



<https://doi.org/10.5154/r.textual/2023.83.04>

ASSESSMENT OF THE SUSTAINABILITY CRITERIA FOR FOREST MANAGEMENT IN AMANALCO DE BECERRA, STATE OF MEXICO

VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD DEL MANEJO FORESTAL EN AMANALCO DE BECERRA, ESTADO DE MÉXICO

Mario Castelán Lorenzo*, Aurelio Bastida Tapia

ABSTRACT

Sustainable forest management considers the management of forests to achieve one or more specific objectives, such as the continuous production of forest products and services, without reducing their inherent values and future productivity, taking into account the social, economic and environmental sectors when harvesting the forest. The ejidatarios' forest in Amanalco de Becerra, State of Mexico, was visited in order to observe forestry practices and to identify and document whether they comply with the sustainability principles set out by Mexican Standard NMX-AA-143-SCFI-2008 for certification purposes. The methodology consisted of locating the properties under management and, with the help of forestry technical service providers, inspecting the felling areas and management practices, considering the nine criteria established by the standard. As a result, it was found that the areas under management and harvesting meet the sustainability standards set out by the certifying bodies throughout the process, in the planning, preparation and execution stages. Of the 11 ejidos in the municipality, seven have been certified and the remaining four are in the process despite having technological limitations, differences in vision among members and a lack of organization.

Keywords: Certification, forest management, handling method, sustainability.

Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México.

*Corresponding author: mcastelanl@chapingo.mx Tel: 5540695347, ORCID ID: 0000-0002-9587-7192

Date received: September 13, 2023 / Date accepted: March 04, 2024

Please cite this article as follows (APA 7): Castelán Lorenzo, M., Bastida Tapia, A. (2024). Assessment of the sustainability criteria for forest management in Amanalco de Becerra, State of Mexico. *Textual*, 83, 85–108.
doi: <https://doi.org/10.5154/r.textual/2023.83.04>

RESUMEN

El manejo forestal sustentable considera la gestión de los bosques para lograr uno o más objetivos específicos, como la producción continua de productos y servicios forestales, sin reducir sus valores inherentes y productividad futura, debiendo contemplar los sectores social, económico y ambiental al momento de aprovechar el bosque. Se visitó el bosque de ejidatarios en Amanalco de Becerra, Estado de México, con el objetivo de observar las prácticas forestales e identificar y documentar si cumplen con los principios de sustentabilidad fijados por la Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008 con fines de certificación. La metodología consistió en ubicar los predios bajo manejo y, con ayuda de los prestadores de servicios técnicos forestales, se realizó la inspección de las áreas de corta y prácticas de manejo, considerando los nueve criterios fijados por la norma. Como resultado se obtuvo que las áreas bajo manejo y aprovechamiento cumplen con los estándares de sustentabilidad fijados por los organismos certificadores en todo el proceso, en las etapas de planeación, elaboración y ejecución. De 11 ejidos con los que cuenta el municipio, siete cuentan con el certificado y los cuatro restantes están en proceso; sin embargo, también se incluyen limitaciones tecnológicas, diferencias de visión entre los miembros y falta de organización.

Palabras clave: Certificación, gestión forestal, método de manejo, sustentabilidad.



INTRODUCTION

Forests are part of our natural resources, including natural forest vegetation and vegetation induced by artificial plantations, the products and waste obtained from them, as well as forest land soils. Thus, forests include all biotic and abiotic components that can be obtained from the ecosystem complex, such as wood, firewood, resin, foliage, fruits, moss, forest soil, and rocks, among others.

In order to take advantage of and manage forests, the bases of forestry are used, guaranteeing an adequate and optimal use of the resource that, nowadays, must follow a sustainability approach. Forest management is a set of knowledge and techniques that allow regulating the growth and structure of a forest so that it is preserved over time with all its components, that is, both

INTRODUCCIÓN

Los bosques forman parte de los recursos naturales y, entre ellos, se encuentra la vegetación forestal natural y la vegetación inducida mediante plantaciones artificiales, los productos y residuos que de ellas se obtienen, así como los suelos de los terrenos forestales. Así, los bosques incluyen a todos los componentes bióticos y abióticos que pueden obtenerse del complejo ecosistémico, como madera, leña, resina, follaje, frutos, musgo, tierra de monte, rocas, entre otros.

Para poder aprovechar y manejar los bosques, se emplean las bases de la silvicultura, ello garantiza un adecuado y óptimo uso del recurso que, actualmente, debe contar con el enfoque de sustentabilidad. Siendo el manejo forestal un conjunto de conocimientos y técnicas que permiten regular el crecimiento y la estructura de un

biotic and abiotic. Thus, a well-managed forest generates the maximum possible number of environmental products and services permanently and in the long term. In the case of a native forest, through good forestry intervention, those trees are removed that impede the adequate growth of the future forest or those that, due to their shape or health, it is not beneficial for them to continue growing; most of these trees are used for firewood (Gadow et al. 2004; Barrón, 2021).

According to the definition of the term sustainability, forest management includes the utilization of resources that can be extracted from the forest, both timber and non-timber and even intangible ones, to benefit present generations, but without compromising the future benefits that the forest continuously produces without deteriorating it, with the rural communities that own the forest resource being key to management (UN, 1987; Merino et al. 1997). Sustainable forest management properly manages forests to achieve one or more specific management objectives with respect to the continuous production of forest products and services, without reducing their inherent values and future productivity, and without undesirable effects on the physical and social environment (Návar, n.d.; Santiago-García et al. 2020; ITTO, 2023).

On the other hand, a characteristic of good forest management is that a permanent tree cover is maintained, which allows the continuous supply of quality water, protects soils from erosion, maintains biological diversity, provides medicinal plants, fruits and edible mushrooms, and allows

bosque para que se conserve a través del tiempo con todos sus componentes, es decir, los bióticos y abióticos. Así, un bosque bien manejado genera el máximo de productos y servicios ambientales en forma permanente y en el largo plazo. En el caso de un bosque nativo, mediante una buena intervención forestal se extraen aquellos árboles que impiden un adecuado crecimiento del bosque futuro o los que, por forma o sanidad, no es conveniente que sigan creciendo, estos árboles en su mayor parte se destinan a leña (Gadow et al. 2004; Barrón, 2021).

De acuerdo con la definición del término sustentabilidad, el manejo forestal incluye la utilización de los recursos que se pueden extraer del bosque, tanto maderables como no maderables y aún los intangibles, para beneficiar a las generaciones presentes, pero sin comprometer los beneficios futuros que de manera continua produce el bosque sin deteriorarlo, siendo clave para el manejo, las comunidades rurales poseedoras del recurso forestal (ONU, 1987; Merino et al. 1997). El manejo forestal sustentable administra correctamente los bosques para lograr uno o más objetivos específicos de gestión con respecto a la producción continua de productos y servicios forestales, sin reducir sus valores inherentes y productividad futura, además, sin efectos indeseables en el entorno físico y social (Návar, s.f.; Santiago-García et al. 2020; ITTO, 2023).

Por otra parte, una característica del buen manejo de los bosques es que se mantiene una cubierta de árboles permanente, la cual permite el continuo abaste-

recreation and the development of other productive activities. Thus, every time trees are felled, they are replanted or simply left to grow naturally, which are the product of what in forestry is called natural regeneration (Aguirre, 2015).

The Mexican Civil Council for Sustainable Forestry (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, 2010) points out that forests and jungles with sustainable management, from an environmental perspective, have proven to increase the forest mass and recover degraded and deforested areas, as well as capture more carbon in the long term; and from a social perspective, they generate better living conditions and development for the communities that manage them, especially those that depend mostly on the forest through the sale of products derived from it (Hernández, et al. 2022).

Forest use in this region of the State of Mexico is governed by federal and state laws and official Mexican standards (Diario Oficial de la Federación, 2018), such as the General Law for Sustainable Forest Development (LGDFS) and its regulations, the General Law for Ecological Balance and Environmental Protection and its regulations, state ones such as the Code for Biodiversity of the State of Mexico and the Regional Ecological Planning Program for the Valle de Bravo-Amanalco Sub-basin, among others.

Thus, it is important to point out that an attempt has been made in Mexico to move towards sustainability (CONAFOR, 2017); therefore, it is necessary to document the

cimiento de agua de calidad, protege los suelos de la erosión, mantiene la diversidad biológica, brinda plantas medicinales, frutos y hongos comestibles, permite la recreación y el desarrollo de otras actividades productivas. De esta forma, cada vez que se cortan árboles, se vuelven a plantar o simplemente se dejan crecer de forma natural aquellos que son producto de lo que en silvicultura se denomina regeneración natural (Aguirre, 2015).

El Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (2010), señala que los bosques y selvas con un manejo sustentable, desde la perspectiva ambiental, han probado incrementar la masa forestal y recuperar áreas degradadas y deforestadas, así como capturar mayor cantidad de carbono en el largo plazo; y desde el enfoque social, generan mejores condiciones de vida y desarrollo para las comunidades que los manejan, sobre todo, los que dependen en su mayor parte del bosque a través de la venta de los productos derivados del mismo (Hernández, et al. 2022).

El aprovechamiento forestal en esta región del Estado de México está regido bajo las leyes federales, estatales y las normas oficiales mexicanas (Diario Oficial de la Federación, 2018), como por ejemplo, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento, estatales como el Código para la Biodiversidad del Estado de México y el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco, entre otras.

forest management systems of the ejidos and communities where harvesting is carried out under this approach, in order to take them as a reference and be able to apply it in those communities where the forest management scheme is still traditional. In this way, the main organizational problems that hinder or obstruct the correct use of the forest would be found. This paper describes the forest management activities in the municipality of Amanalco de Becerra, State of Mexico, in order to show how the principles of sustainability established by the Mexican certification standard are applied and how they are complied with in the forest harvesting stages.

METHODOLOGICAL APPROACH

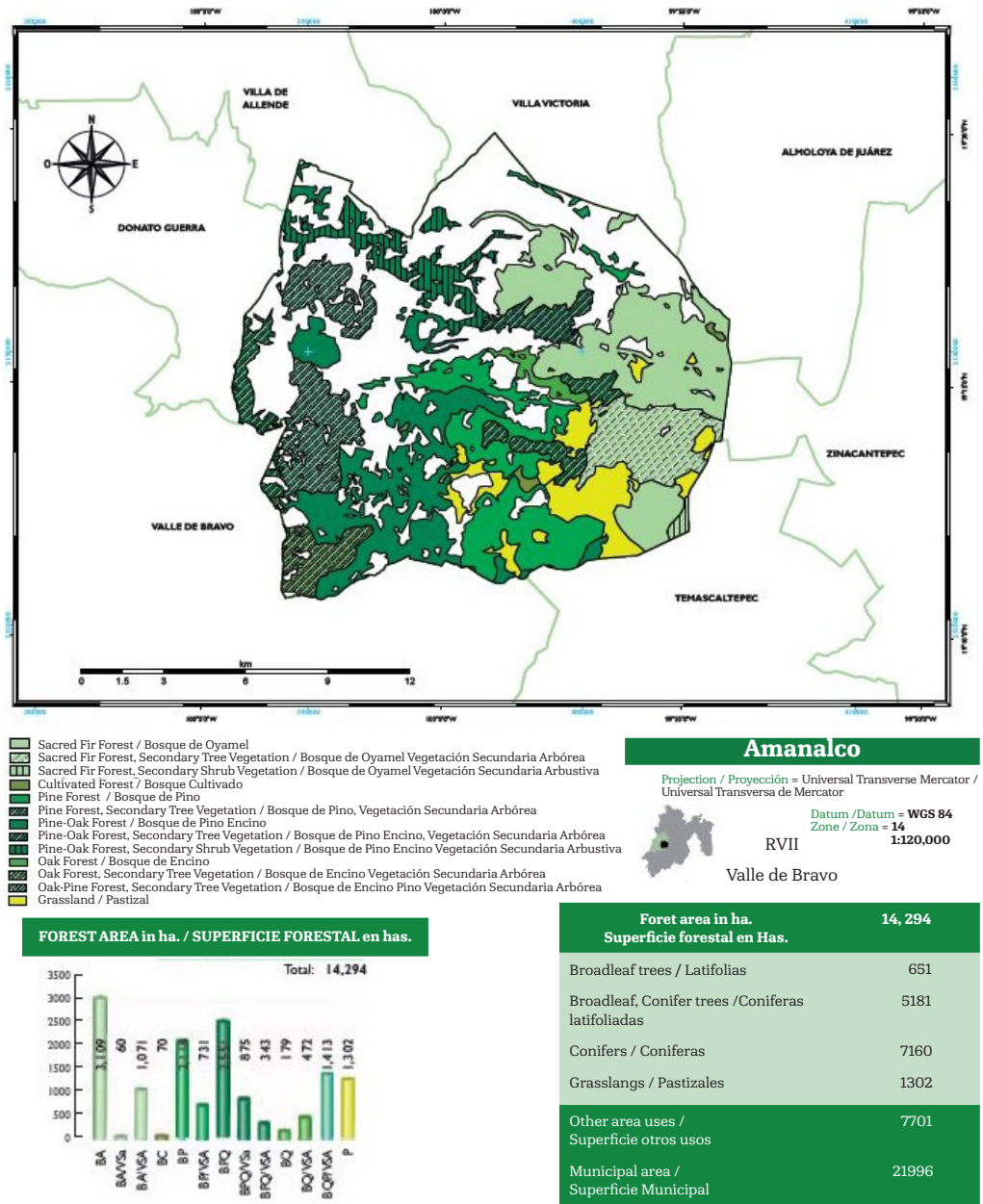
The forest under management belonging to the Union of Emiliano Zapata Ejidos (Unión de Ejidos Emiliano Zapata) of Amanalco de Becerra, located at 19° 15' NL and 100° 01' WL with an average elevation of 2 327 masl (INEGI, 2017), was visited (Figure 1). The Union is made up of 11 ejidos: Agua Bendita, Amanalco, Corral de Piedra, El Capulín, El Potrero, Rincón de Guadalupe, San Bartolo, San Jerónimo, San Juan, San Lucas and San Miguel Tenex-tepec with a total of 1 600 ejidatarios. The region has a C(w) temperate sub-humid climate with rainfall in summer. The average annual temperature is 13.4 °C, with a maximum of 29.7 °C and a minimum of 0.5 °C. The frost season is from November to April. The average rainfall is 1 155.9 millimeters; in winter there are severe frosts and in the rainy season, heavy hailstorms and winds blowing from

De esta manera, es importante señalar que en México se ha intentado transitar a la sustentabilidad (CONAFOR, 2017) por ello, es necesario documentar el manejo forestal de los ejidos y comunidades donde se realiza el aprovechamiento bajo este enfoque, para tomarlos como referente y poder aplicarlo en aquellas comunidades donde aún el esquema de manejo de sus bosques es de tipo tradicional. Con ello, se encontrarían los problemas de tipo organizacional principalmente, que detienen u obstruyen el aprovechamiento correcto del bosque. De ello se deriva el presente trabajo que describe las actividades de manejo forestal en el municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México, con el fin de dar a conocer cómo se insertan los principios de sustentabilidad fijados por la norma mexicana en materia de certificación y el cumplimiento de estos en las etapas de aprovechamiento del bosque.

ENFOQUE METODOLÓGICO

Se visitó el bosque bajo manejo perteneciente a la Unión de Ejidos Emiliano Zapata de Amanalco de Becerra, ubicada en los 19° 15' LN y 100° 01' LO con una altitud media de 2 327 msnm (INEGI, 2017) (Figura 1). La Unión se constituye de 11 ejidos: Agua Bendita, Amanalco, Corral de Piedra, El Capulín, El Potrero, Rincón de Guadalupe, San Bartolo, San Jerónimo, San Juan, San Lucas y San Miguel Tenex-tepec con un total de 1 600 ejidatarios. El clima presente es del tipo C(w), templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 13.4 °C, con una máxima de 29.7 °C y una mínima de 0.5 °C. La temporada de heladas se registra de no-

Figure 1. Location of the municipality of Amanalco de Becerra, State of Mexico. Source: INEGI (2017).
Figura 1. Localización del municipio de Amanalco de Becerra, Edo. de México. Fuente: INEGI (2017).



west to east, and in February and March from the south; in winter there are some snowfalls.

The municipality of Amanalco was chosen because it has key forests for the provision of water resources that supply dams located downstream such as in Valle de Bravo, which together make up the Cutzamala water system that supplies 30 % of Mexico City's water, according to forest hydrology specialist Alejandro Sánchez Vélez (Fronteras de la Ciencia, 2023). Sustainable forest management can be characterized and evaluated through principles, criteria and indicators, depending on the type of ecosystem in question, scale of management and products harvested. This has given rise to forest certification, which is a process that evaluates management performance to ensure that forest products take into account standards that are environmentally appropriate, economically viable and socially beneficial (Watts et al., 2012). Thus, the criteria and standards taken into account to characterize forest management in Amanalco de Becerra were those established for Mexico by Mexican Standard NMX-AA-143-SCFI-2008 for the certification of sustainable forest management, updated as NMX-AA-143-SCFI-2015, but maintaining the same principles (Secretaría de Economía, 2008).

In order to identify the insertion of the criteria in forestry activities, a tour was conducted with the staff of the Forestry Technical Services Consulting Firm (Consultora de Servicios Técnicos Forestales), with the support of the Ejidal Commissariat and the forestry professionals in charge

viembre a abril. La precipitación pluvial promedio es de 1 155.9 milímetros; en invierno se originan heladas muy intensas y en época de lluvias fuertes granizadas y vientos que soplan de occidente a oriente, y en febrero y marzo los del sur; en invierno se registran algunas nevadas.

Se eligió el municipio de Amanalco por contar con bosques clave para la provisión de recursos hídricos que abastecen de agua a las presas ubicadas aguas abajo como en Valle de Bravo, que en conjunto conforman el sistema de aguas denominado Cutzamala que provee de agua a la ciudad de México en un 30 %, según el especialista en hidrología forestal Alejandro Sánchez Vélez (Fronteras de la Ciencia, 2023). El manejo sustentable del bosque puede ser caracterizado y evaluado a través de principios, criterios e indicadores, según el tipo de ecosistema que se trate, escala de manejo y productos aprovechados, esto ha dado origen a la certificación forestal, que constituye un proceso que evalúa el desempeño del manejo, para garantizar que los productos que provienen del bosque tomen en cuenta estándares que sean: ambientalmente adecuados, económicamente viables y socialmente benéficos (Watts et al., 2012). De esta manera, los criterios y estándares que se tomaron en cuenta para caracterizar el manejo forestal en Amanalco de Becerra fueron los establecidos para México por la Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008 para la certificación del manejo sustentable de bosques, actualizada como NMX-AA-143-SCFI-2015, pero manteniendo los mismos principios (Secretaría de Economía, 2008).

of carrying out the harvesting, who provided information on silvicultural management, inspections and organization. During the tour, the access roads, logging areas, reforestations, species used and, mainly, the silvicultural method employed were identified. Data recording forms, a Sunto clinometer, diametric tape and a camera were used as materials. The information provided by the staff was verified and put in a form that considered the principles of the following standards:

1. The forest company or property is legally constituted.
2. The forest company or property has an administrative component and records of inputs and outputs of forest raw materials.
3. The forest company or property shows a commitment to the conservation of the forest ecosystem and maintains its conduct in accordance with current regulations.
4. The forest company or property observes the regulations and takes actions to prevent and mitigate adverse effects caused by forest harvesting.
5. The forest company or property keeps records and applies procedures that ensure the verification of volumes and the legal origin of the forest raw material.
6. The forest company or property provides workers with adequate working conditions.

Para poder identificar la inserción de los criterios en las actividades forestales, se realizó un recorrido con el personal de la Consultora de Servicios Técnicos Forestales, con el apoyo del Comisariado Ejidal y los profesionales forestales encargados de realizar los aprovechamientos, quienes proporcionaron información sobre el manejo silvícola, inspecciones y de organización. En el recorrido, se ubicaron los caminos de acceso, la superficie de las áreas de corta, las reforestaciones, especies empleadas y, principalmente el método silvícola empleado. Como materiales se usaron formatos de registro de datos, clinómetro Sunto, cinta diamétrica y cámara fotográfica. La información que proporcionó el personal fue contrastada e insertada en un formato que contempló los principios de las normas siguientes:

1. La empresa o predio forestal está legalmente constituida.
2. La empresa o predio forestal cuenta con una administración y archivos de registros de entradas y salidas de materias primas forestales.
3. La empresa o predio forestal muestra un compromiso a favor de la conservación del ecosistema forestal y mantiene una conducta apegada a la normatividad vigente.
4. La empresa o predio forestal observa la normatividad y realiza acciones para prevenir y mitigar efectos adversos ocasionados por el aprovechamiento forestal.

7. The forest company or property maintains respectful and cooperative relationships with local communities within, or adjacent to, the property under forest management, which contribute to the sustainable management of the forest resource.
 8. The forest company or property has established a procedure for monitoring and evaluating impacts on vegetation, fauna, water quality and soil.
 9. The forest company or property incorporates socioeconomic aspects that contribute to the sustainable management of the forest resource.
5. La empresa o predio forestal lleva registros y aplica procedimientos que aseguran la verificación de volúmenes y de la legal procedencia de la materia prima forestal.
 6. La empresa o predio forestal proporciona condiciones laborales adecuadas a los trabajadores.
 7. La empresa o predio forestal mantiene relaciones de respeto y cooperación con las comunidades locales dentro de, o adyacentes al predio bajo manejo forestal, que coadyuvan con el manejo sustentable del recurso forestal.
 8. La empresa o predio forestal tiene establecido un procedimiento de monitoreo y evaluación de los impactos a la vegetación, fauna, calidad del agua y el suelo.
 9. La empresa o predio forestal incorpora aspectos socioeconómicos que coadyuvan con el manejo sustentable del recurso forestal.

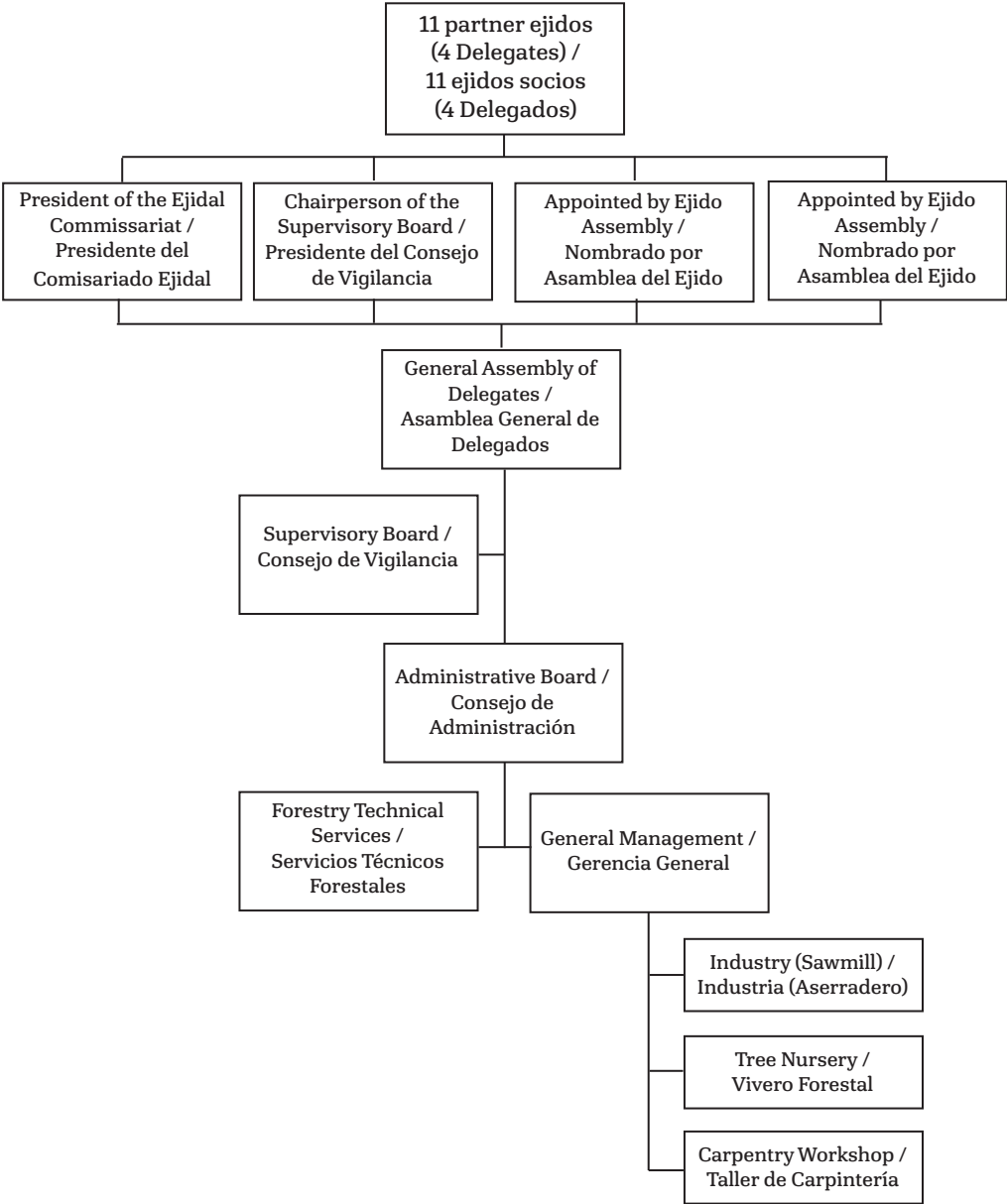
These nine criteria were taken as a reference to evaluate the forest harvesting and thus indicate whether it is sustainable according to the principles of the standard. The analysis of the information was qualitative; the intention was never to quantify, but rather to select key informants who could help document forest management, who have specific knowledge about the community through participant observation.

RESULTS AND DISCUSSION

The ejido organization serves as the guiding body for managing both natural resource harvesting and conservation projects with government agencies and non-governmental organizations. Its organizational chart is shown in Figure 2. In Amanalco de Becerra, forest management has four main objectives: harvesting (social and economic development),

Estos nueve criterios se tomaron como referente para poder evaluar el aprovechamiento forestal y con ello indicar si es sustentable de acuerdo con los principios de la norma. El análisis de la información fue de tipo cualitativo, la intención nunca fue cuantificar, sino más bien elegir a los informantes clave que pudiesen ayudar a documentar el manejo del bosque, que son quienes tienen conocimientos específicos sobre la comunidad a través de la observación participante.

Figure 2. Operational organization chart of the Union of Emiliano Zapata Ejidos.
Figura 2. Organigrama operativo de la Unión de Ejidos Emiliano Zapata.



conservation (the impact generated by harvesting should be as low as possible so as not to damage the environment), restoration (to recover areas that show erosion and are not harvested) and protection (to prevent the appearance and spread of pests and diseases).

The first two points of NMX-AA-143-SCFI-2008 are established in official documents of the forest company. Through ejido assemblies, they decide who controls and records the inputs and outputs of forest products. In addition, the legal constitution of the company allows access to all federal and state inspections to verify the legal origin of the timber products. Points three and four adhere to current regulations on sustainable forest harvesting and are considered in the legal aspects. In this sense, the commitment and responsibility to conserve the forest while also harvesting it is instilled in all ejidatarios and workers.

Criteria seven, eight and nine are observed in the forest harvesting process; the forest resource is conserved, all the community's inhabitants are taken into account and wildlife is respected. But mainly the water resource is conserved, as indicated in point eight, which is key to the sustainability of the environmental service called hydrological service (Carrasquilla, n.d.). It has a forested area of 17 000 hectares, which contributes to the formation of more than 400 springs that supply the Valle de Bravo dam and, in turn, the Cutzamala system, which provides 30 % of the drinking water to Mexico City and the surrounding metropolitan

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La organización ejidal funciona como eje rector para realizar las gestiones de proyectos tanto de aprovechamiento como de conservación de los recursos naturales ante dependencias de gobierno y organizaciones no gubernamentales. Su organigrama está conformado como se muestra en la Figura 2. En Amanalco de Becerra, el manejo forestal tiene cuatro objetivos principales: aprovechamiento (desarrollo social y económico), conservación (el impacto generado por el aprovechamiento debe ser lo menor posible para no dañar el ambiente), restauración (recuperar áreas que presentan erosión y no son aprovechadas) y protección (prevenir la aparición y dispersión de plagas y enfermedades).

Los primeros dos puntos de la NMX-AA-143-SCFI-2008 están asentados en documentos oficiales de la empresa forestal. A través de asambleas ejidales, deciden quien lleva el control y registro de las entradas y salidas de los productos derivados del bosque, además la constitución legal de la empresa permite dar acceso a toda inspección federal o estatal que tenga como fin verificar la procedencia legal de la madera. Los puntos tres y cuatro están apegados a la normatividad vigente en materia de aprovechamiento forestal sustentable y se consideran en los aspectos legales. En este sentido, el compromiso y responsabilidad de conservar el bosque a la vez que aprovecharlo, es inculcado en todos los ejidatarios y trabajadores.

Los criterios siete, ocho y nueve se observan en el proceso de aprovecha-

area. The silvicultural method used is key, since according to Hernández-Díaz et al. (2008), the MMOBI (Mexican Irregular Forest Management Method) has the least negative impact on the soil and residual forest after harvesting.

FOREST HARVESTING METHOD USED

The MMOBI consists of maintaining non-coeval forest masses, that is, not altering the differences in age and species of the forested areas. Extraction is carried out under the high forest method with the selection treatment that consists of maintaining the irregularity in the vertical and horizontal structures of the natural forest, thus allowing the forest to be composed of trees of all ages, diameters and heights mixed (Figure 3). Afterwards, a selection is applied to determine the trees to be extracted, prioritizing old, deformed, plagued, or diseased individuals, or those with any undesirable characteristics, but benefiting the different existing organisms (Aus and Sáenz, 1992). It is a variant of the Mexican Forest Management Method based on the application of selection felling that modifies the forest structure (Guerra, et al., 2007).

According to what was observed, measured and documented, the Forest Management Plan consists of three stages:

1. Planning: At this stage, the analysis of the area that can be harvested is carried out, that is, the areas to be cut are delimited and characterized by their homogeneous vegetation condition. The participation and willingness of the owners in this work mainly demand organization, since at this stage it

miento del bosque, se conserva el recurso forestal, se toman en cuenta a todos los habitantes de la comunidad y se respeta la vida silvestre. Pero principalmente se conserva el recurso agua, señalado en el punto ocho, siendo clave para la sustentabilidad del servicio ambiental denominado servicio hidrológico (Carrasquilla, s.f.). Cuenta con un área boscosa de 17 mil hectáreas, la cual contribuye a la formación de más de 400 manantiales, que abastecen a la presa de Valle de Bravo, y a su vez, el sistema Cutzamala que aporta un 30 % del agua potable a la Ciudad de México y área metropolitana. El método silvícola empleado es clave, puesto que según Hernández-Díaz et al. (2008), el MMOBI (Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares) es el que menos impacta negativamente en el suelo y en el bosque residual después del aprovechamiento.

MÉTODO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL EMPLEADO

El MMOBI, consiste en mantener las masas forestales incoetáneas, es decir, no alterar las diferencias de edad y especies de las áreas boscosas, la extracción se realiza bajo el método de monte alto con el tratamiento de selección que consiste en mantener la irregularidad en las estructuras vertical y horizontal del bosque natural; permitiendo así que el bosque esté compuesto por árboles de todas las edades, diámetros y alturas mezclados (Figura 3). Aplicando después una selección para determinar el arbolado a extraer priorizando a los individuos viejos, deformes plagados, enfermos o con cualquier característica no deseable, pero beneficiando a los diferentes organismos

Figure 3. Non-coeval stand of *Abies religiosa*, where only the MMOBI is applied, and trees of different diameter classes and heights can be observed.

Figura 3. Rodal incoetáneo de *Abies religiosa*, donde solo se aplica el MMOBI, pueden observarse árboles de diferentes clases diamétricas y alturas.



is a priority to identify the environmental impact of the properties to be harvested, but not only on the vegetation, but also on the entire ecosystem complex, soil, hydrology, flora and fauna. At this stage, it is determined whether the Management Plan is viable or if it requires modifications.

The forest inventory or measurement study is carried out to obtain data on average height, species, diameters, and volumes; this is done in sampling sites of

existentes (Aus & Sáenz, 1992). Es una variante del Método Mexicano de Ordenación de Montes que se basa en la aplicación de cortas de selección que modifica la estructura del bosque (Guerra, et al., 2007).

De acuerdo con lo observado, medido y documentado, el Plan de Manejo Forestal consta de tres etapas:

1. Planeación: En esta etapa se lleva a cabo el análisis del área que se puede aprove-

1,000 m². These data are then captured and analyzed to obtain averages and estimate sampling errors.

2. Preparation. Once the harvest has been planned and the forest inventory has been carried out, the next stage is the preparation of the harvesting plan, that is, the forest measurement information generated is processed to decide the annual cutting volume. The aspects that it contemplates are:

Volumetric stocks are obtained in terms of the amount of wood available per hectare (trees·ha⁻¹ and therefore m³·ha⁻¹).

The CAI (current annual increment) is determined (CAI·ha⁻¹), which refers to the increase in volume per year.

The volume to be harvested per hectare is calculated and regulated by the 10-year cutting cycle.

Activities to be carried out before, during and after harvesting are agreed upon, such as the induction of natural regeneration, reforestation, fire protection measures, and environmental impact mitigation strategies.

The Forest Management Program (FMP), the GIS (Geographic Information System) and the EIA (Environmental Impact Assessment) are documented.

The FMP authorization process is carried out after review, field verification and approval by SEMARNAT and PRO-BOSQUE. The steps are as follows:

char, es decir, se realiza la rodalización de las áreas de corta, delimitándolas por su condición de vegetación homogénea, la participación y disposición de los propietarios en esta labor demanda principalmente organización, ya que en esta etapa es prioritaria la identificación del impacto ambiental de los predios para aprovechar, pero no solo en la vegetación, sino también en todo el complejo ecosistémico, suelo, hidrología, flora y fauna. En esta etapa se determina si el Plan de Manejo es viable o si requiere modificaciones.

Se realiza el inventario forestal o estudio dasométrico para obtener datos de altura promedio, especies, diámetros, volúmenes; esto se realiza en sitios de muestreo de 1 000 m². Posteriormente estos datos son capturados y analizados para obtener promedios y estimar errores en el muestreo.

2. Elaboración. Una vez que se ha planeado el aprovechamiento, y se ha realizado el inventario forestal, la siguiente etapa es la elaboración del plan de aprovechamiento, es decir, se procesa la información dasométrica generada para decidir el volumen de corta anual. Los aspectos que contempla son:

Se obtienen las existencias volumétricas en cuanto a cantidad de madera disponible por hectárea (árboles·ha⁻¹ y por consiguiente los m³·ha⁻¹).

Se determina el ICA (incremento corriente anual) (ICA·ha⁻¹), que se refiere al incremento de volumen por año.

1. The Ejido Assembly approves forest harvesting.
2. The EIA is submitted to SEMARNAT for approval.
3. SEMARNAT evaluates and verifies in the field and, if necessary, makes observations.
4. The National Commission of Protected Natural Areas (CONANP) issues approval after review and field verification of the EIA.
5. SEMARNAT issues the EIA authorization.
6. The FMP is submitted to PROBOSQUE for approval.
7. PROBOSQUE evaluates and verifies in the field and, if necessary, makes observations.
8. PROBOSQUE issues the authorization for the execution of the FMP.

3. Execution The previously programmed activities are carried out and forest harvesting begins. This stage requires the commitment of the ejidatarios during the entire time the forest is being cut. The Union de Ejidos' forest area is divided into 10 logging areas. The cutting cycle in this region is 10 years, which means that the harvested area will not be cut again until 10 years later, which is the time needed for natural regeneration to be promoted and grow. The first thinning is part of the preparatory activities carried out at the

Se calcula el volumen a extraer por hectárea, que se regula por el ciclo de corta de 10 años.

Se acuerdan las actividades a realizar antes, durante y después del aprovechamiento como, por ejemplo, la inducción de la regeneración natural, reforestación, medidas de protección contra incendios, estrategias de mitigación de impactos al ambiente.

Se realiza la documentación del Programa de Manejo Forestal (PMF), el SIG (Sistema de Información Geográfica) y MIA (Manifestación del Impacto Ambiental).

Se lleva a cabo el proceso de autorización del PMF, previa revisión, verificación en campo y aprobación de la SEMARNAT y PROBOSQUE. Los pasos son los siguientes:

1. La Asamblea Ejidal aprueba la realización del aprovechamiento forestal.
2. La MIA se presenta a la SEMARNAT para su aprobación.
3. La SEMARNAT evalúa y verifica en campo y, en su caso, realiza observaciones.
4. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) emite el visto bueno previa revisión y verificación de campo de la MIA.
5. La SEMARNAT emite la autorización de la MIA.
6. Se presenta a PROBOSQUE el PMF para su aprobación.

beginning of each year mainly to prevent surface forest fires.

The FMP's tasks are divided into two parts, one carried out by the forest owners and the other by the forestry technicians, with the owners being the ones who directly intervene in the forest with *chaponeos* (removal of herbaceous forest plants), pruning, reforestation, thinning and forest harvesting activities (felling, extraction, transport of products, cleaning of the cutting area, and carrying out activities to mitigate environmental impacts). On the other hand, the work of forestry technicians is training, technical assistance, supervision and management work, which can be broken down as follows:

- Selection and marking of trees to be felled.
- Processing of forestry permits.
- Preparation of annual reports.
- Supervision of environmental mitigation activities.

This section includes point five of the standard regarding the forestry permit process that must be carried out, which, as such, all timber from forests whose company has been legally constituted is required to comply with.

In terms of wildlife, the forest, mostly made up of sacred fir (*Abies religiosa*), has the following mammals and birds: wildcat (*Lynx rufus*), skunk (*Mephitis macroura*), raccoon (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), squirrels (*Sciurus vulgaris*), birds such as the raven (*Corvus corax*), hawk or falcon (*Accipiter nisus*) and the Mexican vulture (*Coragyps atratus*).

7. PROBOSQUE evalúa y verifica en campo y, en su caso, realiza observaciones.

8. PROBOSQUE emite la autorización para la ejecución del PMF.

3. Ejecución. Se realizan las actividades programadas previamente y comienza el aprovechamiento forestal. Esta etapa demanda del trabajo comprometido de los ejidatarios durante todo el tiempo que dure la corta del bosque. El área forestal de la Unión de Ejidos se divide en 10 áreas de aprovechamiento. El ciclo de corta en esta región es de 10 años, esto quiere decir que el área aprovechada no se volverá a cortar sino hasta 10 años después, tiempo necesario para que se promueva y crezca la regeneración natural. El primer aclareo forma parte de las actividades preparatorias que se hacen al inicio de cada año para evitar los incendios forestales superficiales principalmente.

Las labores del PMF se dividen en dos, una ejecutada por los propietarios del bosque y otra por los técnicos forestales, siendo los propietarios quienes intervienen directamente el bosque con chaponeos, podas, reforestación, aclareos y las actividades del aprovechamiento forestal (derribo, extracción, transporte de productos, limpia del área de corta, realización de actividades de mitigación de impactos ambientales). Por otra parte, el trabajo de los técnicos forestales es la capacitación, asistencia técnica, supervisión, así como los trabajos de gestión que se pueden desglosar de la siguiente manera:

- Selección y marcaje de los árboles a derribar.
- Trámite de remisiones forestales.

Measures necessary for their protection are included under the Wildlife Law, as indicated in criterion eight.

CULTURAL WORK BY EJIDATARIOS IN THE FOREST

Amanalco de Becerra is of great environmental importance, as it is located in the upper part of the Valle de Bravo watershed, in addition to having a large forest mass, making the forests of this place one of the main sources of water catchment, both vertical and horizontal, contributing to the regulation of the hydrological cycle; therefore, as part of sustainable management, they receive support from the National Forestry Commission in the form of payment for forest hydrological services (CONAFOR, 2015) (Figure 4). This privileged position carries with it the great responsibility of maintaining the large forest mass, since it prevents soil erosion and, therefore, helps reduce the generation of sediment from the lake. To this end, the ejido union takes care of its forests through various community activities, with the ejidatarios themselves as the main workforce, as is regulated in their internal code.

The activities they carry out and their descriptions are as follows:

1. **Chaponeo.** This consists of eliminating the herbaceous forest population in order to favor natural regeneration, in addition to carrying out a small amount of soil removal.
2. **Natural reforestation.** This activity consists of leaving the forest to regenerate on its own after timber harvesting.

- Elaboración de los informes anuales.
- Supervisión de las actividades de mitigación de aspectos ambientales.

En este apartado se incluye el punto cinco de la norma respecto a las remisiones forestales que se deben llevar que, como tal, toda madera proveniente de bosques cuya empresa se ha constituido legalmente, está obligada a cumplir.

En cuanto a fauna silvestre, el bosque mayormente conformado por oyamel (*Abies religiosa*), cuenta con los siguientes mamíferos y aves: gato montés (*Felis silvestris*), zorrillo (*Mephitis macroura*), mapache (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), ardillas (*Sciurus vulgaris*), aves como el cuervo (*Corvus corax*), gavilán o halcón (*Accipiter nisus*) y zopilote (*Coragyps atratus*). Por ello, se consideran las medidas necesarias para su protección por la Ley de Vida Silvestre, señaladas en el criterio ocho.

LABORES CULTURALES DE LOS EJIDATARIOS EN EL BOSQUE

Amanalco de Becerra tiene una importancia ambiental de gran relevancia, ya que se localiza en la parte alta de la cuenca de Valle de Bravo, además de contar con una gran masa forestal, haciendo que los bosques de este lugar sean una de las fuentes principales de captación, de agua tanto vertical como horizontal, contribuyendo a regular el ciclo hidrológico, por ello, como parte del manejo sustentable, reciben apoyo por la Comisión Nacional Forestal en la modalidad de pago por servicios hidrológicos forestales (CONAFOR,

Figure 4. Payment for hydrological environmental services in the San Bartolo Amanalco ejido.
Figura 4. Pago por servicios ambientales hidrológicos en el ejido San Bartolo Amanalco.



3. Complementary (induced) reforestation. This consists of aiding natural reforestation, since it may be diminished by some external factor.

4. Seed collection. This practice is very important for the use of the forest since this is where all the seed that will be used in the nurseries is obtained to produce plants to reforest the areas that require a change from agricultural to forestry land use.

5. Maintenance of firebreaks. This consists of cleaning the breaks or gaps of waste or residues from harvesting and thereby avoiding the presence of potential fuels.

2015) (Figura 4). Esta posición privilegiada conlleva la gran responsabilidad de mantener la gran masa forestal, ya que ésta evita la erosión del suelo y, por ende, ayudar a la menor generación de sedimentos del lago. Para esto, la unión ejidal se encarga del cuidado de sus bosques a base de diversas actividades comunitarias, teniendo como fuerza principal de trabajo a los ejidatarios mismos, ya que está reglamentado en su código interno.

Las actividades que realizan y su descripción son:

1. Chaponeo. Consiste en eliminar la población herbácea de bosque para que se

Point six of NMX-AA-143-SCFI-2008 is included in this section because all workers are treated equally and with respect, and the ejidal assembly itself provides the appropriate work equipment for each activity. Forest harvesting in Amanalco has contributed economically, socially and ecologically to the recovery of the forest by reforesting areas that were not being harvested; the CAI has increased, as has the quality of the roundwood. This work has allowed them to obtain different types of national and international certifications.

In the last 12 years, approximately 830 ha of forest have been recovered, of which 580 ha were through reforestation, along with 180 ha of timber plantations and 70 ha of Christmas tree plantations. There has been an increase in forest production in terms of CAI, which was $4.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (20 years ago) and now stands at $5.3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ according to forestry technical service providers.

Of the 11 ejidos, three have been nationally certified by the FSC-RA (Forest Stewardship Council-Rainforest Alliance) and one is in the process of being certified. Four have been nationally certified by ANCE (Asociación de Normalización y Certificación A. C.) and three more are in the process of being certified. The most important characteristics of sustainable harvesting that certification takes into account are as follows:

1. Environmentally sustainable: This guarantees the conservation of the forest cover, attending to pests and diseases in a timely manner, preventing and fighting forest fires, and improving the quality of

favorezca la regeneración natural, además de hacer una pequeña remoción de suelo.

2. Reforestación natural. Esta actividad consiste en dejar que el bosque se regenere solo después de un aprovechamiento maderable.

3. Reforestación complementaria (inducida). Consiste en ayudar a la reforestación natural, ya que esta puede estar mermada por algún factor externo.

4. Recolección de semilla. Esta práctica tiene mucha importancia para el aprovechamiento del bosque ya que aquí es donde se obtiene toda la semilla que se utilizará en los viveros y así producir planta para reforestar las zonas que requieran hacer el cambio de uso de suelo agrícola a forestal.

5. Mantenimiento de las brechas corta fuegos. Consiste en limpiar las brechas de los desechos o residuos del aprovechamiento y con ello evitar la presencia de combustibles potenciales.

En este apartado se inserta el punto seis de la NMX-AA-143-SCFI-2008, en vista de que todos los trabajadores son considerados en igualdad y respeto, además, la misma asamblea ejidal proporciona el equipo de trabajo adecuado para cada actividad. El aprovechamiento forestal en Amanalco ha contribuido económica, social y ecológicamente con la recuperación del bosque mediante reforestación de áreas que no eran aprovechadas, el ICA aumentó, así como la calidad de la madera en rollo. Este trabajo les ha permitido ob-

environmental services. One of the strategies used is to monitor the trees, with frequent inspections, and when plagued or diseased trees are detected, sanitation cuts are carried out and the remains are burned to prevent the spread of the harmful agent. Of the forested area, 1 800 ha are earmarked for conservation, supported by the category of hydrological environmental services.

2. Economically sustainable: This guarantees the conservation of the forest resource for the sustenance of future generations, generating jobs and stimulating the local and regional economy. In this regard, the MMOBI allows thinning to be carried out in the stands so that timber production is continuous; thinning allows improving the growth and development in diameter and height of the residual forest. Of the 8 000 forested ha, 6 200 ha are under sustainable forest management supported by CONAFOR.

3. Socially sustainable: This involves promoting the active organization of forest owners for the comprehensive management of natural resources, generating human capital and stimulating investment in works of social benefit. When the ejido union was created in 1981, their mission as ejidatarios was to manage and use the forest themselves. Thus, they have maintained their original idea and currently have their own sawmill, carpentry workshop, and Christmas tree planting and marketing business, all of which generates jobs, in addition to having their own personnel specialized in field work such as chainsaw operators in charge of felling (loggers), cut-

tener diferentes tipos de certificaciones, de carácter nacional e internacional.

En los últimos 12 años se han recuperado aproximadamente 830 ha de bosque; de las cuales 580 ha fue a través de reforestación, 180 ha de plantaciones con fines maderables y 70 ha en plantaciones de árboles de navidad. Hay un incremento en la producción del bosque en cuanto al ICA que era de $4.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (hace 20 años) y a la fecha es de $5.3 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ según los prestadores de servicios técnicos forestales.

De los 11 ejidos: tres cuentan con una certificación nacional otorgada por el FSC-RA (Forest Stewardship Council- Rainforest Alliance) y uno más está en proceso. Cuatro cuentan con certificación nacional otorgada por ANCE (Asociación de Normalización y Certificación A. C.) y tres más están en proceso. Las características del aprovechamiento sustentable que más sobresalen y que toma en cuenta la certificación son:

1. Sustentable ambientalmente: Garantiza la conservación de la cubierta forestal, atendiendo de manera oportuna plagas y enfermedades, previniendo y combatiendo incendios forestales; mejorando la calidad de los servicios ambientales. Una de las estrategias que emplean es monitorear el arbolado, con inspecciones frecuentes y cuando detectan árboles plagados o enfermos realizan las cortas de saneamiento, quemando los restos para evitar la propagación del agente dañino. De la superficie boscosa, 1 800 ha están destinadas a la conservación apoyadas por el rubro de servicios ambientales hidrológicos.

ters, truck drivers, fire brigades, and nursery workers, among others.

According to what has been observed and documented, forest management in Amanalco de Becerra can be considered within sustainability standards; however, according to Aguirre (2015), it should be recognized that the planning and decision-making processes are often hindered by internal challenges in an organization, which obviously will not meet all the established criteria, as noted by Cano et al. (2007), in the evaluation of the temperate forests of Coahuila, who used 15 sustainability indicators based on ecological, economic and social criteria, which were, in turn, based on indicators from three agencies: eight from the Montreal process, four from the Chihuahua Group and three from the National Center for Forest Research (CIFOR-NA). In any case, it is worth noting that certification is a voluntary initiative of forest owners that allows them to access different types of support; the FSC international certificate is a seal that guarantees that the wood comes from forests where proper management of the ecosystem is carried out (Hernández, 2020).

CONCLUSIONS

The results obtained by the forest owners since the founding of the Union de Ejidos have been of great help for the recovery and permanence of the forest resource, since they have increased the quality and quantity of roundwood production in the managed stands. This has been possible because they have strictly adhered to

2. Sustentable económicamente: Esta garantiza la conservación del recurso forestal para el sustento de las generaciones futuras, generando empleos y estimulando la economía local y regional. Al respecto, el MMOBI permite realizar aclareos en los rodales de tal manera que la producción maderable sea continua, los aclareos permiten mejorar el crecimiento y desarrollo en diámetro y altura del bosque residual. De las 8 mil ha boscosas, 6 200 se encuentran bajo manejo forestal sustentable apoyadas por la CONAFOR.

3. Sustentable socialmente: Promoviendo la organización activa de los dueños del bosque para el manejo integral de los recursos naturales, generando capital humano y estimulando la inversión en obras de beneficio social. Cuando se creó la unión ejidal en 1981, su misión como ejidatarios fue administrar y aprovechar ellos mismos el bosque, así, han mantenido su idea original y actualmente cuentan con su propio aserradero, taller de carpintería, plantación y comercialización de árboles de navidad, que permite generar empleos, además de contar con su propio personal especializado en trabajo en campo como motosierristas encargados del derribo, troceadores, operadores de camiones, brigadistas contra incendios, viveristas, entre otros.

De acuerdo con lo observado y documentado, el manejo forestal en Amanalco de Becerra, se puede considerar dentro de los estándares de la sustentabilidad, sin embargo, de acuerdo con Aguirre (2015) debe reconocerse que los procesos de planeación y toma de decisiones se ven

what is authorized by the forest management program, which only allows an annual cutting volume.

During logging, the forest owners are responsible for felling the trees marked by the technician, cleaning the cutting area, extracting the product, transporting the products, and carrying out activities to mitigate environmental impacts. It is the forest owners themselves who are in charge of the entire production process, from planning, preparation and execution, which helps them identify and solve some technical and organizational problems.

Forest management in Amanalco de Becerra, State of Mexico, meets the criteria established by NMX-AA-143-SCFI-2008. The owners conserve the forest, but still harvest it continuously and benefit from the services derived from it.

End of English version

REFERENCES / REFERENCIAS

- Aguirre C. O. A. (2015). Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y Bosques* 21, 17-28. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea2.pdf>
- Aus, R., & Sáenz G. (1992). Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Bib. Orton. IICA / CATIE.
- Barrón, S. J. A. (2021). Biodiversidad y manejo forestal en la Sierra Norte de Puebla. *Elementos* (123), 45-49. <https://>

frecuentemente obstaculizados por retos internos en una organización, que obviamente no se cumplirán todos los criterios establecidos, tal y como lo señalan Cano et al. (2007) en la evaluación de los bosques templados de Coahuila, quienes emplearon 15 indicadores de sustentabilidad ubicados en criterios ecológicos, económicos y sociales, mismos que se basaron en los indicadores de tres dependencias: ocho del proceso de Montreal, cuatro del Grupo Chihuahua y tres del Centro Nacional para la Investigación Forestal (CIFOR-NA). De cualquier manera, es meritorio señalar que la certificación es una iniciativa voluntaria de los poseedores del bosque que les permite acceder a distintos apoyos, el certificado internacional de la FSC es un sello que garantiza que la madera proviene de bosques en donde se realiza un manejo responsable del ecosistema (Hernández, 2020).

CONCLUSIONES

Los resultados que los poseedores del bosque han obtenido desde que se fundó la Unión de Ejidos, han sido de gran ayuda para la recuperación y permanencia del recurso forestal, puesto que ha incrementado la calidad y cantidad de la producción de madera en rollo en los rodales bajo manejo. Esto ha sido posible porque se han ajustado estrictamente a lo que autoriza el programa de manejo forestal, que solo permite un volumen de corta anual.

Durante el aprovechamiento forestal los propietarios del bosque se encargan del derribo de los árboles que el técnico marque, limpia del área de corta, extrac-

- elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000006072.pdf
- Cano, P. A., Martínez, B. O. U., Martínez, S. M., & Quiñonez, C. A. (2007). Criterios e indicadores para evaluar el uso y manejo sustentable de bosques templados en Coahuila. INIFAP. Pub. Esp. No. 12. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/185.pdf>
- Carrasquilla, O. (s.f.). Bosques para el agua. Integración del manejo forestal sostenible y el manejo de recursos hídricos. Banco de Desarrollo de América Latina. <https://n9.cl/14dgl6>
- CONAFOR. (2015). Cuenca de abasto forestal Amanalco. <https://n9.cl/x50ln>
- CONAFOR. (2017). Promueve CONAFOR y Michoacán consumo de madera certificada. <https://n9.cl/g3948>
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. (2010). El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: las comunidades nos muestran el camino. <https://n9.cl/tnmkz>
- Diario Oficial de la Federación. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf>
- Fronteras de la ciencia. (2023). 620 AM.
- Gadow, K. V., Sánchez, O. S., & Aguirre, C. O. A. (2004). Manejo forestal con bases científicas. Madera y Bosques 10(2), 3-16. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61710201.pdf>
- Guerra, C. V., Carrillo, A. F., Acosta, M. M., Islas, G. F., Flores, A. E., Mallén, R. C., & Buendía, R. E. (2007). El manejo forestal en el Estado de Tlaxcala: una revisión del desarrollo de la silvicultura. Folleto técnico no. 25. INIFAP.
- Hernández-Díaz, J. C., Corral-Rivas, J. J., Quiñones-Chávez, A., Bacon-Sobbe, J. R., &

ción del producto, transporte de los productos y la realización de actividades de mitigación de impactos ambientales. Son los dueños del bosque quienes se encargan de todo el proceso de producción, desde la planeación, elaboración y ejecución, lo que les ayuda a identificar y solucionar algunos problemas tanto técnicos como de organización.

El manejo forestal en Amanalco de Berra, Estado de México cumple con los criterios que establece la NMX-AA-143-SCFI-2008, conservan el bosque, pero igual lo aprovechan de manera continua y se benefician de los servicios derivados del mismo.

Fin de la versión en español

- Vargas-Larreta, B. (2008). Evaluación del manejo forestal regular e irregular en bosques de la Sierra Madre Occidental. Madera y Bosques, 14(3), 25-41. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1431205>
- Hernández, F. P. (2020). Bosques certificados: la apuesta de conservación que no siempre se reconoce. <https://es.mongabay.com/2020/05/bosques-certificados-mexico/>
- Hernández, H. R., Mayett, M. Y., Rodríguez, P. S., & Fernández, L. G. (2022). Retos ambientales, económicos y sociales, en la cadena de valor del sector maderero de Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 14(75), 68-96. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i75.1275>
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de México 2017. Instituto Nacional de Es-

- tadística y Geografía. <https://n9.cl/zrtbs>
- ITTO. (2023). Ordenación forestal sostenible. Organización Internacional de las Maderas Tropicales. <https://n9.cl/8cslw>
- Merino, L., Alatorre, G., Cabarle, B. Chapela, F., & Madrid, S. (1997). El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. UNAM. SEMARNAP.
- Návar, Ch. J. J. (s.f.). Manejo sustentable de ecosistemas forestales: revisión del desarrollo histórico, evolución y perspectivas futuras. CIIDIR-IPN. Unidad Durango. <https://n9.cl/znrz1>
- Santiago-García, W., Ángeles-Pérez, G., Quiñonez-Barraza, G., Santos-Posadas, H. M., & Rodríguez-Ortiz, G. (2020). Avances y perspectivas en la modelación aplicada a la planeación forestal en México. Madera y bosques, 26(2), 1-16. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622004>
- Secretaría de Economía. (2008). Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008, para la certificación del manejo sustentable de los bosques. <https://n9.cl/rz27a>
- ONU. (1987). Nuestro futuro común. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas. <https://n9.cl/ro3>
- Watts, C. M., Pile, L. S., & Straka, T. J. (2012). Sustainability and forest certification as a framework for a capstone forest resource management plans course. Open Journal of Forestry 2(3), 159-166. <http://dx.doi.org/10.4236/ojf.2012.23019>