

INTERACCIÓN SOCIEDAD-PAISAJES: ELEMENTOS PARA EL MANEJO DE ECOSISTEMAS EN LA SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES, MÉXICO

SOCIETY-LANDSCAPE INTERACTION: ELEMENTS FOR ECOSYSTEM MANAGEMENT IN SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES, MEXICO

Joaquín Sosa-Ramírez¹, Vicente Díaz-Núñez², D. Rafael Pérez-Salicrup³, Felipe Tafoya⁴, Luciana Porter-Bolland⁵

¹ Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Km. 3.5 carr. Jesús María-Ejido San Lorenzo. Jesús María, Aguascalientes, México. (jsosar@correo.uaa.mx). ² Universidad Autónoma de Aguascalientes. Fraccionamiento Residencial Los Pirules No. 918. Aguascalientes, México. (vicente-diaz@hotmail.com). ³ Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8071. Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta. Morelia, Michoacán, México. 58190. (dieego@cieco.unam.mx). ⁴ Centro de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma de Aguascalientes. A. Universidad No. 914. Col. Ciudad Universitaria. 20100. Aguascalientes, México. (ftafoya@correo.uaa.mx). ⁵ Instituto de Ecología A.C. Veracruz, México. Carr. Antigua a Coatepec No. 351. Col. El Haya, Xalapa, Veracruz, México. (lucianaporter@gmail.com).

RESUMEN

Las relaciones existentes entre la sociedad y los ecosistemas naturales son complejas y es necesario entenderlas para emprender acciones que contribuyan a un manejo sustentable. Con el objetivo de evaluar la influencia de algunas actividades antropogénicas sobre los ecosistemas que integran el Área Natural Protegida Sierra Fría se condujeron 20 entrevistas, 10 de ellas dirigidas a propietarios y 10 a los manejadores de los predios. El formato de entrevista incluyó los tiempos: pasado, presente y futuro, para analizar las actividades y fenómenos causantes de las alteraciones en el paisaje. Se realizaron análisis radiales para observar las principales amenazas y detectar los recursos bióticos más usados. Los resultados muestran que los disturbios más fuertes disminuyeron en las décadas de los 70 y 90 del siglo XX. Actualmente, la extracción de leña muerta, cacería cinegética y los saneamientos forestales, son las actividades de manejo más importantes, mientras que las principales amenazas son la fragmentación del hábitat y la extinción de fauna silvestre. Los recursos bióticos más usados son la fauna silvestre y los encinos (*Quercus* spp.), madroños (*Arbutus* spp.) y táscales (*Juniperus* spp.), como recursos maderables. Los resultados obtenidos servirán para diseñar estrategias de manejo con una visión socio-ecosistémica en la Sierra Fría, Aguascalientes.

Palabras clave: Aguascalientes, México, socioecosistemas, Sierra Fría.

ABSTRACT

The relationships between society and natural ecosystems are complex and it is necessary to understand them in order to undertake actions that contribute to sustainable management. With the objective of evaluating the influence of some anthropogenic activities on the ecosystems that make up the Sierra Fría Protected Natural Area, 20 interviews were conducted, 10 of them directed at owners and 10 at ranch managers. The interview format included the past, present and future times, to analyze the activities and phenomena that have caused alterations in the landscape. Radial analyses were carried out to observe the main threats and detect the most frequently used biotic resources. The results show that the strongest disturbances decreased in the decades of the 1970s and 1990s. Currently, dead firewood extraction, wildlife hunting and forest sanitation are the most important management activities, while the main threats are habitat fragmentation and wild fauna extinction. The most frequently used biotic resources are wild fauna and live oaks (*Quercus* spp.), madrones (*Arbutus* spp.) and junipers (*Juniperus* spp.), as timber-yielding resources. The results obtained will serve to design management strategies with a socio-ecosystem vision in Sierra Fría, Aguascalientes.

Key words: Aguascalientes, Mexico, socio-ecosystems, Sierra Fría.

INTRODUCTION

In the last decade of the 20th century and beginning of the 21st, some ecologists have recognized the need to understand human

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: julio, 2016. Aprobado: julio, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 17: 415-433. 2020.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década del siglo XX y principios del siglo XXI, algunos ecólogos han reconocido la necesidad de entender a la sociedad humana como un factor fundamental en el manejo y conservación de los ecosistemas, dada la estrecha relación existente entre las propiedades de estos (resistencia, resiliencia y estabilidad) y la sociedad (Christensen *et al.*, 1996; Castillo *et al.*, 2005; Lynam *et al.*, 2007; Folch, 2011). En este sentido, las interacciones sociedad-naturaleza son fenómenos complejos (Castillo *et al.*, 2005), pues aunque a distintas escalas, el uso de los recursos naturales ha beneficiado a las comunidades rurales, estas mismas acciones han contribuido a la reducción del hábitat de muchas especies y han influido en el deterioro de la provisión de bienes y servicios ambientales, fundamentales para la existencia de cualquier sociedad.

Un ejemplo claro de la interacción sociedad-naturaleza es el documentado efecto de la migración humana rural hacia el extranjero o a las grandes ciudades. Este fenómeno ha traído importantes implicaciones, como el abandono de paisajes agrícolas, donde bajo algunos escenarios se ha recuperado la cubierta forestal a través de la sucesión ecológica, e incluso, se incrementa la extensión de los bosques (Parés-Ramos *et al.*, 2008); pero al mismo tiempo, el crecimiento del área urbana requiere de una mayor provisión de alimentos y constantes cambios de uso del suelo (McCool y Kruger, 2003), lo cual aumenta la presión sobre los ecosistemas circundantes y representa un reto importante para los científicos y tomadores de decisiones (Mendoza *et al.*, 2011).

La investigación ecológica ha demostrado que los ecosistemas son dinámicos, sujetos a perturbaciones que son parte de los procesos naturales. Una perturbación es un cambio explícitamente definido de un estado, conducta o trayectoria de un sistema ecológico, en tanto que un disturbio es concebido como un evento relativamente discreto en el tiempo que altera la estructura del ecosistema, la comunidad o la población y cambia los recursos, disponibilidad de sustrato o el ambiente físico (Pickett y White, 1985).

La socioecología o ecología social es una corriente filosófica abordada por diferentes autores (Torrealba y Carbonell, 2008), que incorpora consideraciones sociales y económicas al estudio de la realidad ambiental (Folch, 2011).

society as a fundamental factor in the management and conservation of ecosystems, given the close relationship there is between the latter's properties (resistance, resilience and stability) and society (Christensen *et al.*, 1996; Castillo *et al.*, 2005; Lynam *et al.*, 2007; Folch, 2011). In this sense, society-nature interactions are complex phenomena (Castillo *et al.*, 2005), since although the use of natural resources has benefitted rural communities at different scales, these same actions have contributed to the reduction of the habitat of many species and have influenced the deterioration of the provision of environmental goods and services, essential for the existence of any society.

A clear example of the society-nature interaction is the documented effect of rural human migration to foreign countries or large cities. This phenomenon has brought important implications, such as the abandonment of agricultural landscapes, where the forest cover has recovered through ecological succession under some scenarios, and the extension of forests has even increased (Parés-Ramos *et al.*, 2008); however, at the same time, the growth of the urban area requires a greater provision of foods and constant changes in land use (McCool and Kruger, 2003), which increases the pressure on surrounding ecosystems and represents an important challenge for scientists and decision makers (Mendoza *et al.*, 2011).

Ecological research has proven that ecosystems are dynamic, subject to disturbances that are part of natural processes. A perturbation is an explicitly defined change of state, behavior or trajectory of an ecological system, while a disturbance is conceived as a relatively discreet event in time that alters the structure of the ecosystem, the community or the population, and changes the resources, substrate availability or physical environment (Pickett and White, 1985).

Socioecology or social ecology is a philosophical current addressed by different authors (Torrealba and Carbonell, 2008), which incorporates social and economic considerations to the study of the environmental reality (Folch, 2011).

In all of the planet ecosystems, the importance and need to include the perspectives of inhabitants in the localities for the management of natural resources is a relatively recent theme, but of great value (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Lynam

En todos los ecosistemas del planeta, la importancia y necesidad de incluir las perspectivas de los pobladores en las localidades para el manejo de los recursos naturales es un tema relativamente reciente, pero de gran valor (Millenium Ecosystem Assesment, 2005; Lynam *et al.*, 2007). Comprender la relación naturaleza-sociedad resulta un tema relevante, ya que en respuesta a esos factores podría estar sustentada la composición futura, estructura y dinámica de los bosques (Binkley y Duncan, 2009). Desde las ciencias sociales, existen varias herramientas que permiten incorporar el conocimiento de las comunidades humanas en el manejo de los recursos naturales (Lynam *et al.*, 2007), una de ellas, es la entrevista, que permite detectar información proveniente de las comunidades y particularmente, de las personas con mayor experiencia en el ecosistema que usan.

Durante las décadas comprendidas entre 1920 y 1940, la Sierra Fría de Aguascalientes, localizada en el Centro de México, fue objeto de intensos aprovechamientos, entre ellos, la elaboración de carbón, ganadería extensiva, cacería ilegal, etc., lo que generó un deterioro en la estructura de sus comunidades naturales (Minnich *et al.*, 1994). A partir de la década de 1950 las perturbaciones ya no fueron tan intensas, lo que pudo haber generado una recuperación en la cubierta forestal, por lo que, de acuerdo a la literatura (Pickett y White 1985; Oliver y Larson, 1996; Jardel-Peláez *et al.*, 2004), se esperaría que en los sitios que antes fueron perturbados, se hubiese recuperado la vegetación original (*Quercus* spp. y *Pinus* spp.). Estudios recientes, muestran que, aunque ha ocurrido una recuperación de la cubierta forestal, esta se presenta hasta la década de los 70, y se acentúa hasta los 90, mediante procesos de perturbación-recuperación-perturbación (Díaz-Núñez *et al.*, 2016). En el paisaje con evidencias de recuperación, la vegetación dominante está compuesta por una o dos especies (*Juniperus deppeana* Steud. y *Arctostaphylos pungens* HBK), aunque Díaz (2012) menciona que en algunos sitios es visible la aparición de especies de encinos teniendo a *J. deppeana* y *A. pungens* como nodrizas. Posiblemente esta sería una etapa de reemplazo de las especies (Oliver y Larson, 1996; Jardel-Peláez, 2004). Los lugares mencionados se ubican en sitios inaccesibles a los visitantes del ANP-Sierra Fría y con actividades de manejo restringidas, lo que refuerza la hipótesis de Borman (2005), de que al excluir el paisaje de actividades como la ganadería, se favorece la

et al., 2007). Understanding the nature-society relationship is a relevant theme, since the future composition, structure and dynamic of forests could be sustained by responding to these factors (Binkley and Duncan, 2009). From the social sciences, there are several tools that allow incorporating knowledge of human communities in the natural resources management (Lynam *et al.*, 2007); one of them is the interview, which allows detecting information from the communities and particularly from the people with more experience in the ecosystem that they use.

During the decades between 1920 and 1940, Sierra Fría in Aguascalientes, located in central Mexico, was object of intense exploitation, including charcoal elaboration, extensive livestock production, illegal hunting, etc., which generated a deterioration in the structure of these natural communities (Minnich *et al.*, 1994). Since the 1950s the perturbations were not as intense, which could have generated a recovery in the forest cover, which is why, according to the literature (Pickett and White 1985; Oliver and Larson, 1996; Jardel-Peláez *et al.*, 2004), it would be expected that in the sites that were perturbed before, the original vegetation could have recovered (*Quercus* spp. and *Pinus* spp.). Recent studies show that although a recovery of the forest cover has taken place, it did not happen until the 1970s and was accentuated in the 1990s, through processes of perturbation-recovery-perturbation (Díaz-Núñez *et al.*, 2016). In the landscape with evidence of recovery, the dominant vegetation is made up of one or two species (*Juniperus deppeana* Steud. and *Arctostaphylos pungens* HBK), although Díaz (2012) mentions that in some sites the appearance of oak species is visible, with alligator juniper (*J. deppeana*) and manzanita (*A. pungens*) as nurses. This could possibly be a replacement stage of the species (Oliver and Larson, 1996; Jardel-Peláez, 2004). The places mentioned are located in inaccessible places to visitors of the PNA-Sierra Fria and with restricted management activities, reinforcing the hypothesis by Borman (2005) which states that when excluding activities like livestock production from the landscape, the successional trajectory of the ecosystem is favored. Therefore, it is very important to know the perspectives of both land owners and managers that is, those related the daily management decisions (Castillo *et al.*, 2005), in order to determine the recovery time of the landscape, as well as the management activities

trayectoria sucesional del ecosistema. Por tal motivo, es muy importante conocer las perspectivas tanto de los propietarios como de los cuidadores del territorio, es decir, aquellos relacionados con las decisiones cotidianas de manejo (Castillo *et al.*, 2005), a fin de determinar el tiempo de recuperación en el paisaje, así como las actividades de manejo que han favorecido tanto la recuperación, como el reemplazo de las especies, las tasas de retorno de los diferentes agentes de disturbios en los ecosistemas naturales y generar prácticas de manejo que conduzcan a su estabilidad.

En este mismo sentido, es importante encontrar una relación entre los procesos ecológicos en la Sierra Fría y los patrones sociales que inciden en este ecosistema. Dicho de otro modo, determinar cuáles actividades han beneficiado y aquellas que han propiciado un deterioro en la cubierta forestal y posiblemente en el recambio de especies (patrones de perturbación-recuperación; Díaz-Núñez *et al.*, 2016), con la finalidad de proyectar estrategias de manejo basadas en la trayectoria ecosistémica a partir de actividades humanas (conservación, aprovechamiento y restauración). Los objetivos de este trabajo consistieron en identificar las actividades extractivas en el pasado y establecer relación con los cambios generados en el paisaje del ANP-Sierra Fría, determinar los principales agentes de disturbio y sus tasas de frecuencia durante las últimas siete décadas, detectar las principales amenazas en el ecosistema Sierra Fría y detectar las actividades extractivas en los tiempos pasado y presente, así como los recursos bióticos usados. La hipótesis que se planteó, argumenta que tanto desde el punto de vista de los propietarios como de los manejadores la cubierta vegetal en la Sierra Fría se ha incrementado, pero que la población de algunas especies como los pinos ha disminuido o ha sido reemplazada por otros géneros. Con estos resultados se pretende proponer estrategias de manejo adaptativo útiles para propietarios y cuidadores de los predios en un área de la Sierra Fría, Aguascalientes, México, entendiendo al manejo adaptativo como una “adaptación” del esquema de manejo a nuevas condiciones, tanto ecológicas, como sociales y económicas, producto de los cambios generados a través del tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

La Sierra Fría se encuentra en la región Centro-Norte de México ubicada al Noroeste del Estado de

that have favored both recovery and replacement of species, return rates of different disturbance agents in natural ecosystems, and to generate management practices that lead to their stability.

In this same sense, it is important to find a relation between the ecological processes in Sierra Fria and the social patterns that have an impact on this ecosystem. In other words, to determine which activities have benefited and which have caused a deterioration in the forest cover and possibly in the replacement of species (patterns of perturbation-recovery; Díaz-Núñez *et al.*, 2016), with the aim of projecting management strategies based on the ecosystem trajectory from human activities (conservation, exploitation and restoration). The objectives of this study consisted in identifying the extractive activities in the past and establishing a relation with the changes generated in the landscape of the PNA-Sierra Fria, defining the main agents of disturbance and their frequency rates during the last seven decades, detecting the main threats in the Sierra Fria ecosystem, and detecting the extractive activities in the past and present times, as well as the biotic resources used. The hypothesis that we suggested argues that both from the point of view of land owners and managers, the vegetation cover in Sierra Fria has increased, but that the population of some species such as pines has decreased or has been replaced by other genera. With these results, there is an attempt to suggest useful adaptive management strategies for owners and managers of ranches in an area of Sierra Fria, Aguascalientes, Mexico; adaptive management is understood as an “adaptation” of the management plan to new conditions, both ecological and social and economic, as a result of changes generated through time.

MATERIALS AND METHODS

Location of the study area

The Sierra Fria is located in the Central-Northern region of Mexico, in northwestern Aguascalientes between coordinates 21° 31'- 23° 52' N and 102° 22'- 102° 50' W, covering part of the municipalities of San José de Gracia, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga, Jesús María and Calvillo, at an average altitude of 2650 masl. Derived from a study on the dynamics of the ecosystem developed by Díaz-Núñez *et al.* (2016), ten forest fragments were

Aguascalientes entre las coordenadas 21° 31' - 23° 52' N y 102° 22' - 102° 50' W comprendiendo parte de los municipios San José de Gracia, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga, Jesús María y Calvillo, en una altitud promedio de 2650 msnm. Derivado de un estudio sobre la dinámica del ecosistema desarrollado por Díaz-Núñez *et al.* (2016), se eligieron diez fragmentos forestales que presentaron una recuperación en su cobertura, para analizar el manejo histórico y actual que se ha realizado en ellos, así como la incidencia de fenómenos y agentes de disturbio que han incidido en esos predios y han influido en un proceso de perturbación-recuperación-perturbación. Los predios elegidos y su respectiva extensión fueron: Rancho Piletas (196 ha⁶), Rancho Antrialgo (600 ha⁶), Barranca de Juan Francisco (400 ha⁶), Barranca de Tinajuelas (75 ha⁶), Barranca de la Pinzión (125 ha⁶), Rancho Buen Rostro (35 ha⁶), Sierra Paraíso (70 ha⁶), Sierra Hermosa (225 ha⁶), Rancho San Francisco (150 ha⁶) y Rancho El Gauro (150 ha⁶). De acuerdo a la superficie, el tipo de vegetación y las actividades que se realizan, se asumió una representatividad de todo el polígono que comprende la Sierra Fría en su porción de Aguascalientes. Para cada uno de los predios elegidos se identificó a los propietarios y cuidadores y se realizó una entrevista a cada uno por separado.

Descripción del área de estudio

La vegetación de la Sierra Fría está compuesta por encinares y asociaciones de encino-pino, pino-encino y chaparrales de manzanita (*Arctostaphylos pungens*). En los encinares dominan *Q. potosina*, *Q. eduardii* Trel., *Q. sideroxylla* Humb. y *Q. chihuahuensis* Trel. Las comunidades de pinos están compuestas principalmente por *Pinus teocote* Schl & Cham y *P. leiophylla* Schl & Cham., asociados principalmente a posiciones cóncavas y cañadas (Díaz *et al.*, 2012). La Sierra Fría fue decretada como Área Natural Protegida (ANP Sierra Fría, de aquí en adelante) con el estatus de área sujeta a conservación ecológica en enero de 1994 (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994); sin embargo, a diferencia de muchas Áreas Naturales Protegidas de otros países, en México es común encontrar habitantes y localidades en prácticamente todas las áreas destinadas a la conservación (Navarrete *et al.*, 2011). En la Figura 1, se muestra la ubicación geográfica del ANP-Sierra Fría en Aguascalientes y los predios analizados.

chosen that presented a recovery in their cover, to analyze the historical and current management that has been performed in them, as well as the impact of phenomena and disturbance agents that have a bearing on these plots and have influenced a process of perturbation-recovery-perturbation. The plots chosen and their respective areas were: Piletas Ranch (196 ha⁶), Antrialgo Ranch (600 ha⁶), Juan Francisco ravine (400 ha⁶), Tinajuelas ravine (75 ha⁶), Pinzión ravine (125 ha⁶), Buen Rostro Ranch (35 ha⁶), Sierra Paraíso (70 ha⁶), Sierra Hermosa (225 ha⁶), San Francisco Ranch (150 ha⁶) and El Gauro Ranch (150 ha⁶). Based on the surface, the type of vegetation and the activities performed, representability of the entire polygon that includes Sierra Fria in its Aguascalientes portion was assumed. For each of the plots chosen, the owners and managers were identified and an interview was performed with each separately.

Description of the study area

The vegetation in Sierra Fria is made up of oak groves and associations of oak-pine, pine-oak and thickets of manzanita (*Arctostaphylos pungens*). In the oak groves, the species *Q. potosina*, *Q. eduardii* Trel., *Q. sideroxylla* Humb. and *Q. chihuahuensis* Trel. dominate. The pine communities are made up primarily by *Pinus teocote* Schl & Cham and *P. leiophylla* Schl & Cham., associated mainly to concave positions and ravines (Díaz *et al.*, 2012). Sierra Fria was decreed as Protected Natural Area (PNA-Sierra Fria, from now on) in January 1994, with the status of area subject to ecological conservation (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994); however, in contrast with many Protected Natural Areas in other countries, in Mexico it is common to find inhabitants and localities in practically all the areas destined to conservation (Navarrete *et al.*, 2011). Figure 1 shows the geographic location of the NPA-Sierra Fria in Aguascalientes and the plots analyzed.

Development of the interview

The interview format was based on four components. The first contemplated the possible disturbance agents that were present during the 1920-1950 period, asking the dates when these ceased, based on the experience both of owners and of managers. The second component consisted in listing

Elaboración de la entrevista

El formato de la entrevista estuvo basado en cuatro componentes. El primero, contempló los posibles agentes de disturbio que se presentaron durante el periodo de 1920-1950, indagando las fechas en que estos cesaron, de acuerdo a la experiencia tanto de los propietarios como de los cuidadores. El segundo componente consistió en la enumeración de las principales actividades productivas que actualmente se practican, mientras que en el tercer y cuarto componentes se formularon preguntas acerca de la dinámica del paisaje acorde a las diversas actividades de manejo y las expectativas que los propietarios y cuidadores poseen acerca del mismo. Se plantearon tres periodos de tiempo, pasado, presente y futuro, cada uno con diferentes actividades extractivas de índole agrícola, pecuaria y forestal. Basados en el conocimiento de la zona, se consideró como aprovechamiento forestal a las actividades de elaboración de carbón, extracción de leña, corta de fustes para postería y en caso de

the main productive activities that are practiced today, while the third and fourth components included questions about the landscape dynamics according to the various management activities and expectations of owners and managers about it. Three time periods were suggested, past, present and future, each with different extractive activities of agricultural, livestock and forestry type. Based on knowledge of the zone, the activities of charcoal elaboration, firewood extraction and shaft cutting for poles were considered as forest exploitation, and when present, the exploitation of non-timber forest resources. The time of abandonment of extractive activities was considered as: ≤ 5 years (recent), 5-20 years (intermediate) and ≥ 20 years, as the maximum rate of abandonment of activities.

The disturbances that affected in the past, and which currently impact the PNA-Sierra Fria, were cataloged as natural (natural fires, meteorological phenomena, pests, diseases and invasive plants) and anthropogenic (induced forest fires, timber extraction, regulated and unregulated hunting,

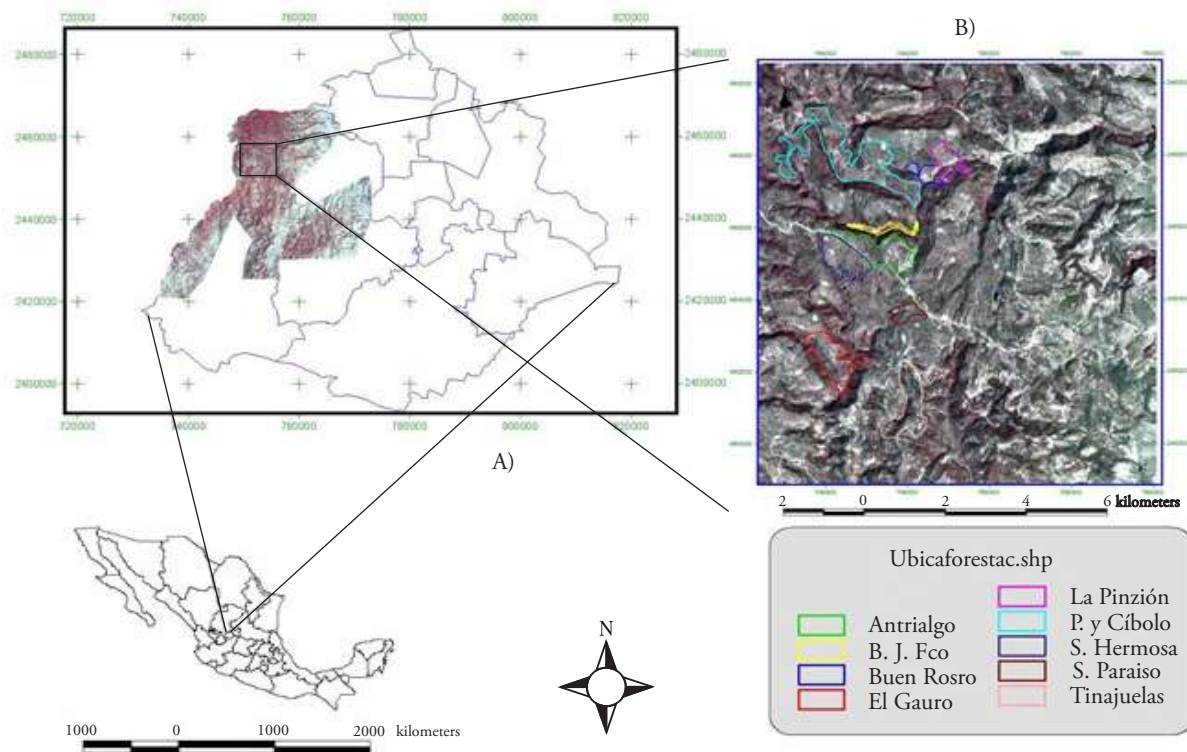


Figura 1. A) Ubicación geográfica del ANP-Sierra Fria y B) localización de los predios donde se analizaron los aspectos socio-ecológicos de la dinámica de la Sierra Fria, Aguascalientes. Los pol3gonos de color distinto indican predios diferentes.

Figure 1. A) Geographic location of the PNA-Sierra Fria and B) localization of the plots where the socio-ecological aspects of the dynamics in Sierra Fria, Aguascalientes, were analyzed. The polygons of different colors indicate different plots.

existir, el aprovechamiento de recursos forestales no maderables. El tiempo de abandono de las actividades extractivas se consideró ≤ 5 años (reciente), 5-20 años (intermedio) y ≥ 20 años, como la tasa máxima de abandono de las actividades.

Los disturbios que afectaron en el pasado, y que actualmente inciden en el ANP-Sierra Fría, fueron catalogados en naturales (fenómenos meteorológicos, plagas, enfermedades y plantas invasoras) y antropogénicos (incendios forestales inducidos, extracción de madera, cacería regulada y no regulada y actividades agropecuarias), sus tasas de frecuencia se estimaron en < 5 años, 5-10 años, 10-20 años, 20-30 años y > 30 años. Esto permitió identificar los disturbios que se presentaron con mayor magnitud y frecuencia.

En el presente, se abordaron las actividades de manejo que se realizan en los ranchos elegidos para el análisis. A la par, se abordaron las principales amenazas que se vierten sobre el ecosistema, siempre desde la visión de los propietarios y cuidadores. El análisis de las actividades a futuro, consistió en la perspectiva que del ecosistema tienen tanto los cuidadores, como los propietarios y de acuerdo a la visión de cada uno de ellos.

Aplicación de la entrevista

El cuestionario de manejo, fue diseñado de manera similar tanto para los propietarios como para los responsables del cuidado de los predios. Durante el periodo de agosto-noviembre de 2009, se entrevistó a 10 propietarios y 10 cuidadores de predios forestales, dentro del ANP-Sierra Fría. La entrevista se aplicó durante el periodo mayo - agosto de 2009, acorde a la disponibilidad de cada uno de los actores involucrados. En el caso de los propietarios, estos fueron entrevistados, previa cita, en las oficinas de sus negocios en la ciudad. Los cuidadores se entrevistaron en los predios mismos. La edad de los cuidadores encuestados osciló entre los 36 y 85 años de edad, cubriendo los periodos de dinámica del ecosistema analizada por Díaz-Núñez *et al.*, (2016), que fueron los periodos 1956-1970, 1970-1993, 1993-2003 y 2003-2010.

Análisis de la información

La información generada por las encuestas fue organizada por categorías y enseguida clasificada en forma discreta para su posterior análisis estadístico.

and farming activities); their frequency rates were estimated at < 5 years, 5-10 years, 10-20 years, 20-30 years and > 30 years. This allowed identifying the disturbances that came up with higher magnitude and frequency.

Presently, the management activities addressed were those carried out in the ranches selected for the analysis. At the same time, the main threats faced by the ecosystem were addressed, always from the point of view of owners and managers. The analysis of future activities consisted in the perspective that both managers and owners have of the ecosystem, and according to the point of view of each of them.

Interview application

The management questionnaire was designed similarly both for owners and for managers. During the August-November period in 2009, 10 owners and 10 managers of forest plots within the PNA-Sierra Fria were interviewed. The interview was applied during the May-August period in 2009, according to the availability of each of the actors involved. In the case of owners, they were interviewed, with prior appointment, in the offices of their businesses in the city. The managers were interviewed in the plots themselves. The age of the managers surveyed ranged between 36 and 85 years of age, covering the periods of ecosystem dynamics analyzed by Díaz-Núñez *et al.* (2016), which were the periods 1956-1970, 1970-1993, 1993-2003 and 2003-2010.

Information analysis

The information generated by the surveys was organized by categories and immediately classified discretely for its later statistical analysis. When the responses were of decision, two parameters were established: a) yes=1 and b) no=0; also, in presence=1, absence=0.

In the case of the magnitude of the disturbance, three categories were established: 1=strong, 2=medium and 3=weak. A management value was assigned for this variable, obtained through arbitrary values according to the magnitude of change that these could generate; they were: 1) Protection (least impact), 2) Reforestations, 3) Creation of ecotourism and recreational infrastructure, 4) Management of forest pests, 5) Wildlife hunting, and 6) Livestock production.

Cuando las respuestas fueron de decisión, se establecieron dos parámetros: a) si=1 y b) no=0, de igual forma, en presencia=1, ausencia=0.

En el caso de la magnitud del disturbio, se establecieron tres categorías: 1=fuerte, 2=media y 3=débil. Se asignó un valor de manejo para esta variable, obtenida mediante valores arbitrarios de acuerdo a la magnitud del cambio que estas pudieran generar, estas fueron: 1) Protección (menor impacto), 2) Reforestaciones, 3) Creación de infraestructura ecoturística y recreación, 4) Manejo de plagas forestales, 5) Cacería cinegética y 6) Ganadería.

Cuando un mismo predio registró más de una actividad de manejo, sus valores fueron sumados, para establecer una categoría de < valor y > valor (ej. Protección+reforestación=1+2. VM=3).

De acuerdo a la intensidad de cambio de los disturbios propuesta por Calderón-Aguilera *et al.* (2012) para Bosque de Clima Templado, se asignó un índice de disturbio para cada una de las acciones que generaron disturbio en el pasado (Cuadro 1).

Mediante la información proporcionada acerca de las actividades extractivas en el pasado se obtuvo un índice de perturbación y su tasa de cambio, así como el periodo de abandono de esas actividades.

El cambio en el tipo de vegetación y la composición de especies arbóreas y arbustivas se obtuvo me-

When the same plot showed more than one management activity, their values were added, to establish a category of < value and > value (eg. Protection+reforestation=1+2. VM=3).

According to the intensity of change of the disturbances proposed by Calderón-Aguilera *et al.* (2012) for Temperate Climate Forest, a disturbance index was assigned for each of the actions that generated a disturbance in the past (Table 1).

Through the information provided regarding the extractive activities in the past, a perturbation index and its change rate were obtained, as well as the period of abandonment of these activities.

The change in type of vegetation and composition of tree and shrub species was obtained through direct questions and from the perceptions of owners and caretakers. The abandonment of extractive activities as a promoting factor of the recovery of the forest cover was evaluated through three aspects: a) legal, b) biological and c) management (Table 2).

The types of disturbances in the plots analyzed were cataloged in meteorological or climatic events, biological factors, and anthropic factors (natural vs anthropogenic). According to the magnitude of each of them, an incidence index was established in: 1=Low, 2=Medium and 3=High, based on the degree of affectation on the tree cover (adapted from

Cuadro 1. Actividades de aprovechamiento (agentes de disturbio) que ocasionaron cambios en el paisaje en el periodo 1956-2003 en la Sierra Fría, Aguascalientes.

Table 1. Activities of exploitation (disturbance agents) that caused changes in the landscape during the 1956-2003 period in Sierra Fria, Aguascalientes.

Agente de disturbio	Producto obtenido	Extensión (ha)*	Índice de disturbio**	Tasa de cambio [‡]
Aprovechamiento forestal	Carbón	≥10 ¹	3	Alta
	Madera	<10 ¹	2	Media
	Leña	<10 ¹	1	Baja
	Postes	<10 ¹	1	Baja
Ganadería	Cabezas	≤10 ²	3	Alta
Agricultura	Dif. cultivos	≤10 ¹	3	Alta
Recreación		≤10 ²	1	Baja
Cacería furtiva	Animales	≤10 ²	1	Media
Otras actividades				

*Este valor indica que el agente de disturbio puede tener incidencia en la extensión en el cuadro. ♦ *This value indicates that the disturbance agent can have an impact on the extension in the table.

‡La tasa de cambio originada por la fuerza del disturbio, así como la extensión (ha) en la que tiene incidencia éste, fueron obtenidas de Díaz y Sosa, 2009 (com. personal) y derivadas de una revisión bibliográfica de BTM en México, plasmada en el documento referido. ♦

‡ The change rate originated by the strength of the disturbance, as well as the extension (ha) where it has influence, were obtained by Díaz and Sosa, 2009 (personal comm.) and derived from a bibliographic review of BTM in Mexico, expressed in the document referred.

**El Índice de Disturbio se obtuvo categorizando de acuerdo a su tasa de cambio en el ecosistema: 3=alta, 2=media y 1=baja. ♦ ** The Disturbance Index was obtained by categorizing according to their change rate in the ecosystem: 3=high, 2=medium and 1=low.

dian­te pre­gun­tas di­rec­tas y a par­tir de las per­cep­cio­nes de los pro­pie­ta­rios y los cui­da­do­res. El aban­do­no de las ac­ti­vi­da­des ex­tra­cti­vas co­mo un fac­tor pro­mo­tor de la re­cu­pe­ra­ción de la cu­bie­rta fo­res­tal se e­va­luó a tra­vés de tres as­pec­tos: a) le­ga­les, b) bio­lógicos y c) de ma­ne­jo (Cuadro 2).

Los ti­pos de dis­tur­bios en los pre­dios ana­li­za­dos fue­ron ca­ta­lo­ga­dos en e­ven­tos me­teo­ro­lógicos o cli­máticos, fac­to­res bio­lógicos y fac­to­res an­tró­pi­cos (na­tu­ra­les vs an­tro­po­gé­ni­cos). De acuer­do a la ma­gnitud de cada uno de ellos, se es­ta­ble­ció un ín­di­ce de in­ci­den­cia en: 1=Baja, 2=Me­dia­na y 3=Alta, de acuer­do al gra­do de afec­ta­ción en el ar­bolado (adap­ta­do de Calderón-Aguilera *et al.*, 2012) y la ta­sa de re­cu­rencia se es­ta­ble­ció en rá­pi­da (1-5 años), me­dia­na (5-10 años) y len­ta (>10 años). Las per­spec­ti­vas a fu­tu­ro fue­ron cues­ti­o­na­das a tra­vés de pre­gun­tas no-di­ri­gi­das; sin em­bar­go, estas fue­ron ín­di­ca­das de acuer­do a la ma­gnitud y al po­si­ble efec­to de la ac­ción so­bre el eco­sis­te­ma.

Se re­a­li­za­ron prue­bas con­ven­cio­na­les (me­dias y des­via­cio­nes es­tán­dar) para de­tec­tar las ac­ti­vi­da­des na­tu­ra­les y an­tro­po­gé­ni­cas per­tur­ban­tes con ma­yor in­ci­den­cia en la zo­na de es­tudio. Así mis­mo, se lle­va­ron a cabo aná­li­sis de com­por­ta­mien­to ti­po tela de ara­ña (spider net), con la fi­nalidad de es­ta­ble­cer la ma­gnitud de los dis­tur­bios en la Sierra Fría. Las prin­ci­pa­les ame­na­zas en torno al pa­isaje fo­res­tal de la Sierra Fría se ana­li­za­ron de ma­ne­ra se­pa­ra­da (pro­pie­ta­rios y cui­da­do­res) pero usan­do los mis­mos cri­te­rios cuando las ame­na­zas fue­ron si­mi­la­res. De acuer­do a la in­for­ma­ción ge­ne­ra­da por Calderón-Aguilera *et al.* (2012) y adap­ta­dos para este es­tudio, acor­de a la ma­gnitud del cam­bio que pu­die­ran ge­ne­rar en el pa­isaje se or­de­na­ron los fe­nó­me­nos y ac­ti­vi­da­des con­si­de­ra­dos co­mo ame­na­zas desde el pun­to de vi­sta de los pro­pie­ta­rios co­mo de los cui­da­do­res de los pre-

Calderón-Aguilera *et al.*, 2012) and the recurrence rate was established as fast (1-5 years), medium (5-10 years) and slow (>10 years). The future perspectives were questioned through non-directed questions; however, these were indexed according to the magnitude and the possible effect of the action on the ecosystem.

Conventional tests were carried out (means and standard deviations) to detect the natural and anthropogenic perturbation activities with highest impact in the study zone. Likewise, spider net behavior analyses were carried out, with the aim of establishing the magnitude of the disturbances in Sierra Fria. The main threats around the forest landscape of the Sierra Fria were analyzed separately (owners and managers), although using the same criteria when the threats were similar. According to the information generated by Calderón-Aguilera *et al.* (2012) and adapted for this study, the phenomena and activities considered as threats from the point of view of the ranch owners and managers were ordered according to the magnitude of change that they could generate in the landscape. Spider net type analyses were performed to detect the main threats and those that could cause the greatest change to the landscape, to contrast both visions. In the statistical testing, the SPSS® ver. 9.0 and STATISTICA® 6.2 software were used.

Analysis of extractive activities in Sierra Fria

The biotic extractive activities in Sierra Fria were obtained through the description provided both by owners and managers of the ranches. Later, a value of importance was determined for forest species with highest demand for the extraction of resources, in this case the removal of dead firewood. Therefore, three

Cuadro 2. Aspectos y acciones causales del abandono de los factores perturbadores en Sierra Fría.

Table 2. Aspects and causal actions of the abandonment of perturbation factors in Sierra Fria.

Aspecto	Acción
Legal	-Prohibición de las actividades extractivas por parte de las autoridades -Privatización del territorio
Biológico	-Disminución del recurso aprovechable -Aparición de plagas y enfermedades -Baja productividad
Manejo	-Falta de mercado, o métodos de comercialización deficientes -Transición en las actividades de manejo o aprovechamiento -Falta de financiamiento hacia las actividades productivas

dios. Para detectar las principales amenazas y las que mayor cambio podrían ocasionar al paisaje, se llevaron a cabo análisis tipo tela de araña, para contrastar ambas visiones. En el trabajo estadístico se usaron los softwares SPSS® ver 9.0 y STATISTICA® 6.2

Análisis de las actividades extractivas en la Sierra Fría

Las actividades extractivas bióticas en la Sierra Fría se obtuvieron mediante la descripción proporcionada tanto por los propietarios como por los cuidadores de los predios. Posteriormente, se determinó un valor de importancia para las especies forestales con mayor demanda para la extracción de recursos, en este caso la remoción de leña muerta. Para ello, se establecieron tres clases: importancia alta ($V_i=3$), importancia media ($V_i=2$), importancia baja ($V_i=1$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actividades de manejo en la Sierra Fría

La edad promedio $\pm E_e$ (E_e =Error estándar) de las personas entrevistadas fue de 53 ± 2.12 años para los propietarios y 59 ± 5.13 para los cuidadores. Los predios analizados tuvieron en promedio una extensión de 223 ± 112.17 ha. Esta cifra es representativa de la extensión de los predios en el ANP-Sierra Fría, considerando que el mínimo en venta es de 50 ha (Asociación Sierra Fría, 2009).

La principal actividad extractiva en el pasado fue la elaboración de carbón, principalmente de encinos. Esta actividad cesó aproximadamente entre las décadas de 1950 y 1960 (Cuadro 3). A la par, en algunos sitios también se derribaron árboles para la apertura de terrenos de cultivo principalmente de maíz durante la década de los 70 del siglo XX. En cuatro de las localidades analizadas se practicó ganadería intensiva, aunque esta actividad disminuyó hace 20 años. Estas localidades comparten características topográficas afines, como son planicies y vegetación del tipo de sabana (cobertura arbórea $< 50\%$; Mcpherson, 1997), lo que contribuyó para el fácil desarrollo de las actividades extractivas.

Actualmente, las actividades productivas en los predios analizados consisten en la cacería cinegética, la remoción de leña muerta, la construcción de infraestructura ecoturística, la conservación de las áreas

classes were established: high importance ($V_i=3$), intermediate importance ($V_i=2$), low importance ($V_i=1$).

RESULTS AND DISCUSSION

Management activities in Sierra Fría

The average age $\pm SE$ (SE =Standard Error) of people interviewed was 53 ± 2.12 years for owners and 59 ± 5.13 for managers. The plots analyzed had an average extension of 223 ± 112.17 ha. This figure is representative of the extension of plots in the PNA-Sierra Fría, taking into consideration that the minimum in sale is 50 ha (Asociación Sierra Fría, 2009).

The main extractive activity in the past was charcoal elaboration, primarily from oaks. This activity ceased approximately between the decades of 1950 and 1960 (Table 3). At the same time, trees were also felled in some sites to open farming lands, mainly for maize during the 1970s. Intensive livestock production was practiced in four of the locations analyzed, although this activity has decreased since 20 years ago. These locations share similar topographic characteristics, such as flatlands and savannah vegetation (tree cover $< 50\%$; Mcpherson, 1997), which contributed to the easy development of extractive activities.

Presently, the productive activities in the plots analyzed consist in wildlife hunting, removing dead firewood, construction of ecotourism infrastructure, conservation of forest areas, and generation of environmental services (Table 3). Of these activities, the first three are considered as disturbances, although the change intensity is low. In the polygon of study there are seven management units for the conservation of registered wild life species (UMAs, for their Spanish initials), and of these, three were analyzed through the socioecological interviews (Piletas, Antrialgo, and El Gauro).

The social perception in relation to the effect of extractive activities in the past suggests that there has been no loss of forest species, with oaks (*Quercus* spp.), pines (*Pinus* spp.) manzanita (*Arctostaphylos pungens*) and alligator junipers (*Juniperus* spp.) being the dominating forest tree species in the landscape. However, since 1950 the tree structure has changed. Currently, the landscape is dominated by trees and shrubs; *J. deppeana* dominates in the flatlands, where oak groves dominated until 1960.

Cuadro 3. Actividades extractivas de manejo en el pasado y actuales, en algunos ranchos de la Sierra Fría, en Aguascalientes, México.
Table 3. Extractive management activities in the past and present, in some Sierra Fria ranches, in Aguascalientes, Mexico.

Localidad	Actividades de manejo actuales	Actividades extractivas en el pasado	Periodo de abandono
Piletas	-UMA extensiva		> 50 años
	-Pago por Servicios ambientales		> 15 años
	-Reforestaciones	Elaboración de carbón	
	-Se alimenta a guajolotes y venados	Ganadería de bovinos	
	-Saneamientos forestales	Saneamiento forestal intenso	> 5 años
Tinajuelas	-Remoción de leña muerta		
	-Investigación		
Sierra Paraíso	Remoción de leña muerta	Saneamiento forestal	9-10 años
	-Delimitación de senderos	Elaboración de carbón	> 50 años
	-Construcción de bancas de madera	Ganadería	> 20 años
San Francisco	-Poda de árboles		
	Remoción de leña muerta	Saneamiento forestal	> 5 años
La Pinzión	Saneamientos forestales		
	Extracción de madera muerta	Elaboración de carbón	≤ 30 años
Buen Rostro	Saneamientos forestales	Extracción de madera de saneamientos	> 5 años
	Ganadería	Elaboración de carbón	> 40 años
	Saneamientos forestales	Postes para cercado	≥ 15 años
	Extracción de leña muerta	Madera de saneamientos	> 5 años
	Cacería cinegética		
Antrialgo	Protección de fauna silvestre		
	Saneamientos forestales	Elaboración de carbón	> 50 años
	Extracción de leña muerta	Aserrío de madera de pino	> 30 años
	Se practica ecoturismo	Apertura de claros para cultivo	> 20 años
El Gauro	Siembra de avena para guajolotes		
	-Renta de terreno para ganadería	Elaboración de carbón	> 40 años
	-Cacería cinegética	Extracción de madera de saneamientos	> 8 años
	-Extracción de leña muerta	Apertura de claros para cultivo	> 10 años
Sierra Hermosa	Protección	Elaboración de carbón	> 50 años
	Extracción de leña muerta	Apertura de claros para ganadería y cultivo	> 30 años

boscosas y la generación de servicios ambientales (Cuadro 3). De esas actividades, las tres primeras son consideradas como disturbios, aunque la intensidad de cambio es baja. En el polígono de estudio existen siete unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre registradas (UMAs, por su acrónimo) y de ellas, tres fueron analizadas mediante las entrevistas socioecológicas (Piletas, Antrialgo y el Gauro).

La percepción social en relación al efecto de las actividades extractivas en el pasado, sugiere que no ha existido la pérdida de especies forestales, siendo los encinos (*Quercus* spp.), pinos (*Pinus* spp.) manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y los táscales (*Juniperus* spp.) las especies forestales arbóreas dominantes en el paisaje. Sin embargo, a partir de 1950 se ha modificado la estructura del arbolado. Actualmente, en el

Incidence of disturbances in Sierra Fría

The main disturbances that have been found in the last 60 years in the PNA-Sierra Fria are forest exploitation at low scale, livestock production, wildlife hunting, prolonged droughts, and the appearance of pests and diseases of pines and oaks. According to the point of view of owners, the disturbance factors are mainly of meteorological and biological nature (natural), with frequency rates between 5-10 years and an intermediate change intensity (≤ 10 ha). The disturbances of anthropogenic nature, mainly wood extraction for charcoal elaboration, stopped more than three decades ago, although the change intensity was high (≥ 10 ha). According to the opinion of

paisaje dominan árboles y arbustos; en las planicies es dominante J. deppeana, en las que hasta 1960 dominaban los encinares.

Incidencia de disturbios en la Sierra Fría

Los principales disturbios que se han presentado en los últimos 60 años en el ANP-Sierra Fría son el aprovechamiento forestal a baja escala, la ganadería, la cacería cinegética, las sequías prolongadas y la aparición de plagas y enfermedades de pinos y encinos. De acuerdo a la visión de los propietarios, los factores de disturbio son principalmente de carácter meteorológico y biológico (naturales), con tasas de frecuencia entre 5-10 años y una intensidad de cambio media (≤ 10 ha). Los disturbios de carácter antropogénico, principalmente extracción de madera para la elaboración de carbón, cesaron hace más de tres décadas, aunque la intensidad de cambio fue alta (≥ 10 ha). De acuerdo a la opinión de los propietarios de los predios estudiados, los eventos meteorológicos tienen una frecuencia entre 5 y 10 años y son los de mayores intensidades. Los factores de carácter biológico que ocasionan disturbios aparecen anualmente (Cuadro 4).

La percepción de propietarios y cuidadores es similar en cuanto a los factores de disturbio en la Sierra Fría, aunque difieren en la frecuencia de aparición de los disturbios de carácter natural. Los cuidadores expresan que en promedio, estos aparecen cada cinco años para eventos meteorológicos y en un periodo ≤ 1 año para los de carácter biológico, como son las plagas, enfermedades y plantas invasoras. La intensidad de cambio es de media (≥ 5 y ≤ 10 ha) a baja (≤ 5 ha) (Cuadro 5)

Amenazas bióticas y abióticas en la Sierra Fría

Se detectaron cuatro factores que se perciben como amenazas actuales y futuras de acuerdo a la experiencia y visión de los propietarios en algunos predios de la Sierra Fría. De ellos, dos corresponden a eventos meteorológicos y un factor relacionado con disturbios de carácter biológico; sin embargo, la amenaza de mayor magnitud está relacionada con las actividades humanas (Figura 2). Por su parte, los cuidadores perciben seis amenazas relacionadas con factores biológicos y eventos climáticos, aunque el factor que mayor peligro representa se deriva de actividades antropogénicas. La experiencia de los

owners of the ranches studied, the meteorological events have a frequency between 5 and 10 years, and they are of the highest intensities. The factors of biological nature that cause disturbances appear annually (Table 4).

The perception of land owners and their managers is similar in terms of the disturbance factors in Sierra Fria, although they differ in the frequency of appearance from natural disturbances. The managers express that in average these appear every five years for meteorological events and in a period of ≤ 1 year for those of biological nature, such as pests, diseases and invasive plants. The change intensity is intermediate (≥ 5 and ≤ 10 ha) to low (≤ 5 ha) (Table 5).

Biotic and abiotic threats in Sierra Fria

Four factors were detected that are perceived as current and future threats according to the experience and vision of the land owners in some ranches of Sierra Fria. Of these, two correspond to meteorological events and one is a factor related with disturbances of biological nature; however, the threat of greatest magnitude is related to human activities (Figure 2). In turn, the ranch managers perceive six threats related with biological factors and climate events, although the factor that represents

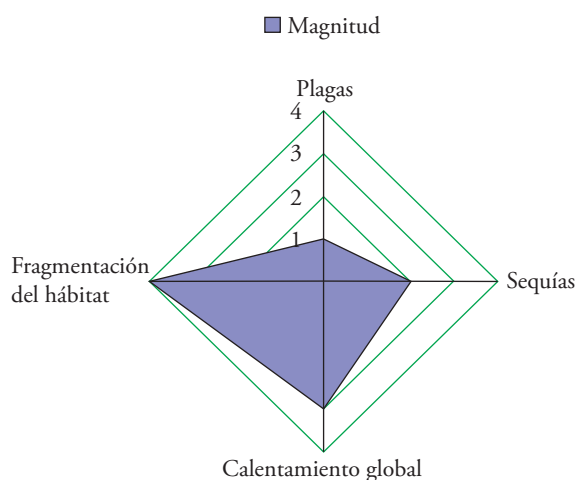


Figura 2. Amenazas actuales y futuras en el paisaje de la Sierra Fría, acorde a la experiencia y visión de los propietarios de algunos predios del ANP-Sierra Fría.

Figure 2. Current and future threats in the Sierra Fria landscape, according to the experience and vision of land owners of some plots in the PNA-Sierra Fria.

Cuadro 4. Disturbios en la Sierra Fría acorde a la percepción de los propietarios; ANP-SF=Área Natural Protegida Sierra Fría.
Table 4. Disturbances in Sierra Fria according to the perception of owners; PNA-SF=Protected Natural Area Sierra Fria.

Predios en el ANP-SF	Extensión (ha)	Patrones de disturbio		
		Factores de disturbio	Frecuencia (años)	Intensidad [‡]
Piletas	196	Heladas	>10	Media
		Sequías	≤5	Alta
		Plagas	<1	Media
		Cacería ilegal	>30	Baja
		Extracción de leña	≥1	Baja
Tinajuelas	70	Plagas y enfermedades	1-5	Media
Sierra Paraíso	40	Heladas	≥5	Media
		Plagas y enfermedades	≥1	Media
		Muérdagos en plantas	≥1	Media
San Francisco	125	Heladas	>10	Media
		Sequías prolongadas	≤5	Alta
		Plagas y enfermedades	≤1	Media
		Muérdago	≤1	Baja
Antrialgo	1100	Heladas	>10	Media
		Sequías	≤5	Alta
		Plagas	≤1	Media
		Extracción de leña	≤1	Media

[‡] Las categorías de la intensidad de cambio son: Baja: cambio en ≤5 ha, Mediana: cambio en ≥5 y ≤10 ha y Alta: cambio en ≥10¹ ha (Categorías adaptadas de Calderón-Aguilera *et al.*, 2009). ♦ [‡] The categories of change intensity are: Low: change in ≤5 ha, Intermediate: change in ≥5 and ≤10 ha and High: change in ≥10¹ ha (Categories adapted from Calderón-Aguilera *et al.*, 2009).

cuidadores sugiere que la extinción de fauna silvestre representa la mayor amenaza, aunque desde su punto de vista, las plagas forestales (principalmente de pinos) también representan un serio problema. Los factores relacionados con el clima son de importancia media, mientras que los factores sociales alterarían el paisaje forestal relativamente poco (Figura 3).

Aunque no existe un plan formal de manejo regional para el ANP-Sierra Fría, en una escala local, 50% de los propietarios entrevistados menciona la existencia de un plan de manejo al interior de su propiedad, desarrollado para la elegibilidad de proyectos forestales auspiciados por dependencias públicas (en este caso, por la Comisión Nacional Forestal). Las actividades contempladas son la remoción de leña muerta, infraestructura para desarrollo ecoturístico, cacería cinegética y el mantenimiento o incremento de la cobertura vegetal para pago de servicios ecosistémicos. En los predios donde se realiza la extracción de madera muerta, el plan de manejo es otorgado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2009). La cacería cinegética contempla como especies susceptibles de aprovechamiento a los guajolotes silvestres (*Meleagris gallopavo mexicana*, Gould, 1856), venado colablanca (*Odocoileus virginianus couesi*,

the greatest danger is derived from anthropogenic activities. The experience of managers suggests that the extinction of wild fauna represents the greatest threat, although from their point of view, forest pests (mainly of pines) also represent a serious problem. The factors related with climate are of intermediate importance, while the social factors would alter the forest landscape only slightly (Figure 3).

Although there is no formal plan of regional management for the PNA-Sierra Fria, in a local scale, 50% of the owners interviewed mention the existence of a management plan inside their property, developed for eligibility in forest projects sponsored by public agencies (in this case, by the National Forest Commission). The activities contemplated are extraction of dead firewood, infrastructure for ecotourism development, wildlife hunting, and maintenance or increase of the vegetation cover for payment of ecosystem services. In the ranches where the dead wood extraction was performed, the management plan is given by the Ministry of the Environment and Natural Resources (*Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*) (SEMARNAT, 2009). Wildlife hunting contemplates wild turkeys (*Meleagris gallopavo mexicana*, Gould, 1856), white-

Cuadro 5. Cuadro de disturbios en la Sierra Fría según los cuidadores de los predios; ANP-SF= Área Natural Protegida Sierra Fría. **Table 5.** Table of disturbances in Sierra Fria according to the ranch managers; PNA-SF= Protected Natural Area Sierra Fria.

Predios en el ANP-SF	Extensión (ha)	Patrones de disturbio		
		Factores de disturbio	Frecuencia (años)	Intensidad ^y
Piletas	196	Sequía	≤ 5	Media
		Heladas	≥ 10	Media
		Plagas y enfermedades	≤ 1	Media
		Heladas	> 15	Media
Tinajuelas	70	Sequía	≥ 5	Media
		Cacería ilegal	≥ 30	Alta
		Plagas	≤ 1	Media
		Muérdagos	≤ 1	Baja
Sierra Paraíso	40	Heladas	≥ 10	Media
		Plagas	≤ 1	Media
		Sequías	≥ 5	Media
San Francisco	125	Sequía	≥ 10	Media
		Plagas	≤ 1	Media
		Heladas	≥ 10	Alta
Antrialgo	1100	Sequías	≤ 5	Media
		Plagas y enfermedades	≤ 1	Media
		Cacería ilegal	≥ 30	Alta
		Extracción de leña	≤ 1	Baja
		Muérdagos	≤ 1	Media
El Gauro	125	Sequía	> 5 y < 10	Alta
		Plagas	≤ 1	Media
		Muérdagos	≤ 1	Baja
Sierra Hermosa	250	Plagas	≥ 1	Media
		Sequía	≥ 3	Media
La Pinzión	57	Sequías	≥ 5	Media
		Plagas y enfermedades	≤ 1	Media
Buen Rostro	45	Sequías	≥ 5	Media
		Plagas y enfermedades	≤ 1	Media

^yLas categorías de la intensidad de cambio fueron las mismas que las expuestas en el Cuadro 4. ♦ *The categories of change intensity were the same than those exposed in Table 4.

Coues and Yarrow 1875) y el jabalí de collar (*Tayassu tajacu* Linnaeus 1758).

Actividades extractivas en la Sierra Fría

Los resultados obtenidos indican que el área seleccionada de la Sierra Fría posee un uso forestal silvopastoril. El 90% (n=9) tanto de los propietarios como de los cuidadores de los predios analizados, realizan actividades extractivas de leña muerta como principal actividad de manejo (Figura 4A) siendo la manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y el encino (*Quercus potosina*), localmente conocido como “palo blanco” o “chaparro” los de mayor uso (Figura 4B). Otras actividades de menor importancia son la ganadería y la extracción

tailed deer (*Odocoileus virginianus couesi*, Coues and Yarrow 1875) and collared peccary (*Tayassu tajacu* Linnaeus 1758) as the species susceptible of being exploited.

Extractive activities in Sierra Fria

The results obtained indicate that the area selected in Sierra Fria has silvopasture forestry use. Both of land owners and of managers of the ranches analyzed, 90% (n=9) carry out extractive activities of dead wood as main management activity (Figure 4A), with highest use of manzanita (*Arctostaphylos pungens*) and oak (*Quercus potosina*), locally known as “palo blanco” or “chaparro” (Figure 4B). Other activities of less importance are livestock production

de postes. La cacería cinegética ha desplazado a la actividad ganadera y contempla al guajolote silvestre y al venado cola blanca como susceptibles de aprovechamiento. De la extracción de leña muerta 80% se deriva de la manzanilla ($V_i=3$) y de los encinos blancos ($V_i=2$); los madroños son las especies forestales menos importantes ($V_i=1$) (Figura 4 B) para la extracción de leña, lo que puede deberse a su escasez y a una distribución limitada, pero también a una baja mortalidad, aunque este último punto no fue probado en este estudio. Normalmente, la extracción de leña muerta se realiza bajo la modalidad de permisos de extracción otorgados por un periodo de tres años.

La integración del conocimiento empírico y la experiencia de la población relacionada con los ecosistemas es parte fundamental para la comprensión de los fenómenos que los afectan, a fin de proponer estrategias de manejo que ayuden en la conservación y en la restauración de los ecosistemas naturales (Pérez-Salicrup, 2004; Bormann *et al.*, 2007). En el caso de la Sierra Fría, en Aguascalientes, existen evidencias documentadas de intensos aprovechamientos (Minnich *et al.*, 1994), pero también, de una tendencia hacia la recuperación de la cubierta vegetal (Chapa-Bezanilla *et al.*, 2008). Para ello, existen cuatro aspectos que pueden haber influido en la recuperación o deterioro del ANP-Sierra Fría: las actividades extractivas en el pasado (Minnich *et al.*, 1994), el decreto

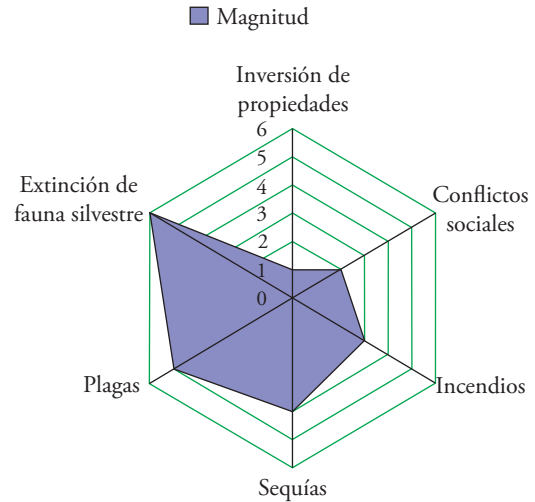


Figura 3. Análisis radial (Spider net), donde se muestran las amenazas actuales y futuras desde la visión y perspectiva de los cuidadores (manejadores) de predios en la Sierra Fría. Tanto en la Figura 4A, como en la 4B cada uno de los ejes representa las amenazas vertidas al paisaje Forestal. Cada red (numeración) muestra los diferentes niveles de magnitud de la amenaza posible.

Figure 3. Radial analysis (Spider net), where the current and future threats are shown from the point of view and perspective of the ranch managers in Sierra Fria. Both in Figure 4A and in 4B, each of the axes represent the threats presented to the forest landscape. Each net (numbered) shows the different levels of magnitude of the possible threat.

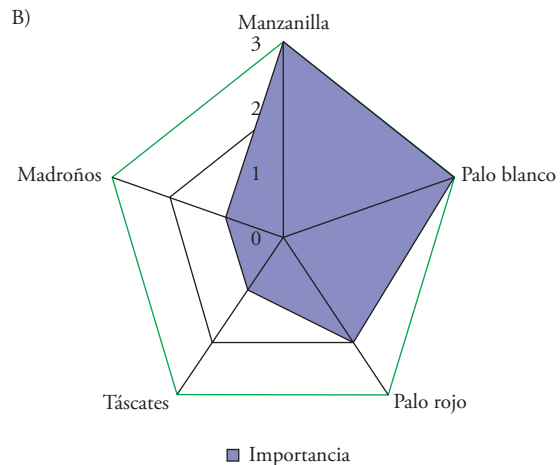
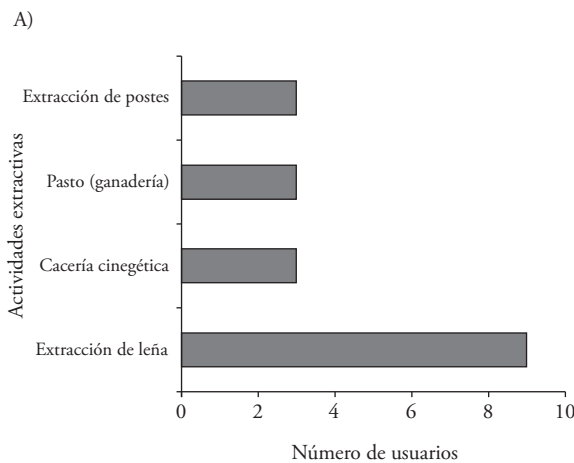


Figura 4. A) Principales actividades extractivas de recursos bióticos y número de propietarios o manejadores que las practican en sus predios dentro del ANP-Sierra Fría. B) Análisis radial (Spider net), donde se ordenan por importancia cada una de las especies forestales arbóreas de las cuales se extraen leña muerta.

Figure 4. A) Main extractive activities of biotic resources and number of land owners or managers that practice them in their ranches inside the PNA-Sierra Fria. B) Radial analysis (Spider net), where each of the forest tree species from which dead firewood is extracted are ordered by importance.

como Área Natural Protegida estatal (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994), la privatización del terreno y la reducción de las actividades agrícolas que demandaban madera proveniente de la Sierra Fría (Sosa-Ramírez, 1998; Díaz-Núñez *et al.*, 2016).

De acuerdo al análisis de la información, durante la década de 1970 existieron aclareos forestales principalmente para terrenos de cultivo y ganadería, lo que coincide con los resultados obtenidos por Díaz-Núñez *et al.* (2016), quienes sugieren que la recuperación de la vegetación en diferentes elementos del paisaje del ANP-Sierra Fría no se dio sino hasta mediados de 1970. Esto difiere en 20 años con lo reportado por Minnich *et al.* (1994) respecto al tiempo del cese de las actividades extractivas. Una probable causa de esta discrepancia es que las áreas de estudio no coinciden completamente, y así, algunos elementos del paisaje fueron abandonados antes y otros después.

Los disturbios que se han presentado en la Sierra Fría, desde el punto de vista de los propietarios, se deben principalmente a factores antropogénicos; sin embargo, esto difiere de lo expresado por los cuidadores, quienes sugieren que la alteración del paisaje es influida en gran parte por causas biológicas. Estas diferentes concepciones probablemente se deben al tiempo que uno y otro sector han vivido en el área estudiada y a la experiencia adquirida, como lo sugieren Castillo *et al.* (2005), aunque es importante considerar las dos visiones para la formulación de un plan de manejo con una perspectiva a futuro. A la par, existen visiones contrastantes en torno a la salud del ecosistema, algunos propietarios sugieren un deterioro en el paisaje, mientras que los cuidadores aseguran que existe una franca tendencia a la recuperación de la cubierta forestal, coincidente con los reportes de Chapa-Bezanilla *et al.* (2008) y Díaz-Núñez *et al.* (2016). Estos últimos mencionan que existe una tendencia hacia la recuperación de la cubierta forestal, esta no es tan rápida como se esperaría y los parches resultantes de los aprovechamientos ocurridos entre las décadas de 1940 y 1960, han sido colonizados con especies asociadas a disturbios como *J. deppeana* y *A. pungens*. Muchos de los factores biológicos considerados como detractores de la salud del ecosistema Sierra Fría coinciden con los reportes de Romo-Díaz *et al.* (2007) y Moreno-Rico *et al.* (2010), aunque es necesario destacar que estos factores ocasionan alteraciones en el paisaje, a través de procesos como la sucesión ecológica se favorece el rejuvenecimiento de

and pole extraction. Wildlife hunting has displaced livestock production and contemplates the wild turkey and the white-tailed deer as susceptible of exploitation. Out of the extraction of dead wood, 80% derived from manzanita ($V_i=3$) and white oaks ($V_i=2$); madrones are the least important forest species ($V_i=1$) (Figure 4 B) for firewood extraction, which can be due to its scarcity and to a limited distribution, but also to a low mortality, even when this last point was not proven in this study. Normally, the extraction of dead firewood is done under the modality of extraction permits granted for a period of three years.

Integrating empirical knowledge and experience of the population related to the ecosystems is an essential part to understand the phenomena that affect them, in order to propose management strategies that help in the conservation and in the restoration of natural ecosystems (Pérez-Salicrup, 2004; Bormann *et al.*, 2007). In the case of Sierra Fria, in Aguascalientes, there is documented evidence of intense exploitation (Minnich *et al.*, 1994), but also of a trend toward recovery of the vegetation cover (Chapa-Bezanilla *et al.*, 2008). For this purpose, there are four aspects that could have influenced the recovery or deterioration of the PNA-Sierra Fria: the extractive activities in the past (Minnich *et al.*, 1994), the decree as state Protected Natural Protected (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994), the privatization of the land, and the reduction of agricultural activities that demanded wood from Sierra Fria (Sosa-Ramírez, 1998; Díaz-Núñez *et al.*, 2016).

According to the information analysis, during the decade of the 1970s there were forest clearings primarily for farming and livestock production lands, which agrees with the results obtained by Díaz-Núñez *et al.* (2016), who suggest that the recovery of the vegetation in different elements of the landscape of the PNA-Sierra Fria did not happen until the mid-1970s. This differs in 20 years with what was reported by Minnich *et al.* (1994) regarding the time of ceasing extractive activities. A probable cause of this discrepancy is that the study areas do not coincide completely, and therefore, some elements of the landscape were abandoned before and others later.

The disturbances that have taken place in Sierra Fria, from the point of view of the owners, happen primarily due to anthropogenic factors; however, this differs from what was expressed by managers,

los ecosistemas y el ciclaje de los nutrientes (Shrowalter *et al.*, 1999; Ayres y Lombardero, 2000; Binkley y Duncan 2009). La detección de las principales amenazas al ecosistema, ya sean de carácter natural o antropogénico, genera inquietudes y perspectivas hacia donde deben focalizarse los esfuerzos de conservación y manejo, a fin de evitar que estas se presenten en lapsos de tiempo a corto y mediano plazo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que las actividades antropogénicas que generaron disturbios en la Sierra Fría disminuyeron a partir de 1970, pero no desaparecieron por completo. Tanto los propietarios como los cuidadores coinciden en que la cobertura de la Sierra Fría se ha incrementado; sin embargo, ambos mencionan que las comunidades de pinos han sido desplazadas por *J. deppeana* y *A. pungens*. En 80% de los predios estudiados siguen existiendo aprovechamientos forestales, principalmente a través de la extracción (remoción) de leña muerta, como medida de saneamiento. A la par, la fauna silvestre (guajolotes silvestres y venado cola blanca) es usada para cacería cinegética. Los agentes de disturbio de carácter biológico como las plagas, enfermedades y plantas invasoras son secuenciales, con frecuencias menores a un año. Los fenómenos meteorológicos son esporádicos con frecuencias estimadas que oscilan entre 5 y 15 años. Los propietarios identifican a la fragmentación del hábitat como la principal amenaza en la Sierra Fría, en tanto que los cuidadores aseguran que las principales amenazas son las sequías prolongadas, las plagas y enfermedades. Estos resultados pueden contribuir a la elaboración del plan de manejo del ANP-Sierra Fría; sin embargo, no son determinantes para ello.

NOTAS

⁶Los números en paréntesis es el área de los predios donde se realizaron las encuestas, expresado en hectáreas.
❖ The numbers in parenthesis is the area of the plots where surveys were performed, expressed in hectares.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los propietarios y cuidadores de los predios analizados por acceder a participar

who suggest that the alteration of the landscape is influenced to a large extent by biological causes. These different conceptions are probably because of the time that one and another sector have lived in the area studied and the experience acquired, as suggested by Castillo *et al.* (2005), although it is important to consider the two visions for the formulation of a management plan with a perspective to the future. At the same time, there are contrasting views around the health of the ecosystem; some owners suggest deterioration in the landscape, while the managers state that there is a marked trend toward recovery of the forest cover, which agrees with the reports by Chapa-Bezanilla *et al.* (2008) and Díaz-Núñez *et al.* (2016). These authors mention that although there is a trend toward recovery of the forest cover, it is not as fast as would be expected and the resulting patches from exploitation that happened between the decades of 1940 and 1960 have been colonized with species associated to disturbances, such as *J. deppeana* and *A. pungens*. Many of the biological factors considered as detractors of the Sierra Fría ecosystem health agree with the reports from Romo-Díaz *et al.* (2007) and Moreno-Rico *et al.* (2010), although it is necessary to highlight that although these factors cause alterations in the landscape, through processes such as ecological succession, they favor the rejuvenation of ecosystems and the nutrient cycle (Shrowalter *et al.*, 1999; Ayres and Lombardero, 2000; Binkley and Duncan 2009). Detecting the main threats to the ecosystem, whether of natural or anthropogenic nature, generates concerns and perspectives about where the conservation and management efforts should be focused, in order to avoid them happening in the short to medium term.

CONCLUSIONS

The results obtained suggest that anthropogenic activities that generated disturbances in Sierra Fría decreased since 1970, although they did not disappear completely. Both the land owners and the land managers agree in that the forest cover of Sierra Fría has increased; however, they both mention that pine communities have been displaced by *J. deppeana* and *A. pungens*. In 80% of the ranches studied there is still forest exploitation, primarily through extraction (removal) of dead firewood, as a measure of sanitation. At the same time, wild

en la entrevista. Se reconoce la participación de Nahum Hernández Quiroz, Alejandro Torres González y Luis Alberto Hernández Gaitán por el apoyo brindado en las entrevistas. Se agradece a José de Jesús Luna Ruiz y Antonio de Jesús Meraz Jiménez por su orientación en la definición de los modelos de entrevistas y el análisis de la información.

LITERATURA CITADA

Asociación Sierra Fría A. C. 2009. Estatutos para la constitución de la Asociación Sierra Fría, A.C. Consultado en agosto de 2009. Disponible en <http://www.sierrafria.org.mx>.

Ayres, M. P., and M. J. Lombardero. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The Science of the Total Environment* 262: 263-286.

Binkley, D., y S. Duncan. 2009. The past and future of Colorado's forest: connecting people and ecology. *Ecology and Society* 14(2): 9. Consultada 28 en. 2014. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art9/>.

Borman, M.M. 2005. Forest stand dynamics and livestock grazing in historical context. *Conservation Biology* 19: 1658-1662.

Bormann, B.T., Haynes R.W., y J. R. Martin. 2007. Adaptive management of forest ecosystems: did some rubber hit the road? *Bioscience* 57: 186-191.

Calderón-Aguilera, L. E., Rivera-Monroy V. H., Porter-Bolland L., Martínez-Yrizar A., Lada L.B., Martínez-Ramos M. *et al.* 2012. An assessment and natural and human disturbance effects of Mexican Ecosystem: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation* 21: 589-617.

Castillo, A., Magaña A., Pujadas A., Martínez L., y C. Godínez. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in tropical dry forests of Mexico. *Ecosystems* 8: 630-643.

Chapa-Bezanilla, D., Sosa-Ramírez J., y A. de Alba-Ávila. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques* 14: 37-51.

Christensen, N.L., Bartuska A.M., Brown J.H., Carpenter S., D'Antonio C., Francis R., Franklin J.R., MacMahon J.A., Noss R.F., Parsons D.J., Turnes M.G., y M.G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America committee on the scientific basis for the ecosystem management. *Ecological Applications* 6: 665-691.

Díaz, V. 2012. Ecología y manejo de paisajes forestales en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Tesis doctoral. Aguascalientes, México. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 220 p.

Díaz, V., Sosa-Ramírez J., y D.R. Pérez-Salicrup. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Polibotánica* 34: 99-126.

Díaz-Núñez, V., J. Sosa-Ramírez, y D. R. Pérez-Salicrup. 2016. Vegetation patch dynamics and tree diversity in a conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical Science* 94 (2) 1-12.

Folch i G.R. 2011. Socioecología versus sostenibilidad. Cuaderno interdisciplinar de desarrollo sostenible. 6: 139-164.

fauna (wild turkeys and white-tailed deer) is used for wildlife hunting. The disturbance agents of biological nature such as pests, diseases, and invasive plants are sequential, with frequencies of less than one year. The meteorological phenomena are sporadic with estimated frequencies that range between 5-15 years. The land owners identified habitat fragmentation as the main threat in Sierra Fría, while the managers ensure that the main threats are prolonged droughts, pests and diseases. These results can contribute to the elaboration of the management plan for NPA-Sierra Fría; however, they are not decisive for it.

—End of the English version—



Gobierno del Estado de Aguascalientes. 1994. Declaratoria del Área Natural protegida Sierra Fría, Aguascalientes, Diario Oficial Ags. Tomo LVII, No. 5. Órgano del Gobierno Constitucional del Estado. Aguascalientes, México. Consultada 27 en. 2014. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/mae/recursosbioticos/danpsf.aspx>

Jardel-Peláez, E.J., A.L. Santiago-Pérez, Cortez-Montaño C., y F. Castillo-Navarro. 2004. Sucesión y dinámica de rodales (Capítulo 5). *In: Cuevas-Guzmán R, Jardel-Peláez EJ (eds) Flora y vegetación de la estación científica "Las Joyas"*. Petra ediciones. pp: 179-203.

Lynam, T., de Jong W., Sheil D., Kusumanto T., y Evans K. 2007. A review of tools for incorporating community knowledge, preference and values into decision making in natural resource management. *Ecology and Society* 12(1): 5. Consultada 02 feb. 2014. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art5>.

McCool, S.F., y L.E. Kruger. 2003. Human migration and natural resources: implications for land managers and challenges for researchers. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-580. Portland, Or. EE.UU. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 26 p.

McPherson, G. R. 1997. Ecology and management of North American Savannas. Arizona, EE.UU. The University of Arizona Press. 208 p.

Mendoza, M.E., López-Granados E., Geneletti D., Pérez-Salicrup D.R., y V. Salinas. 2011. Analyzing land cover and land use processes at watershed level: a multitemporal study in the Lake Cuitzeo watershed, Mexico (1975-2003). *Applied Geography* 31: 237-250.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystem and human well-being: synthesis. Washington, D.C. EE.UU. Island Press. 155 p.

Minnich, R.A., Sosa-Ramírez J., Franco V.E., Barry W.J., y M.E. Siqueiros. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia* 12: 23-29.

Moreno-Rico, O., Velázquez-Valle R., Sánchez-Martínez G., Siqueiros-Delgado, M.E., Dela Cerda-Lemus M., y R. Díaz-

- Moreno. 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. *Polibotánica* 29: 165-189.
- Navarrete, J.L., Ramírez M.I., y D.R. Pérez-Salicrup. 2011. Logging with protected areas: spatial evaluation of the monarch butterfly biosphere reserve Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 646-654.
- Oliver, C.O., y B.C. Larson. 1996. *Forest Stand Dynamics*. New York, EE.UU. John Wiley and Sons. Update edition. 544 p.
- Parés-Ramos, I.K., Gould, W.A., y T.M. Aide TM. 2008. Agricultural abandonment, suburban growth and forest expansion in Puerto Rico between 1991 and 2000. *Ecology and Society* 13(2): 8. Consultada 02 Feb. 2014. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art1/>.
- Pérez-Salicrup, D.R. 2004. La restauración en relación con el uso extractivo de recursos bióticos. In: Sánchez Ó, Márquez R, Peters E. (eds) *Restauración ecológica*. México, DF. Instituto Nacional de Ecología –SEMARNAT-, U. S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la conservación, A C. p: 125-145.
- Pickett, S.T.A., y P.S. White (eds). 1985. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Orlando, Florida. EE. UU. Academic Press. 472 p.
- Romo-Díaz, B., Velásquez-Valle R., Siquéiros-Delgado M.E., Sánchez-Martínez G., de la Cerda-Lemus M., Moreno-Rico O., y E. Pérez-Molphe Balch. 2007. Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia* 39: 11-19.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Fomento para la conservación y al aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Consultado 14 sept. 2011. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/leyes-federales>
- Shrewalter, T., Hansen, E., Molina, R., y Y. Zhang. 1999. Integrating the ecological roles of phytophagous insects, plant pathogens, and mycorrhizae in managed forests. In Kohm KA, J F Franklin eds. *Creating a forestry for the 21st century*. p. 171-190.
- Sosa-Ramírez, J. 1998. *Agua y sustentabilidad en Aguascalientes. Tres ensayos*. Aguascalientes, México. CIEMA. 121 p.
- Torrealba I,F, Carbonell. 2008. La conservación integral alternativa desde el Sur.: una visión diferente de la conservación. *Revista de la Universidad Bolivariana*. 21: 339-363.