.020>

Leyva-Pablo, T., de León-González, F., Etchevers-Barra, J., Cortés-Pérez, M., Santiago-García, W., Mendoza, A. P., & Fuentes-Ponce, M. H. (2021). Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal comunitario. *Madera y Bosques*, 27(4), e2742421. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2742421>

López-García, J., & Alcántara-Ayala, I. (2012). Land-use change and hillslope instability in the monarch butterfly biosphere reserve, central Mexico. *Land Degradation and Development*, 23(4). <https://doi.org/10.1002/ldr.2159>

López-García, J., Manzo-Delgado, L., & Alcántara-Ayala, I. (2014). Rural aquaculture as a sustainable alternative for forest conservation in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Environmental Management*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.035>

Maldonado, I. O., Chávez, D. R., & Bravo, M. L. (2020). Áreas naturales protegidas y participación social en América Latina: problemas y estrategias para lograr la integración comunitaria. *Región y Sociedad*, 32, e127. <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1277>

Martin, M. P., Peters, C. M., Asbjornsen, H., & Ashton, M. S. (2021). Diversity and niche differentiation of a mixed pine-oak forest in the Sierra Norte, Oaxaca, Mexico. *Ecosphere*, 12(4), e03475. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3475>

Martin, M. P., Peters, C. M., Palmer, M. I., & Illsley, C. (2011). Effect of habitat and grazing on the regeneration of wild *Agave cupreata* in Guerrero, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1443–1451. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.06.045>

Maya-Elizarrarás, E., & Schondube, J. E. (2015). Birds, charcoal and cattle: Bird community responses to human activities in

- an oak forest landscape shaped by charcoal extraction. *Forest Ecology and Management*, 335(1), 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.024>
- Merino, P., & Martínez, A. E. (2014). *A vuelo de pájaro. Las condiciones con bosques templados en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Merino, P. L. (2018). Comunidades forestales en México. Formas de vida, gobernanza y conservación. *Revista Mexicana de Sociología*, 80(4), 909–840. <https://doi.org/10.22201/iis.01882503p.2018.4.57799>
- Min-Venditti, A. A., More, W. G., & Flieschman, F. (2017). What policies improve forest cover? A systematic review of research from Mesoamerica. *Global Environmental Change*, 47, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.08.010>
- Monárrez-González, J. C., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M., & González-Elizondo, M. (2018). Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2), e2421569. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>
- Monroy, G. A., Sánchez-Cordero, V., Briones-Salas, M., Lira-Saade, R., & Maass, M. J. (2015). Representatividad de los tipos de vegetación en distintas iniciativas de conservación en Oaxaca, México. *Bosque (Valdivia)*, 36(2), 199–210. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000200006>
- Navarro, C. R., Esteves-Vieira, D. J., Ochoa-Gaona, S., de Jong, B. H., & Delgado-Serrano, M. (2019). Land cover changes and fragmentation in mountain neotropical ecosystems of Oaxaca, Mexico under community forest management. *Journal of Forestry Research*, 30, 143–155. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0568-3>
- Olvera-Vargas, M., & Figueroa-Rangel, B. (2018). Successional trajectories and rates of change in sub-tropical *Quercus* forests in west-central Mexico: evidences from a permanent plot network. *Madera y Bosques*, 24(3), e2431412. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431412>
- Ortiz-Pulido, R., & Lara, C. (2014). Owls in oak and pine forests in La Malinche National Park, Mexico. *Ornitología Neotropical*, 25(3), 345. https://www.researchgate.net/publication/269278451_Owls_in_oak_and_pine_forests_in_La_Malinche_National_Park_Mexico
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., C. Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. F., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A.,...Moher, D. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372:n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
- Perevotchkikova, M., & Oggioni, J. (2014). Global and Mexican analytical review of the state of the art on ecosystem and environmental services: A geographical approach. *Investigaciones Geográficas*, 85, 47–65. <https://doi.org/10.14350/rig.41239>
- Perevotchkikova, M., Castro-Díaz, R., Langle-Flores, A., & Von Thaden, U. J. (2021). A systematic review of scientific publications on the effects of payments for ecosystem services in Latin America 2000-2020. *Ecosystem Services*, 49, 101270. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101270>
- Piña-Páez, C., Esqueda, M., Gutiérrez, A., & González-Ríos, H. (2013). Diversity of gasteroid fungi in the Sierra de Mazatán, Sonora, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 58(3), 351–356. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-58.3.351>
- Ramírez-Reyes, C., Sims, K. R., Potapov, P., & Radeloff, V. C. (2018). Payments for ecosystem services in Mexico reduce forest fragmentation. *Ecological Applications*, 28(8), 1982–1997. <https://doi.org/10.1002/eap.1753>
- Ramírez-Toro, W., Torres-Miranda, A., González-Rodríguez, A., Ruiz-Sánchez, E., Luna-Vega I., & Oyama, K. (2017). A multicriteria analysis for prioritizing areas for conservation of oaks (Fagaceae: *Quercus*) in Oaxaca, Southern Mexico. *Tropical Conservation Science*, 10, 1–29. <https://doi.org/10.1177/1940082917714227>
- Regil-García, H., & Franco-Maass, S. (2009). Nivel de adecuación del territorio para el desarrollo de especies agrícolas y forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Economía, Sociedad y Territorio*, 9(31), 803–830. <https://doi.org/10.22136/est002009168>
- Santiago-García, W., Bautista-Pérez, L., Rodríguez-Ortiz, G., Quiñonez-Barraza, G., Ruiz-Aquino, F., Suárez-Mota, M. E., Santiago-García, E., Leyva-Pablo, T., Cortés-Pérez, M., & González-Guillén, M. J. (2022). Comparative analysis of three forest management plans in Southern Mexico. *Forest*, 13(3), 393. <https://doi.org/10.3390/f13030393>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). *NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, o exclusión o cambio-lista de especies en riegos*. México: 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 (SEMARNAT). (2021). *Anuario estadístico de la producción forestal 2018*. <https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/porta/publicaciones/2021/2018.pdf>
- Silva, A. M., Castro, R. A., & Castillo-Campos, G. (2018). Estructura y composición de leñosas en dos bosques de las regiones Mixteca y Valles Centrales de Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 24(1), e2411445. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411445>
- Sinclair, S., & Rockwell, G. (2024). *VOYANT tools. See through your text, v. 2.6.13*. <https://voyant-tools.org/>
- Torres-Miranda, A., Luna-Vega, I., & Oyama, K. (2011). Conservation biogeography of red oaks (*Quercus*, Section Lobatae) in Mexico and Central America. *American Journal of Botany*, 98(2), 290–305. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000218>
- Urbina-Cardona, J., & Flores-Villela, O. (2010). Ecological-niche modeling and prioritization of conservation-area networks for Mexican herpetofauna. *Conservation Biology*, 24(4), 1031–1041. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01432.x>
- Valencia-A., S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33–53. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1692>
- Van Vleet, E., Bray, D. B., & Durán, E. (2016). Knowing but not knowing: Systematic conservation planning and community conservation in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Land Use Policy*, 59, 504–515. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.010>

- Vargas-Rueda, A., Rivera-Hernández, J., Álvarez-Aquino, C., Salas-Morales, S., Alcántara-Salinas, G., & Pérez-Sato, Y. (2021). Floristic composition of disturbed tropical montane cloud forest and its ecotones in the National Park Cañón del Río Blanco, Veracruz, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 128, e1715. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1715>
- Vázquez García, V. (2015). Manejo forestal comunitario, gobernanza y género en Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Sociología*, 77(4), 611–635. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v77n4/0188-2503-rms-77-04-00611.pdf>
- Wallace, J., Aquilue, N., Archambault, C., Carpentier, S., Francoeur, X., Greffard, M. H., Galicia, L., & Messier, C. (2015). Present forest management structures and policies in temperate forests of Mexico: Challenges and prospects for unique tree species assemblages. *Forestry Chronicle*, 91(3), 306–317. <https://doi.org/10.5558/tfc2015-052>
- Wright, D. A., & Leighton A. D. (2002). Forest utilization in Oaxaca: A comparison of two communities. *Journal of Sustainable Forestry*, 15(1), 67–79. https://doi.org/10.1300/J091v15n01_05
- Yu, H., Xie, W., Yang, L., Du, A., Almeida, C., & Wang, Y. (2020). From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift? *Science of the Total Environment*, 700, 134627. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134627>
- Zhao, X., Corral-Rivas, J., Zhang, C., Temesgen, H., & Gadow, K. V. (2014). Forest observational studies-an essential infrastructure for sustainable use of natural resources. *Forest Ecosystems*, 1(8). <https://doi.org/10.1186/2197-5620-1-8>