

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Abies religiosa* (Kunth) Schltld. et Cham., EN EL EJIDO EL CONEJO DEL PARQUE NACIONAL COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO

POPULATION STRUCTURE OF *Abies religiosa* (Kunth) Schltld. et Cham., IN THE EJIDO EL CONEJO OF THE NATIONAL PARK COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MEXICO

María del Rosario Pineda-López¹; Rafael Ortega-Solis¹; Lázaro R. Sánchez-Velásquez¹; Gustavo Ortiz-Ceballos²; Guillermo Vázquez-Domínguez³

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana. Av. de las Culturas Veracruzanas Núm. 101, Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte, Col. Emiliano Zapata. C. P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

Correo-e: rpineda@uv.mx, rosariosariop@gmail.com; Tel.: 01 22 88 16 60 10

(*Autora para correspondencia).

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n., Zona Universitaria. C. P. 91090. Xalapa, Veracruz, México.

³Posgrado en Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM-Campus Morelia. Antigua carretera a Pátzcuaro Núm. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta. C. P. 58190. Morelia, Michoacán, México.

RESUMEN

Se estudió la estructura de los rodales de oyamel (*Abies religiosa*) presentes en el ejido El Conejo, localizado en el Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz. Se evaluó la densidad, diámetro, altura y cobertura del arbolado adulto en 17 parcelas de 625 m². La regeneración se midió en las 17 parcelas utilizando subcuadrantes de 312.50 m². El arbolado mostró una estructura de crecimiento de “J” invertida; sin embargo, los individuos se encuentran suprimidos y, aun cuando la regeneración es adecuada, el arbolado requiere de la apertura de claros para su desarrollo. Se encontró una superficie arbolada altamente fragmentada y amenazada de manera permanente por el crecimiento de la frontera agrícola y la extracción de leña para uso doméstico. Los resultados muestran evidencia de que la categoría de parque nacional no contribuye a la conservación del bosque.

PALABRAS CLAVE: Áreas naturales protegidas, fragmentos, bosques templados, oyamel, caracterización.

ABSTRACT

We studied the structure of fir stands (*Abies religiosa*) in the ejido El Conejo, residing inside the Cofre de Perote National Park, Veracruz. We assessed density, diameter at breast height, height and coverage of adult trees in 17 plots of 625 m². The regeneration was measured in 17 plots using sub-quadrants of 312.50 m². Trees showed a growing structure “J”; however, trees are suppressed, even when regeneration is adequate, trees requires clear opening for its development. We found a highly fragmented forest area, and permanently threatened due to the growth of the agricultural frontier and extraction of wood for domestic use. Results show evidence that the national park category does not contribute to forest conservation.

KEYWORDS: Protected natural areas, fragments, temperate forests, fir forest, characterization.



Recibido: 22 de noviembre, 2012
Aceptado: 13 de septiembre, 2013
doi: 10.5154/r.chscfa.2012.11.058
<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

Los rodales de *Abies* son un ecosistema que se desarrolla bajo condiciones geográficas, climáticas y ecológicas muy particulares. En México, los rodales están confinados a las zonas de alta montaña (2,400 y 3,600 m), especialmente a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal (Nieto de Pascual, 1995), donde se localiza el 95 % de la superficie total (Rzedowski, 2006). La distribución es dispersa en forma de manchones puros y aislados, restringidos a cerros, cañadas o barrancos profundos con neblinas constantes, poca insolación y suelos ricos en materia orgánica (Ávila, Aguirre, & García, 1994; Hernández, 1985; Rzedowski, 2006).

El abeto u oyamel, como también se conoce a *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham., se distribuye principalmente en el Parque Nacional Cofre de Perote (PNCP) (Sánchez-Velásquez, Pineda-López, & Henández, 1991) y en el Pico de Orizaba (Rzedowski, 2006), los cuales forman parte del programa de las 60 montañas prioritarias (Zúñiga, Pineda-López, & Becerra, 2008). Los rodales de *A. religiosa* son ecosistemas frágiles, cubren menos de 0.1 % de la superficie del país (Sánchez-González, López-Mata, & Granados-Sánchez, 2005) y se ven amenazados por el cambio climático (Villers-Ruiz & Trejo-Vázquez 1998), la contaminación del aire (Saavedra-Romero, Alvarado-Rosales, Vargas-Hernández, & Hernández-Tejeda, 2003), los incendios forestales (Ángeles-Cervantes & López-Mata 2009) y el cambio de uso del suelo (Pedraza-Pérez, Hoyos-Ramírez, & Álvarez-Oceguera, 2009). Además, la especie presenta bajo porcentaje de germinación con alto porcentaje de semillas vanas (Nieto de Pascual-Pola, Musálem, & Ortega-Alcalá, 2010). En el PNCP, los rodales de *A. religiosa* representan el segundo lugar de importancia por la superficie que ocupan, mientras que en el ejido El Conejo constituyen el principal tipo de vegetación (Comisión Nacional de Áreas Protegidas [CONANP], 2011).

La estructura de un rodal está determinada por la composición y distribución de tamaños de las especies presentes, siendo útil para explicar las formas de crecimiento de éstas (Odum, 1985). En consecuencia, estudiar y entender la estructura de los rodales constituye una premisa para lograr una gestión adecuada (Urbieta, 2009) con fines de conservación y restauración de los mismos.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar la estructura de tamaños, edades y regeneración de rodales de *A. religiosa* en el ejido El Conejo, ubicado en el Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México. Se planteó la hipótesis de que la heterogeneidad en tamaño y estructura de las edades presentes en el sitio de estudio permite su autoregeneración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La zona de estudio se encuentra en el PNCP, el cual presenta

INTRODUCTION

Abies stands are an ecosystem developing under very particular geographical, climatic and ecological conditions. In Mexico, stands are confined to high mountain areas (2,400 and 3,600 m), especially along the Trans-Mexican Volcanic Belt (Nieto de Pascual, 1995), where we found the 95 % of the total area (Rzedowski, 2006). The distribution is dispersed as pure and isolated patches, restricted to hills, deep glens and ravines with constant fogs, little sunshine and soils rich in organic matter (Ávila, Aguirre, & García, 1994; Hernández, 1985; Rzedowski, 2006).

Fir, also known as *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham., is mainly found in the Cofre de Perote National Park (CPNP) (Sánchez-Velásquez, Pineda-López, & Henández, 1991) and the Pico de Orizaba (Rzedowski, 2006), which are part of the program of the 60 priority mountains (Zúñiga, Pineda-López, & Becerra, 2008). The stands of *A. religiosa* are fragile ecosystems covering less than 0.1 % of the surface of the country (Sánchez-González, López-Mata, & Granados-Sánchez, 2005) and are threatened by climate change (Villers-Ruiz & Trejo-Vázquez 1998), air pollution (Saavedra-Romero, Alvarado-Rosales, Vargas-Hernández, & Hernández-Tejeda, 2003), forest fires (Ángeles-Cervantes & López-Mata 2009) and land use change (Pedraza-Pérez, Hoyos-Ramírez, & Álvarez-Oceguera, 2009). Moreover, the species has low germination percentage with a high percentage of empty seeds (Nieto de Pascual-Pola, Musálem, & Ortega-Alcalá, 2010). In the CPNP, stands of *A. religiosa* are second in importance because of the area they cover, while in the ejido El Conejo these stands are the main vegetation type (Comisión Nacional de Áreas Protegidas [CONANP], 2011).

The structure of a stand is determined by the composition and size distribution of the species, and is useful for explaining the growth forms of the stands (Odum, 1985). Consequently, studying and understanding the structure of forest stands constitutes a premise to achieve proper management (Urbieta, 2009) for conservation and restoration of these stands.

The aim of this study was to characterize the size structure, age and regeneration of stands of *A. religiosa* in the ejido El Conejo, located inside the Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico. The hypothesis raised was "Heterogeneity in size and age structure present in the study area allows self-regeneration".

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study area is located inside the CPNP, with a cool-subhumid temperate climate with summer rains, with a temperature range of -5 to 22 °C; the rainfall ranges between 1,200 and 1,500 mm, and due to the altitude it ranks

un clima templado frío-subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura de -5 a 22 °C; la precipitación pluvial oscila entre 1,200 y 1,500 mm, y debido a la altitud ocupa el séptimo lugar entre las montañas más elevadas del país (CONANP, 2011). El PNCP se encuentra en la parte sur de la Sierra Madre Oriental, en la confluencia con el extremo oriente del Eje Neovolcánico Trasversal (CONANP, 2011). El parque limita al norte con el municipio de Las Vigas de Ramírez, al sur con Ayahualulco e Ixhuacan de los Reyes, al este con Xalapa y Coatepec y al oeste con el valle de Perote (Narave-Flores, 1985). Por decreto nacional, el PNCP fue delimitado por la curva de 3,000 m en las coordenadas 19° 25' 33" - 19° 33' 52" N y 97° 06' 55" - 97° 12' 52" O; la superficie aproximada es de 11,700 ha (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1937).

El ejido El Conejo tiene una superficie de 768 ha y representa uno de los ejidos con mayor población del PNCP (1,044 habitantes) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2010). La actividad principal es la agricultura, particularmente el cultivo de papa y haba. La superficie cubierta por rodales no está sujeta a un manejo forestal legal; sin embargo, los habitantes extraen leña para consumo familiar, y postes, polines y tablas para la construcción de viviendas. En el 2005, los rodales de *A. religiosa* cubrían una superficie de 338.48 ha correspondiente al 35.33 % del total del ejido, según datos de Pineda-López, Sánchez-Velásquez, Vázquez-Domínguez, y Rojo-Alboreca (2012), constituyendo el segundo tipo de uso de suelo después del agrícola. La ocupación laboral en el ejido es baja, tan sólo el 19 % de los hombres cuentan con trabajo asalariado como jornaleros agrícolas, mientras que en el caso de las mujeres, sólo el 0.86 % de ellas cuenta con un trabajo asalariado. La población económicamente activa es de 319 personas, de la cual 96 % son hombres (INEGI, 2010).

Caracterización de los rodales de *A. religiosa*

La identificación de los rodales de oyamel y la determinación de su superficie se hicieron mediante el uso de las siguientes ortofotos digitales: E14B36B2, E14B36B1, E14B26F3, E14B26E3, E14B26E4, E14B26F4, escala 1:10,000 (INEGI, 2005) de proyección UTM, esferoide GRS 80, zona 14, Datum ITRF92 en metros.

De manera sistemática, se asignaron 17 unidades de estudio (Figura 1) sobre 13 rodales previamente digitalizados, por tratarse de una población monoespecífica que se distribuye espacialmente de manera uniforme (Cochran, 1982). Cada unidad de estudio fue georeferenciada (GPS map 62Sc, Garmin. USA) y estuvo representada por un cuadrante de 625 m² (50 m x 12.5 m) sumando una superficie total de 10,625 m². La altitud (GPS Map 62Sc, Garmin. USA), la pendiente en grados y exposición (Clinómetro con brújula, BRUNTON Sight Master Classic. Surveymaster SUM360LA. Japón), altura (Clinómetro, Haglof Sweden. 28616. Sweden), diámetro normal (Cinta diamétrica 5 m,

seventh among the highest mountains in the country (CONANP, 2011). The CPNP is located in the southern part of the Sierra Madre Oriental, at the confluence with the east end of the Trans-Mexican Volcanic Belt (CONANP, 2011). The park borders to the north with the municipality of Las Vigas de Ramírez, to the south with Ayahualulco and Ixhuacan de los Reyes, to the east with Xalapa and Coatepec and to the west with the Perote Valley (Narave-Flores, 1985). By national decree, the CPNP was delimited by the curve of 3,000 m in the coordinates 19° 25' 33" - 19° 33' 52" N and 97° 06' 55" - 97° 12' 52" W; the surface is approximately 11,700 ha (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1937).

The ejido El Conejo has an area of 768 ha and is one of the most populated ejidos of CPNP (1,044 inhabitants) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2010). The main activity is agriculture, particularly the growing of potatoes and beans. The area covered by forest stands is not subject to legal forest management; however, the inhabitants extract wood for household consumption, poles, stools and tables for the construction of houses. In 2005, the forest stands of *A. religiosa* covered an area of 338.48 ha corresponding to 35.33 % of the total ejido, according to Pineda-López, Sánchez-Velásquez, Vázquez-Domínguez, y Rojo-Alboreca (2012), forming the second type of land use after agriculture. Employment in the ejido is low, only 19 % of men have salaried work as farm laborers, while in the case of women, only 0.86 % of them have a salaried job. The economically active population is 319 persons, of which 96 % are male (INEGI, 2010).

Caracterización de los rodales de *A. religiosa*

The identification of fir stands and determination of its surface were done using the following digital orthophotos: E14B36B2, E14B36B1, E14B26F3, E14B26E3, E14B26E4, E14B26F4, scale 1:10,000 (INEGI, 2005) of UTM projection, spheroid GRS 80, zone 14, Datum ITRF92 in meters. Systematically, 17 study units were allocated (Figure 1) on 13 previously digitized stands, for being a monospecific population which is distributed uniform and spatially (Cochran, 1982). Each unit of study was georeferenced (GPS map 62sc, Garmin. USA) and was represented by a quadrant of 625 m² (50 m x 12.5 m) summing an area of 10,625 m². Altitude (GPS Map 62sc, Garmin. USA), slope in degrees and exposure (Clinometer with compass, BRUNTON Sight Master Classic. Surveymaster SUM360LA. Japan), height (clinometer, Haglof Sweden. 28616. Sweden), normal diameter (Diameter tape 5 m, Forestry Suppliers. Germany) and coverage (Diameter tape of 30 m, Forestry Suppliers. Germany), were recorded in each quadrant for each trees.

In order to study the regeneration of forest stands, a sub-quadrant of 6.25 m x 50 m (312.5 m²) was delimited in each quadrant, and then, trees over 30 cm to 1.30 m high and those under 30 cm were counted.

Forestry Suppliers. Alemania) y cobertura (Cinta métrica de 30 m, Forestry Suppliers. Alemania), de cada uno de los individuos presentes, se registraron en cada cuadrante.

Con el fin de estudiar la regeneración de los rodales, un subcuadrante de 6.25 m x 50 m (312.5 m²) se delimitó en cada cuadrante y, posteriormente, se contabilizaron los individuos mayores de 30 cm hasta 1.30 m de altura, y los menores de 30 cm de altura.

La edad de cada árbol se estimó despejando t (edad) de la ecuación que Sánchez-Velásquez et al. (1991) obtuvieron para *A. religiosa* en la misma región:

$$d = \frac{t}{0.00357 \cdot t + 1.3887}$$

Donde:

d = Diámetro normal (cm)

t = Edad (años)

Despejando la edad (t) de la ecuación se obtiene:

$$t = \frac{1.3887 \cdot d}{1 - 0.00357 \cdot d}$$

The age of each tree was estimated clearing t (age) from the equation obtained by Sánchez-Velásquez et al. (1991) for *A. religiosa* in the same area:

$$d = \frac{t}{0.00357 \cdot t + 1.3887}$$

Where:

d = Normal diameter (cm)

t = Age (years)

Clearing the age (t) from the equation we obtain:

$$t = \frac{1.3887 \cdot d}{1 - 0.00357 \cdot d}$$

RESULTS AND DISCUSSION

The forest of the ejido is monospecific, ie., is mainly composed of *A. religiosa* stands, but at higher altitude it shares its distribution with *Pinus hartwegii* Lindl. and at lower altitude with *P. montezumae* Lamb (Pineda-López et al., 2012). The forest is highly fragmented, immersed in a landscape

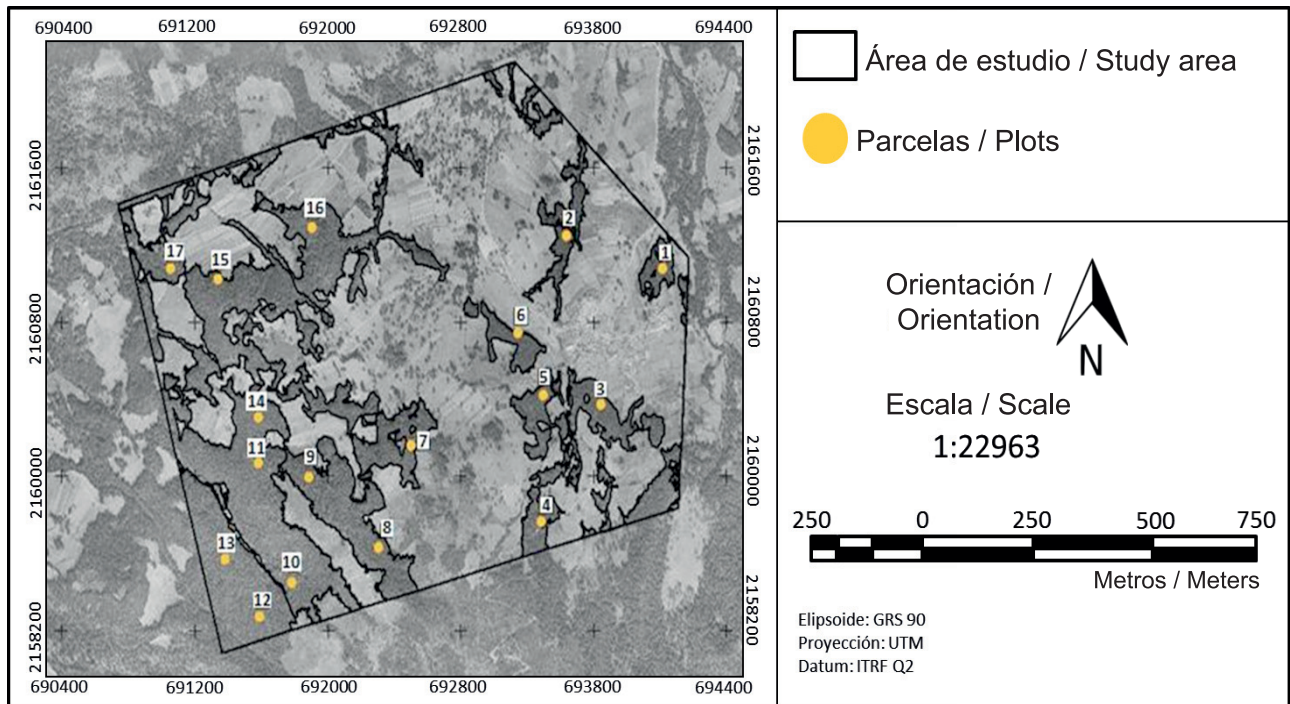


FIGURA 1. Rodales estudiados del ejido El Conejo en el Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 1. Stands studied in the ejido El Conejo of the Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El bosque del ejido es monoespecífico; es decir, está compuesto principalmente por rodales de *A. religiosa*, aunque en la cota de mayor altitud comparte su distribución con *Pinus hartwegii* Lindl. y en la de menor altitud con *P. montezumae* Lamb (Pineda-López et al., 2012). El bosque se encuentra altamente fragmentado, inmerso en un paisaje en el que domina el cultivo de la papa y en menor proporción avena y cebada, aunque también hay fragmentos ocupados por otros cultivos asociados a diversas especies arbóreas, matorral de *Bacharis conferta* Kunth., matorral con árboles y otros fragmentos sin cobertura vegetal (Pineda-López et al., 2012). Los rodales de bosque identificados se localizan entre los 3,009 y 3,409 m, preferentemente, en pendientes mayores de 20° con exposición noreste (Cuadro 1).

dominated by potato crops and to a lesser extent oats and barley, although there are also fragments used with other crops associated with various species of trees, scrub of *Bacharis conferta* Kunth., scrub with trees and other fragments without vegetation cover (Pineda-López et al., 2012). The identified forest stands are located between 3,009 and 3,409 m, preferably on slopes greater than 20° with north-eastern exposure (Table 1).

Figure 2 shows the size distribution of the stumps. The highest density of small stumps (0-20 cm) suggests fire-wood extraction activity associated with the presence of logging, which explains the high fragmentation of the forest. However, the presence of stumps with diameters greater than 40 cm shows evidence of tree extraction to be used in construction.

CUADRO 1. Caracterización de los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.
TABLE 1. Characterization of the stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

Rodal / Stand	Superficie / Area (ha)	Altitud / Altitude (m)	Pendiente / Slope	Exposición / Exposure
1	3.72	3,248.5	75°	20° NE
2	7.88	3,170.5	26°	83° NE
3	9.33	3,368.5	26.5°	40° NE
4	7.28	3,408.5	11.5°	8° NE
5	6.89	3,344.0	70°	20° NE
6	4.81	3,288.0	28°	15° NE
7	16.75	3,285.5	10°	29° NE
8	26.71	3,179.0	22°	340° NO
9	19.69	3,201.5	70°	340° NO
10	17.46	3,008.5	26°	260° O
11	22.84	3,354.5	22.2°	11° NE
12	47.47	3,290.0	22°	320° NO
13	28.36	3,211.5	18°	5° NE

NE: Noreste, NO: Noroeste, O: Oeste.
 NE: Northeast, NW: Northwest, N: West.

En la Figura 2 se muestra la distribución de tamaño de los tocones. La mayor densidad de tocones pequeños (0 a 20 cm) sugieren la actividad de extracción de leña asociada a la presencia de la tala forestal, la cual explica la alta fragmentación del bosque. Sin embargo, la presencia de tocones con diámetros mayores de 40 cm muestra evidencias de la extracción de arbolado para su uso en la construcción.

The type of extraction in a stand affects the characteristics of the tree. In this regard, this study found that there is a higher density of trees suppressed and a low density of trees present in the canopy of 54 % of the stands (Figure 3).

El tipo de extracción en un rodal influye en las características del arbolado que permanece en él. Al respecto, en este estudio se encontró que existe una mayor densidad de individuos suprimidos y una baja densidad de individuos presentes en el dosel del 54 % de los rodales (Figura 3).

This is also reflected in the response of diameter and height, whose distribution resembles an inverted curve of “J” biased towards small categories (Figure 4). Although this trend is typical of shade-tolerant species, in this case, we found suppressed trees that may be potentially susceptible to the presence of pests, diseases and fires.

Figure 5 shows the age distribution in the stands. There is a high number of young trees and as the age increases, the number of trees decreases.

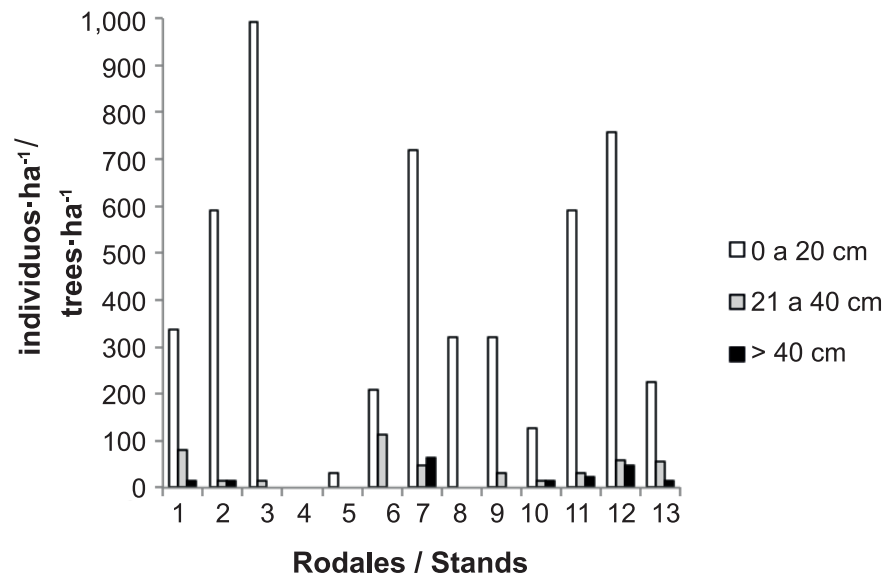


FIGURA 2. Distribución de tamaños de los tocones en los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 2. Distribution of sizes of stumps in stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

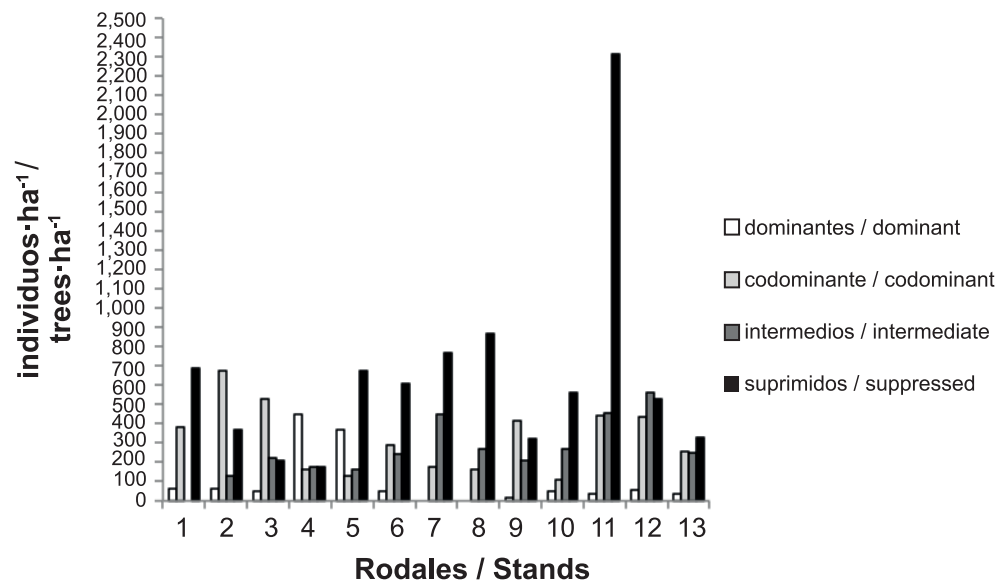


FIGURA 3. Distribución de los individuos de acuerdo con su dominancia en los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 3. Distribution of trees according to their dominance in the stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

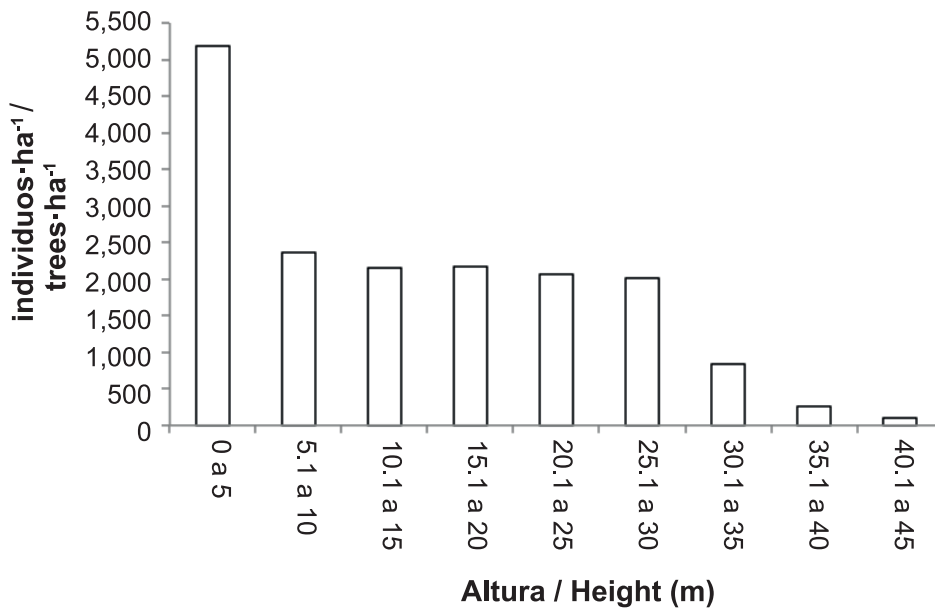
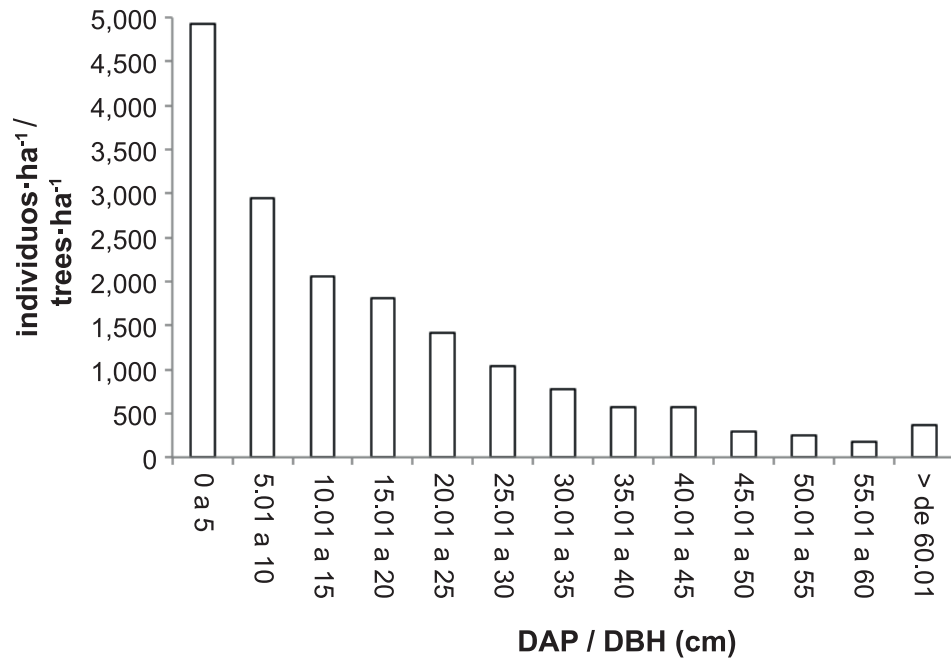


FIGURA 4. Distribución de tamaños en diámetro (DAP: Diámetro a la altura del pecho) y altura de los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 4. Size distribution in diameter (DBH: Diameter at breast height) and height of the stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

Esto también se ve reflejado en la respuesta de las variables diámetro y altura, cuya distribución se asemeja a una curva de "J" invertida sesgada hacia las categorías pequeñas (Figura 4). Aunque esta tendencia es propia de especies tolerantes a la sombra, en este caso se encontraron individuos suprimidos que pueden ser potencialmente susceptibles a la presencia de plagas, enfermedades e incendios.

La Figura 5 muestra la distribución de edades en los rodales. Se observa que hay un número alto de individuos jóvenes y que conforme la edad incrementa, el número de individuos disminuye.

Los rodales se caracterizan por su alta densidad, llegando a encontrar en uno de ellos más de 3,000 individuos·ha⁻¹ (Figura 6). El arbolado en general (96 %) no presenta indicios (carbón o cicatriz) de incendios.

Respecto a la regeneración, los datos muestran que 98 % de los individuos se localizan en la categoría menor de 30 cm de altura. Si se considera la distribución de las categorías diamétricas y alturas que presenta el bosque en su conjun-

The stands are characterized by high density, finding in one stand more than 3,000 trees·ha⁻¹ (Figure 6). Trees, in general, (96%) do not have signs (coal or scar) of fires.

With respect to regeneration, data show that 98 % of the trees are found in the category lower than 30 cm high. If we consider the distribution of diameter categories and heights of the forest, as a whole, we see that trees are being recruited to the next size category successfully (Figure 4).

Some data reported indicate a higher density of seedlings of *A. religiosa* under the canopy (Challenger & Caballero, 1998); but according to Lara-González, Sánchez-Velásquez, and Corral-Aguirre (2009), in the study area, the regeneration of *A. religiosa* is present in both clear and in the understory, but the number of trees is higher in clears and is presented in "pulses" as time progresses. With this consideration, we can say that the repopulation of the stands may occur by clear openings in the canopy, because they generate environmental conditions (light and temperature of the soil) to foster the development of trees. However, the openings that are occurring, identi-

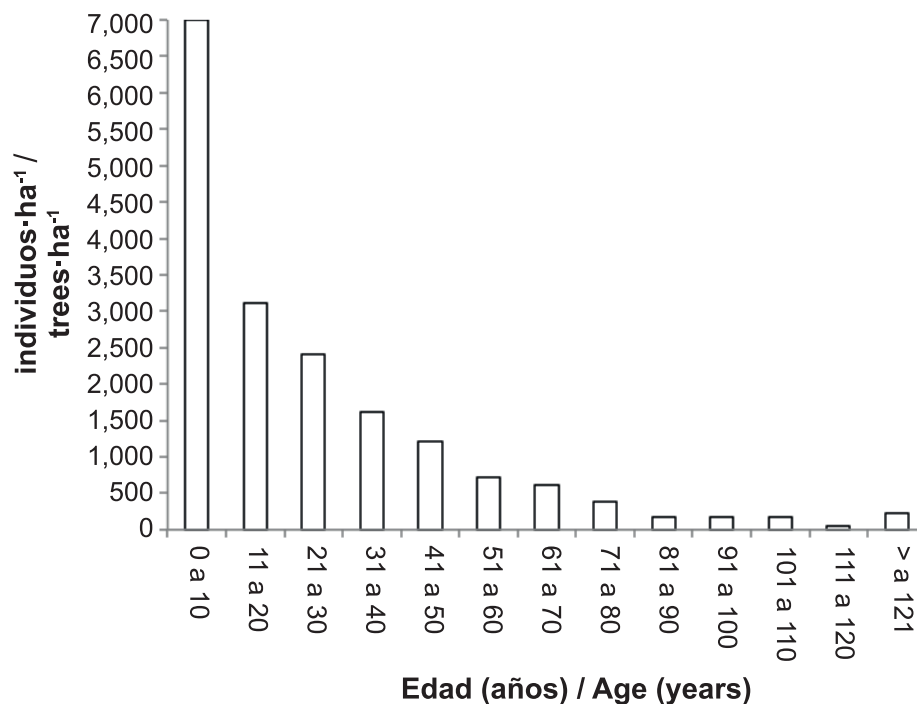


FIGURA 5. Distribución de edades del arbolado en los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 5. Age distribution of the trees in stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

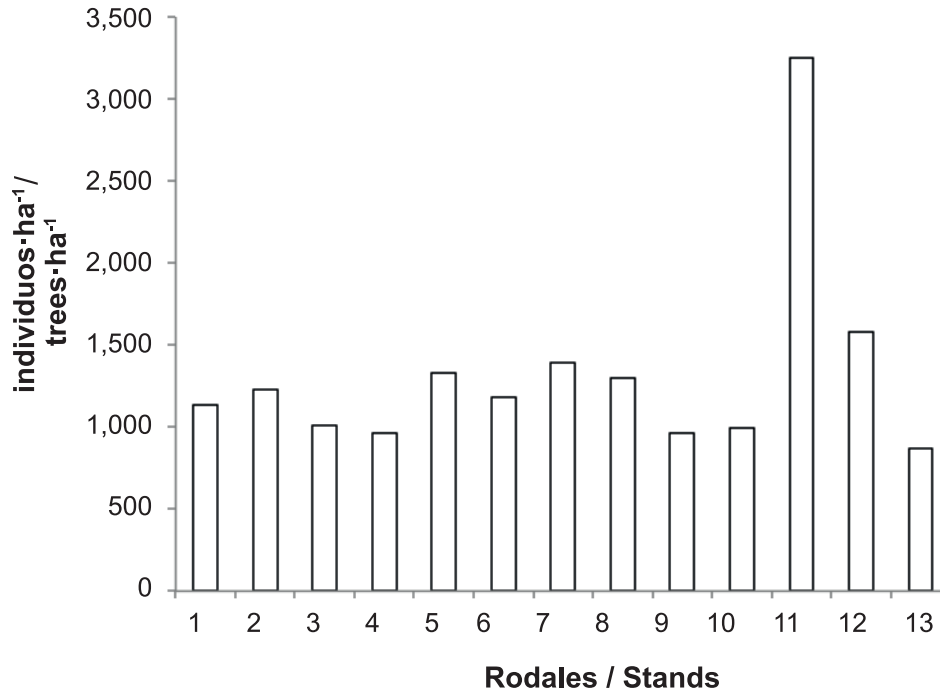


FIGURA 6. Distribución de la densidad de arbolado presente en los rodales estudiados del ejido El Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, Veracruz, México.

FIGURE 6. Distribution of the density of trees present in the stands studied in the ejido El Conejo, Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico.

to, se aprecia que los individuos se están reclutando a la siguiente categoría de tamaño de manera exitosa (Figura 4).

Algunos datos reportados señalan una mayor densidad de plántulas de *A. religiosa* bajo el dosel (Challenger & Caballero, 1998); sin embargo, de acuerdo con Lara-González, Sánchez-Velásquez, y Corral-Aguirre (2009), en la zona de estudio, la regeneración de *A. religiosa* está presente tanto en claros como en el sotobosque, pero el número de individuos es mayor en los claros y se presenta en “pulsos” a medida que el tiempo avanza. Con esta consideración se puede señalar que la repoblación de los rodales podrá ocurrir al abrir claros en el dosel, ya que éstos generan las condiciones ambientales (luz y temperatura del suelo) para propiciar el desarrollo de los individuos. Sin embargo, las aperturas que están ocurriendo, identificadas por la presencia de tocones menores de 20 cm de diámetro (usados para postes y leña), no son suficientes para la especie. Esto coincide con Lara et al. (2009), quienes encontraron para los rodales aquí estudiados, que el tamaño requerido de claros es entre 19.6 y 219 m² para un desarrollo adecuado de la regeneración.

CONCLUSIONES

Los rodales han estado permanentemente sujetos a extracciones de arbolado de dimensiones menores, principalmen-

tado por la presencia de stumps lower than 20 cm diameter (used for poles and firewood), are not sufficient for the species. This coincides with Lara et al. (2009), who found for the stands here studied, that the size required for clears is between 19.6 and 219 m² for proper development of regeneration.

CONCLUSIONS

The stands have been permanently attached to extractions of trees of smaller dimensions, primarily for domestic use, although we found a small number of stumps of size use in construction. A prevailing feature in all stands is the presence of suppressed trees; the size distribution shows a population structure with a growing of “J” inverted corresponding to populations that regenerate under its own shadow. In this case, the high proportion of trees in the smaller categories and younger age reflect the need for thinning that could allow a better distribution of sizes of the forest stand. Thus, it could help improve the environmental services that the forest could provide.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the people and authorities of the ejido El Conejo. The authors also thank the Mexican National Sys-

te para uso doméstico, aunque se encontraron, en pequeña cantidad, tocones de tallas propias para uso en la construcción. Una de las características prevalecientes en todos los rodales es la presencia de arbolado suprimido; la distribución de los tamaños muestra una estructura poblacional con un crecimiento de "J" invertida que corresponde a poblaciones que se regeneran bajo su propia sombra. En este caso, la proporción alta de individuos en las categorías más pequeñas y de menor edad reflejan la necesidad de aclareos que podrían permitir una mejor distribución de tamaños de la masa arbolada. Con ello, se podría contribuir a mejorar los servicios ambientales que el bosque pudiera proporcionar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los pobladores y autoridades del ejido El Conejo, al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT dentro de la convocatoria 2008 del programa de apoyo complementario a investigadores en proceso de consolidación.

REFERENCIAS

- Ávila, C., H., Aguirre J., R., & García, E. (1994). Variación estructural del bosque de (*Abies hickellii* Flous & Gaussen) en relación con factores naturales en el Pico de Orizaba, México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 3(1), 5–17. Obtenido de recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/download/4763/4062.
- Ángeles-Cervantes, E., & López-Mata, I. (2009). Supervivencia de una cohorte de *Abies religiosa* bajo diferentes condiciones post-incendio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 84, 25–33. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57712091003>
- Challenger, A., & Caballero, J. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. México, D. F.: CONABIO.
- Cochran, W. G. (1982). *Técnicas de muestreo*. México, D.F.: CECSA. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2011). *Programa de manejo Parque Nacional Cofre de Perote*. México: Autor.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (4 de mayo de 1937). Decreto que declara Parque Nacional a la montaña denominada Cofre de Perote o Nauhcampatépétl, en el estado de Veracruz.
- Hernández, M. E. (1985). Distribución y utilidad de los *Abies* en México. *Boletín del Instituto de Geografía*, 15, 75–118.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (INEGI). (2005). Ortofotos núm. 14B26E3 y núm. 14B26E4 escala 1:10 000. México: Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de población y vivienda. Principales resultados por localidad. Consultado 08-10-11 en http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est
- Lara-González, R., Sánchez-Velásquez, L. R., & Corral-Aguirre J. (2009). Regeneration of *Abies religiosa* in canopy gaps versus understory, Cofre de Perote National Park, México. *Agrociencia*, 43, 739–747. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000700008

tem of Researchers (SNI) of CONACYT within the event of 2008 of the complementary support program to researchers in the process of consolidation.

End of English Version

- org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000700008
- Narave-Flores, H. (1985). La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México. *Biótica*, 10(1), 35–64.
- Nieto de Pascual-Pola, M. C. (1995). Estudio sinicológico del bosque de oyamel de la cañada de Contreras, Distrito Federal. *Revista Ciencia Forestal en México*, 20, 3–34. Obtenido de <http://www.revistasinifap.org.mx/index.php/Forestales/article/view/1223/1221>
- Nieto de Pascual-Pola, M., C., Musálem M. Á., & Ortega-Alcalá, J. (2010). Estudio de algunas características de conos y semillas de *Abies religiosa* (HBK.) Schl. et Cham. *Agrociencia*, 37, 521–531. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30237509.
- Odum, E. P. (1985). *Ecología*. México, D.F.: McGrawHill Interamericana.
- Pedraza-Pérez, R., A., Hoyos-Ramírez, A., & Álvarez-Oceguera, R. (2009). Cambio de uso de suelo en la vertiente oriental del Parque Nacional Cofre de Perote y sus áreas circunvecinas. In VII Congreso Nacional Sobre Áreas Naturales Protegidas de México. *Memorias*. San Luis Potosí, México: CONANP, Gobierno del Estado de San Luis Potosí, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Pineda-López, M. R., Sánchez-Velásquez, L. R., Vázquez-Domínguez, G., & Rojo-Alboreca, A. (2012). The effects of land use change on carbon content in the aerial biomass of an *Abies religiosa* (Kunth Schltl. et Cham.) forest in central Veracruz, Mexico. *Forest Systems*, 22, 82–93. doi: 10.5424/fs/2013221-02756
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/.../VegetacionMxPort.pdf
- Saavedra-Romero, L. L., Alvarado-Rosales, D., Vargas-Hernández, J., & Hernández-Tejeda, T. (2003). Análisis de la precipitación pluvial en bosques de *Abies religiosa* (HBK.) Schltl. et Cham., en el sur de la Ciudad de México. *Agrociencia*, 37, 57–64. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30237106.
- Sánchez-González, A., López-Mata, L., & Granados-Sánchez, D. (2005). Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. & Schltl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Investigaciones Geográficas*, 56, 62–76. Obtenido de revistas.unam.mx/index.php/rig/article/download/30097/27974.
- Sánchez-Velásquez, L. R., Pineda-López, M. R., & Hernández, M. A. (1991). Distribución y estructura de la población de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham. en el Cofre

- de Perote, Estado de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 16, 45–55. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57401604>
- Urbieto, I. R. (2009). Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos de alcornoque (*Quercus suber* L.) y quejigo moruno (*Q. canariensis* Willd.) del sur de la Península Ibérica: Una aproximación multiescala. *Ecosistemas*, 18(2), 116–121. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54012144013.
- Villers-Ruíz, L., & Trejo-Vázquez. I. (1998). El impacto del cambio climático en los bosques y áreas naturales protegidas de México. *Interciencia*, 23(1), 10– 19. Obtenido de http://www.interciencia.org/v23_01/villers.pdf
- Zúñiga, J. L., Pineda-López, M. R., & Becerra, J. (2008). Las sesenta montañas prioritarias: Una estrategia de gestión forestal en México. In L. R. Sánchez-Velásquez, J. Galindo-González, & F. Díaz-Fleischer (Eds.), *Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México* (pp. 93–124). Xalapa, Veracruz: INBIOTECA, CONABIO, Mundi-Prensa.