

Deterioro y conservación de los bosques del Nevado de Toluca y el rol de los actores locales

Endara Agramont, Ángel Rolando; Herrera Tapia, Francisco

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Endara Agramont, Á. R., & Herrera Tapia, F. (2016). Deterioro y conservación de los bosques del Nevado de Toluca y el rol de los actores locales. *CIENCIA ergo-sum : revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 23(3), 247-254. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-57110-3>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC Licence (Attribution-NonCommercial). For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

Deterioro y conservación de los bosques del Nevado de Toluca y el rol de los actores locales

Ángel Rolando Endara Agramont* y Francisco Herrera Tapia*

Recepción: 4 de junio de 2015

Aceptación: 15 de diciembre de 2015

*Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Correos electrónicos: arendaraa@uaemex.mx;

fherrerat@uaemex.mx

Se agradecen los comentarios de los árbitros de la revista.



Resumen. El Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca presenta una constante fragmentación de sus bosques. El objetivo de la investigación fue identificar los procesos de deterioro de sus bosques y el rol de los actores locales en su conservación. Se utilizaron los sistemas de información geográfica como base para la generación de mapas temáticos, además de la aplicación de un diagrama de flujo que define los problemas del bosque y otro que los describe y analiza para la búsqueda de soluciones. Los resultados muestran que los principales factores que inciden en el deterioro son incendios forestales, tala inmoderada, plagas y enfermedades. Finalmente se plantean estrategias y escenarios de manejo de los bosques a partir de la articulación de los actores locales.

Palabras clave: Nevado de Toluca, deterioro del bosque, actores locales, estrategias de conservación.

Deterioration and Conservation of Nevado de Toluca Forests and the Role of Local Actors

Abstract. The Area of Protection of Nevado de Toluca Flora and Fauna has a constant fragmentation of forests. Therefore, the aim of the research was to identify the processes of deterioration of the forests and the role of local actors in conservation. Geographic information systems as a basis for the production of thematic maps were used, besides the application of a flow chart to describe and analyze the problems as well as the solutions of the forest. The results showed that the main factors affecting the deterioration are: forest fires, excessive logging, pests and diseases. Finally, management strategies and scenarios of forest were outlined, from the articulation of local actors.

Key words: Nevado de Toluca, forest deterioration, local actors, conservation strategies.

Introducción

El Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (APFFNT) es una importante Área Natural Protegida del Estado de México y ha sufrido una disminución considerable en la densidad del arbolado (40% en bosques de pino), atribuida a la extracción del recurso forestal con fines comerciales (Franco *et al.*, 2006) afectando a las poblaciones de *Pinus hartwegii* (Endara, 2007).

El pino de las alturas (*Pinus hartwegii*) es denominado así por ser el único en México que habita en los límites de la vegetación arbórea, y crece hasta los 4 200 msnm (Campos, 1993). Es una especie adaptada al fuego y se estima que

la ocurrencia promedio de incendios naturales en estos bosques es cada cinco años (Rodríguez, 2001), los cuales son provocados por rayos y actividad volcánica. Sin embargo, los incendios inducidos (de origen humano) superan a los naturales (Rodríguez y Fulé 2003).

La disminución en la cobertura forestal, el pastoreo e incendios forestales en los bosques de pino (Franco *et al.*, 2006) y la tala inmoderada en el bosque de oyamel (Villers *et al.*, 1998) proveen información necesaria para el análisis y la relación con el papel de los actores locales en la conservación o deterioro de estos recursos.

Los ecosistemas forestales del Nevado de Toluca están constantemente sometidos a presión antrópica que afecta

sus superficies y reduce sus densidades, razón por la cual es imperativo el involucramiento de los actores locales (ejidatarios, comuneros, autoridades gubernamentales, etcétera) en el diseño de las prácticas de conservación y participación directa en las normas de manejo sustentable de sus recursos forestales. Por lo anterior, se pretenden identificar los procesos de deterioro de los bosques del Nevado de Toluca con base en el análisis de imágenes de satélite, interpretación de mapas temáticos (considerando sus 54 000 ha como objeto de estudio) y el rol de los actores locales que inciden en la conservación o deterioro de sus recursos forestales.

Los actores locales son las personas que habitan en el lugar de estudio y sus prácticas de extracción de recursos naturales se encuentran reguladas a través de leyes como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y el Decreto Presidencial del 1 de octubre de 2013. Este marco jurídico, entre otras disposiciones legales, regula si los actores locales pueden o no sustraer recursos maderables en el contexto del Área Natural Protegida de Flora y Fauna Nevado de Toluca.

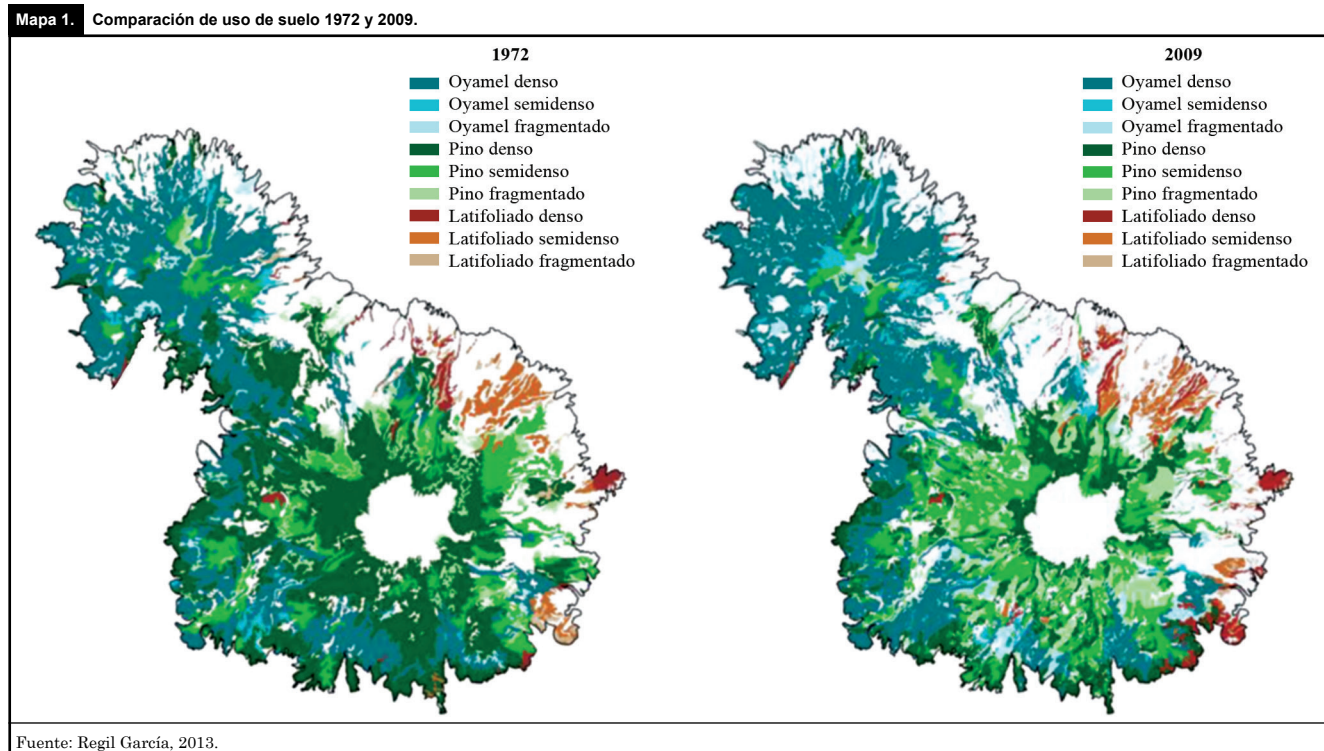
Por ello, en el contexto territorial en el que se encuentra el ANPFNT es fundamental lo siguiente: a) la actuación de los pobladores locales se considera que puede ser un factor antrópico negativo, en caso que no exista un esquema de sustentabilidad (extracción-restitución) y sus actividades pueden alentar la perturbación en términos de tala excesiva

y el deterioro de los bosques por daño en la madera por el uso de sierras y hachas, que sirve de vehículo de entrada de patógenos; b) los actores locales son factor decisivo en la conservación y el manejo sustentable del territorio, por lo que su participación determinará en gran medida el devenir de la conservación de los bosques del Nevado de Toluca.

La estructura de este artículo presenta una primera parte que se basa en la evidencia geográfica del deterioro de los ecosistemas forestales del ANPFNT. Después se presenta un diagrama (árbol de problemas) y un diagrama de soluciones como herramientas de análisis ante la actual situación del deterioro de los bosques. La tercera parte plantea el establecimiento de líneas generales de acción o estrategias de manejo y conservación, con la participación voluntaria y responsable de los actores locales convencidos por el conocimiento del problema y su deseo de involucrarse en el mantenimiento del recurso forestal y del equilibrio ambiental de la zona de estudio. Finalmente el artículo propone escenarios deseables para el bosque y un acercamiento prospectivo para la sustentabilidad del Área Natural Protegida de Flora y Fauna Nevado de Toluca.

1. Estado actual del bosque y problemáticas

En un análisis temporal de los mapas forestales del ANPFNT se puede evidenciar la reducción en las densidades de cobertura de los bosques de pino (mapa 1); esto implica



la extracción de arbolado adulto con las mejores características fenotípicas, que tiene como consecuencia un ecosistema residual con árboles enfermos o decrepitos, los cuales son ahora el soporte semillero para las futuras masas forestales. Lo anterior implica la pérdida de poco más de 40% de los bosques de pino densos (Franco *et al.*, 2006), lo que ha provocado un incremento de las superficies infestadas por plagas y plantas parásitas; esta última ha llegado a parasitar hasta un 60% de los árboles de pino en bosques fragmentados o abiertos (Endara, 2010; Endara *et al.*, 2013).

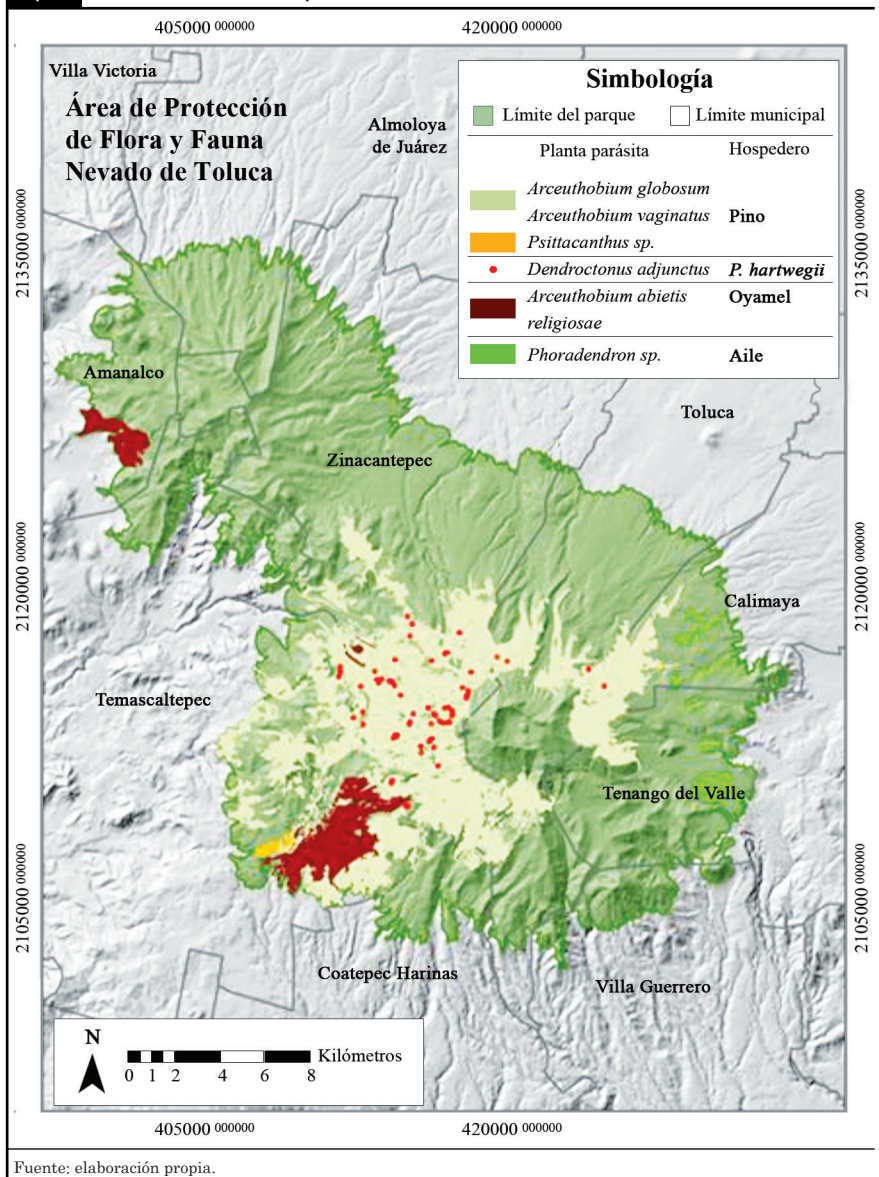
Considerando las cuatro principales especies forestales del APFFNT, pino (*Pinus hartwegii*), oyamel (*Abies religiosa*), encino (*Quercus laurina*) y aile (*Alnus jorullensis*), la dinámica de perturbación en el bosque de pino está dada por la ocurrencia de incendios inducidos para favorecer la germinación de forraje como alimento del ganado ovino y vacuno (Villers *et al.*, 1998; Franco *et al.*, 2006; Endara, 2010).

La extracción forestal en los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) y encino (*Quercus laurina*), así como los incendios inducidos en pino, pueden provocar a largo plazo un corte en las generaciones futuras, es decir, zonas dominadas por individuos adultos y seniles y, por el contrario, otras zonas donde prevalecen sólo individuos juveniles, haciendo del bosque un ecosistema frágil a ataques de plagas (insectos descortezadores), enfermedades (principalmente hongos) y plantas parásitas (*Arceuthobium globosum*, *A. vaginatum*). Por el contrario, los bosques de aile parecen incrementarse debido a la fragmentación constante de los bosques de pino y encino y al abandono de tierras de cultivo, ya que gran parte es producto de la sucesión natural de los ecosistemas y, al ser una especie pionera y fijadora de nitrógeno, ayuda a restablecer la vegetación original a través de la regeneración paulatina de estos bosques. Por lo tanto, es importante su conocimiento como parte funcional en las actividades planeadas para la

rehabilitación de comunidades ecológicas (ecosistemas) degradadas (Endara, 2010).

La extracción continua se convierte en un factor importante en la reducción de la masa forestal del Nevado de Toluca, principalmente en actividades para el autoconsumo como la leña, aunque esto no signifique una amenaza para la conservación del bosque; sin embargo, sí lo es cuando se comercializa, ya que se extraen grandes volúmenes con fines de explotación masiva. La extracción de madera para el mercado no sigue un sistema de manejo controlado, lo cual se ha corroborado en campo cuando se encuentran tocones de diferentes diámetros en una misma zona y bajo ningún criterio de cortas dirigidas. Es decir, sin alguna medida de manejo sustentable del bosque (Endara *et al.*, 2012).

Mapa 2. Estado fitosanitario del bosque del Nevado de Toluca.



El estado fitosanitario actual es el reflejo de extracciones immoderadas en años pasados, así como una fuerte presión de actividades agropecuarias, sobre todo en el bosque de pino. Aunado a esto, la biología del descortezador de los pinos de montaña (*Dentroctonus adjunctus*) parece haber sufrido cambios importantes, como lo es el aparente traslape de sus generaciones, debido a que en la actualidad se observan brotes durante todo el año, además de encontrar en un mismo árbol al insecto en todas sus etapas de desarrollo (Endara *et al.*, 2013). En relación con la incidencia de las plantas parásitas, como el caso de los muérdagos enanos (*Arceuthobium globosum* y *A. vaginatum*), sin duda ocasionan mayores daños en el APFNT, porque alcanzan un 60% de afectación en el bosque de pino (mapa 2). Esto conlleva a replantear urgentemente la aprobación de programas y proyectos de saneamiento destinado al derribo de arbolado parasitado por muérdago donde se precisen los procedimientos para tal fin y continuar con investigaciones del muérdago sobre el conocimiento farmacológico, el cual se encuentra en proceso de investigación, así como la valoración de sus propiedades nutricionales (Endara *et al.*, 2013).

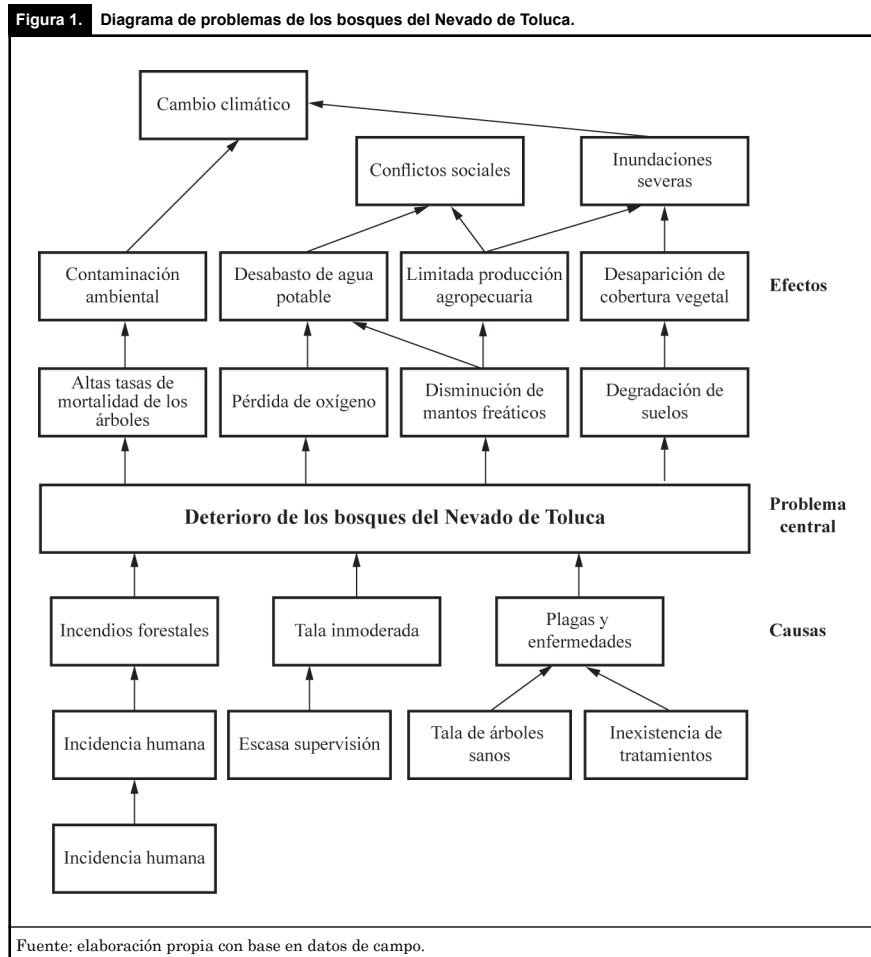
2. Análisis de las problemáticas

Bajo el esquema de una fuerte incidencia de plagas y plantas parásitas en estos bosques, es importante el análisis de las posibles alternativas para contrarrestar esta problemática, lo que implica la búsqueda de arbolado sano en zonas infestadas que, en teoría tienen cierta resistencia a dichos patógenos, por lo que, la colección de semilla, remoción de suelos e incendios controlados podrían inducir el renuevo natural de esta especie, así como el inicio de los procesos de adaptación a las nuevas condiciones de clima. Asimismo, es necesario retomar las investigaciones en manejo integrado de plagas, donde uno de los componentes principales es el control biológico, que en el caso de los bosques del Nevado de Toluca aún no ha sido abordado, por lo menos para el manejo de sus bosques.

No obstante, la extracción del recurso forestal obedece a la necesidad de la gente por el acceso al recurso, mediante la tala hormiga (Merino y Hernández, 2004). La extracción obedece a dos factores importantes: primero el componente social, el cual está relacionado con la cercanía al recurso,

fundamental para los habitantes porque para su extracción implica menor gasto de energía, tiempo y a veces hasta dinero y promueve la mayor presión del oyamel debido a su cercanía a la mayoría de las poblaciones de esta Área Natural Protegida. El segundo factor es, sin duda, la calidad de la madera de los bosques de pino (*Pinus hartwegii*) y encino (*Quercus laurina*), por lo que son los más afectados, ya que tienen varios usos: madera para muebles, leña y carbón.

Al respecto, en este trabajo se plantea que es posible realizar un proyecto sobre el análisis integral de la dinámica del bosque, en el que participe la población local como agente de control, de deterioro o de conservación del mismo (figura 1 y 2). En este sentido, y con base en los resultados obtenidos, es necesario educar a la población local sobre los conocimientos básicos necesarios de la ecología, el significado del *continuum* del bosque, sobre el equilibrio de las interacciones biológicas para después hacerlos partícipes en la toma



de decisiones, y también otorgarles los recursos legales para que sean capaces de decidir qué deben hacer con sus propios recursos naturales, pues muchas de sus limitantes se deben a las restricciones legales que desconocen en la zona y fundamentalmente la falta de acceso a la información.

Es probable que la población local no vea como propio el cuidado y conservación del bosque. A mediano plazo, el deterioro continúa y el bosque desaparecerá. Hace falta un proyecto de sensibilización de la comunidad para que comprendan lo que pueden ganar con un bosque sano y lo que pueden perder con un bosque enfermo y sobreexplotado. Esta situación fue la principal limitante para trabajar en muchas de las localidades ubicadas dentro del parque, debido a la desconfianza de las personas para tratar asuntos relacionados con el uso de leña o madera.

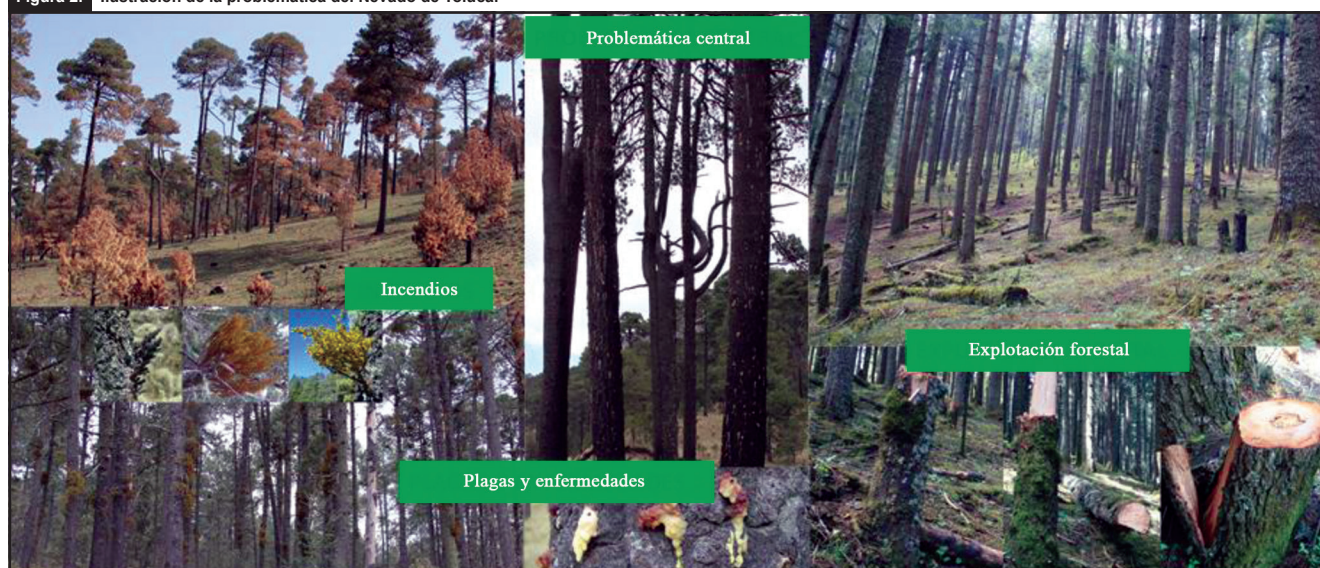
En suma, la extracción ilegal de madera y leña con fines comerciales está ocasionando un deterioro gradual del bosque por la fragmentación de los bosques de pino, oyamel

y encino (cuadro 1). Esto deriva de una falta de mecanismos de control para el acceso y aprovechamiento de los recursos forestales. Por tanto, sin un sistema ordenado de aprovechamiento, así como una coordinación entre instancias de gobierno y población local, los bosques de pino y encino tenderán a ser desplazados si las condiciones lo permitan, por el aile, o en el peor de los casos terminarán convertidos en pastizales o suelos desnudos; además está cada vez más cercana la posibilidad de ver también la fragmentación en bosques de oyamel.

3. El rol de los actores locales en los procesos del deterioro y conservación de los bosques

Al revisar la situación y el diagrama de problemas planteado y, partiendo de que es posible realizar un análisis integral de la dinámica del bosque, consideramos que la población local es el principal agente de control, deterioro

Figura 2. Ilustración de la problemática del Nevado de Toluca.



Fuente: elaboración propia con base en fotografías de campo.

Cuadro 1. Extracción de madera en los bosques del Nevado de Toluca.

Tipo de Bosque	Clase diamétrica (cm)	Árboles en pie (/ha)	Árboles extraídos (/ha)	Porcentaje de árboles extraídos	Volumen de árboles en pie (m^3/ha^{-1})	Volumen de árboles extraídos (m^3/ha^{-1})	Porcentaje de volumen extraído
Pino	5-30	246	22	8	22.31	5.58	20.01
	> 35	90	21	19	231.99	95.43	29.15
Oyamel	5-30	418	256	38	78.31	53.53	40.60
	> 35	219	15	6	963.25	75.62	7.28
Aile	5-30	496	24	5	32.94	2.84	7.94
	> 35	76	4	3	74.80	2.38	3.08
Encino	5-30	702	288	29	68.96	40.32	36.90
	> 35	56	26	31	48.50	26.20	35.07

Fuente: Endara *et al.*, 2012.

o conservación, ya que los seres humanos se encuentran adheridos de manera intrínseca a los ecosistemas. Han probado a lo largo de la historia que su rol dentro de espacios naturales puede ser benéfico para conservar sus recursos, pero también puede afectar el equilibrio ecológico ante la inexistencia o violación recurrente de las reglas sociales o institucionales que regulan las actividades de acuerdo con la disposición y manejo de los recursos maderables y no maderables.

En este sentido, definimos a los actores locales como aquellos habitantes y agentes externos con poder de decisión y de acción individual o colectiva sobre el control, dominio y opinión sobre los recursos naturales en un contexto territorial de carácter microregional, cuya funcionalidad también está regulada por diversas instituciones y leyes gubernamentales como las ya mencionadas.

Algunos de los actores locales que encuentran interés en el Nevado de Toluca son los propios grupos sociales que están asentados en alguna parte de la zona como las comunidades de Raíces, Agua Blanca y La Peñuela, así como los actores públicos y privados que de una u otra forma poseen intereses en torno a los servicios ambientales que proporciona el Nevado de Toluca, son determinantes del devenir de estos bosques de alta montaña; por ejemplo los ejidatarios, madereros, comercializadores de materiales pétreos, agricultores de las cuencas bajas del Nevado, organismos no gubernamentales, etcétera. Asimismo, los tres órdenes de gobierno: municipios, Estado y Federación son quienes desde su esfera de actuación regulan la vida institucional del Nevado de Toluca.

En este contexto, el entramado de actores locales genera relaciones que pueden o no favorecer el manejo oportuno del bosque; por ello, es necesario crear espacios participativos como las asambleas de ejidatarios, los consejos ciudadanos y de desarrollo rural, así como aquellos espacios determinados por el marco legal o los foros de gestión social que presentan los distintos proyectos tendientes a la conservación y el manejo de los recursos naturales con participación concurrente.

4. Estrategias de manejo de los ecosistemas forestales

En función de la problemática planteada, podemos puntualizar que se tienen que poner en perspectiva y balance algunos criterios básicos sobre su viabilidad: costo, tiempo, concentración sobre los actores locales, riesgos sociales e impacto ambiental, entre otros. En ese sentido, desarrollamos algunas líneas estratégicas para lograr la recuperación y manejo sustentable de los bosques.

a) Fortalecer los esquemas de participación y organización social local que se llevan a cabo, e incorporar modalidades participativas de manejo del bosque con las comunidades y la institucionalidad local.

b) Ampliar la oferta de servicios profesionales integrales ligados a la conservación y la sustentabilidad de estos bosques de alta montaña.

c) Desarrollar proyectos científicos interdisciplinarios para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental, social y económico en cuanto a la conservación y el aprovechamiento de recursos maderables y no maderables, suelos, cuencas hídricas, actividades turísticas y productivas que existen actualmente en el Nevado de Toluca.

d) Implementar campañas culturales de sensibilización, educación y concientización entre la opinión pública y los habitantes de la zona sobre la importancia de los bosques.

También se sugiere atender el desarrollo de capacidades y estrategias de participación ciudadana, la cual debe ser transversal a lo largo de todas las actividades para el manejo integral del bosque. Se trata pues de generar proyectos de recursos naturales, ya que como apunta Sepúlveda (2008) tienen como fin promover la producción ambientalmente amigable y proteger, conservar y recuperar la base de recursos naturales.

Se requiere pues de una visión más amplia que reconozca hacia el futuro que la producción de madera ya no es el objetivo único, ni aún el primario; por el contrario, otros servicios ambientales son fundamentales: modos y estilos de vida que dependen en los bosques, conservación de biodiversidad y almacenamiento de carbono (Woodgate, 2011).

Análisis prospectivo y escenarios deseables

En este tenor, se sugiere que la recuperación del bosque debe incorporar a los actores locales, especialmente a las comunidades rurales que tienen mayor proximidad territorial con las áreas forestales; las actividades de manejo deben ser posibles de integrarse a una dinámica de sustentabilidad, según estudios pertinentes, lo cual debería sujetarse al marco legal y a los usos del suelo que al efecto se establezcan oficialmente en el contexto de un ordenamiento ecológico integral del territorio. Se busca en un escenario de futuro que exista una situación deseada orientada al equilibrio ambiental del bosque del Nevado de Toluca, como se puede apreciar en la figuras 3 y 4.

Un enfoque sistémico y de integración territorial podría ser de utilidad para fortalecer las estrategias de recuperación de los bosques del Nevado de Toluca, de tal manera que se reconozca que el equilibrio del medioambiente depende de múltiples factores bióticos y abióticos que constituyen y dan forma a las

dinámicas ecológicas, sociales, económicas e incluso culturales expresadas en un territorio. En este sentido, las problemáticas sí pueden revertirse en la medida que se generen acciones por parte de los actores locales encaminadas principalmente a disminuir los incendios forestales, establecer estrategias contra la tala inmoderada y realizar un control más eficiente de las plagas y enfermedades que aquejan a los árboles del Nevado de Toluca.

De igual manera, se busca la articulación con otras escalas territoriales e instituciones para configurar una estrategia de gestión territorial macro-regional que permita a los habitantes de las zonas urbanas del Valle de Toluca y aquellas partes de la cuenca del Balsas usar los recursos de una manera más sustentable en un ejercicio de responsabilidad ambiental compartida.

Para concluir, se presentan a continuación algunas de las actividades sustantivas que podrían desarrollarse en el futuro a partir de las estrategias descritas como parte de las proyecciones en el mejoramiento del manejo de los bosques, y en general con miras al equilibrio ecológico del Nevado de Toluca:

a) Recuperar la biodiversidad de la zona a través de un programa integral de restauración de los ecosistemas forestales (reforestación y regeneración natural de bosques deteriorados).

b) Programa para el control de incendios forestales por medio de quemas prescritas y acciones silvícolas, tales como brechas corta fuegos.

c) Combatir las plagas y enfermedades de las especies silvestres a través de un manejo integrado de plagas y plantas parásitas en los bosques de coníferas y latifoliadas.

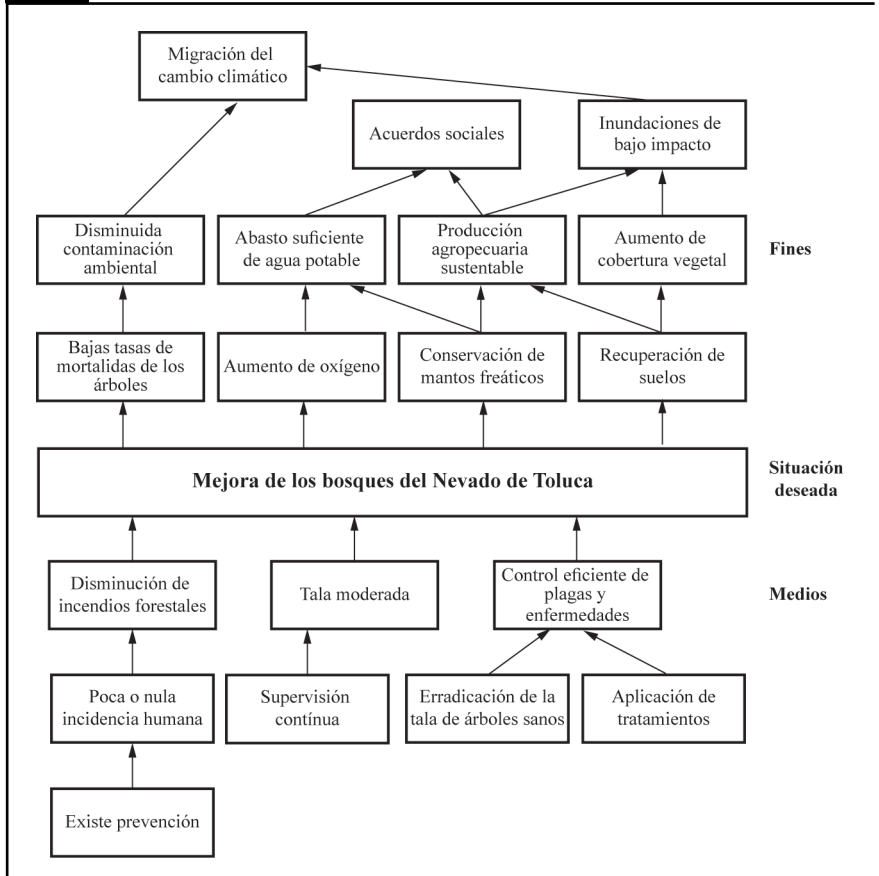
d) Controlar la erosión de suelos y recuperar la cobertura forestal gracias a elaborar un programa de manejo y conservación de suelos.

e) Incrementar la disponibilidad de recursos forestales maderables y no maderables como medida de compensación en el uso de combustibles locales como leña, o el consumo de hongos.

f) Proponer actividades para mejorar el paisaje rural, lo cual implica recuperación de suelos, reforestaciones y fomento de actividades de educación ambiental.

g) Hacer más eficiente la prevención, vigilancia y penalización de actos ilícitos relacionados con la protección de los bosques.

Figura 3. Diagrama de objetivos para el mejoramiento de los bosques del Nevado de Toluca.



Fuente: elaboración propia con base en datos de campo.

Figura 4. Ilustración de la recuperación del bosque en el Nevado de Toluca.



Fuente: elaboración propia con base en datos de campo.

Lo anterior implica construir un programa más integral de acciones para la protección del bosque considerando que es necesario crear mecanismos de transparencia, participación ciudadana y un alto compromiso institucional en materia normativa y de prácticas de planeación sustentable, capaz de sostener un manejo ecológico eficiente del bosque. Debe incorporarse también el sentido de pertenencia al lugar de los individuos, ya que esto determina su comportamiento en cuanto al manejo de recursos forestales encaminado a la provisión de servicios ambien-

tales (CIDAC, 2014). En términos sociales observamos que es deseable el tránsito a un mejor régimen de protección, conservación y restauración de los bosques, lo cual puede ser posible, siempre y cuando se ponga énfasis y cuidado en el diseño, implementación y vigilancia de las estrategias, que deben ir armonizadas en lo social, ambiental, económico y cultural para detonar *in situ* una perspectiva de sustentabilidad y perdurabilidad del Nevado de Toluca y de los territorios sobre los cuales tiene algún tipo de proximidad ecológica.



Referencias

- Campos, J. L. (1993). *Claves para la determinación de los pinos mexicanos*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- CIDAC (Centro de Investigación para el Desarrollo A. C.) (2014). *Pagar para conservar nuestros bosques: ¿funcionan los pagos por servicios ambientales en México?* México: CIDAC.
- Endara, A. A. R. (2007). *Estructura forestal de Pinus hartwegii en el Parque Nacional Nevado de Toluca* (tesis de maestría). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Endara, A. A. R. (2010). *Análisis de los procesos de recuperación en el bosque templado del Parque Nacional Nevado de Toluca* (tesis de doctorado). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Endara, A. A. R., Franco, M. S., Nava, B. G., Valdez, H. J. I. y Fredericksen, S. T. (2012). Effect of human disturbance on the structure and regeneration of forests in the Nevado de Toluca National Park, Mexico. *Journal of Forestry Research*, 23(1): 39-44.
- Endara, A. A. R., Nava, B. G., Franco, M. S., Espinoza, M. A., Ordóñez, D. J. A. B., Mallén, R. C. (2012). Extracción de madera en el parque nacional Nevado de Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(11): 81-90.
- Endara, A. A. R., Calderón, C. R., Nava, B. G., Franco, M. S. (2013). Analysis of Fragmentation Processes in High-Mountain Forests of the Centre of Mexico. *American Journal of Plant Sciences*, 4: 697-704.
- Franco, M. S., Regil, G. H. H. y Ordoñez, D. J. A. B. (2006). Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Madera y Bosques*, 12(1): 17-28.
- Merino, L. y Hernández, M. (2004). Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología*, 66(2): 261-309.
- Regil García, H. H. (2013). *Pérdida y recuperación de carbono derivadas de la dinámica de cambio de uso de suelo en el Parque Nacional Nevado de Toluca, en el periodo 2000-2009* (tesis de doctorado). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rodríguez, D. (2001). Ecología del fuego en el ecosistema de *Pinus hartwegii* Lindl. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7(2): 145-151.
- Rodríguez, T. D. A. y Fulé, Z. P. (2003). Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire*, 12: 23-37.
- Sepúlveda, S. (2008). *Gestión del desarrollo sostenible en territorios rurales: métodos para la planificación*. Costa Rica: IICA.
- Villers, R. L., García del Valle, L. y López-Blanco, J. (1998). Evaluación de los bosques templados en México: una aplicación en el parque nacional Nevado de Toluca. *Investigaciones Geográficas*, 36: 7-21.
- Woodgate, G. (2011). Gestión forestal sostenible. *Los desafíos y oportunidades del siglo XXI*. Ponencia presentada en el marco del Seminario-Taller Internacional Frente al cambio climático: gestión de los recursos naturales y regulación de conflictos sociales y jurídicos en zonas boscosas de América Latina del 20 al 22 de febrero. Estado de México.