

Regeneración natural post-incendio de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham, en el Parque Nacional “El Chico” Hidalgo

Rodrigo Rodríguez-Laguna¹, Ramón Razo-Zárate¹, Juana Fonseca-González¹, Juan Capulín-Grande¹, Rodolfo Goche-Telles²

Instituto de Ciencias Agropecuarias¹, Facultad de Ciencias Forestales²
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo¹, Universidad Juárez del Estado de Durango²
Tulancingo, Hidalgo¹; Durango, Durango²; México

rodris71@yahoo.com, [rrazo29, juan_capulin61]@yahoo.com.mx, fonsecaj@uaeh.edu.mx, rgoche@hotmail.com

Abstract— The forest search strategies to recover after a forest fires, in this respect, the objective was to determine the density of regeneration and the strategies of establishment that develop the plants of *Abies religiosa* in an affected area by a forest fire in 1998, within the National Park “El Chico” Hidalgo. In ten circular sites of 100 m², is random sampling to evaluate the density of regeneration, height of seedlings and the species that serve as a wet nurse. The results found was that there is an average density of 4200 plants/ha and the plants have more height in coverage of ground of 91-100% with southwest exposure. Also the shrub species that serves as a wet nurse for the oyamel was *Baccharis conferta*.

Keyword— *Abies religiosa*, *Baccharis conferta*, post-fire forest, natural regeneration, dissemination.

Resumen— El bosque busca estrategias para recuperarse después de un incendio forestal, en ese sentido el objetivo fue determinar la densidad de regeneración y las estrategias de establecimiento que desarrollan las plantas de *Abies religiosa* en un área afectada por un incendio forestal en 1998, dentro del Parque Nacional “El Chico” Hidalgo. En diez sitios circulares de 100 m², se muestreo al azar para evaluar la densidad de regeneración, altura de las plántulas y las especies que fungen como nodriza. Los resultados encontrados fue que existe una densidad promedio de 4200 plantas/hectárea y las plantas tienen mayor altura en coberturas de suelo de 91-100% con exposición suroeste. Asimismo la especie arbustiva que funge como nodriza para el oyamel fue *Baccharis conferta*.

Palabras claves— *Abies religiosa*, *Baccharis conferta*, post-incendio forestal, regeneración natural, diseminación.

I. INTRODUCCIÓN

En México ocurren aproximadamente entre 7000 y 8000 incendios al año, sin embargo, en 1998, el número de incendios duplicó el promedio anual, con 14 445 incendios [1], los bosques de *Abies religiosa* no están exentos de dichos fenómenos, aunque se encuentren presentes en varias áreas naturales protegidas de la faja volcánica transmexicana [2]. Estos bosques presentan problemas de repoblación natural y elevada mortalidad de árboles adultos en zonas específicas [3].

Estudios reconocen que a cierta intensidad, los incendios forestales generan cambios negativos y ocasionan pérdidas de nutrientes, modifican las propiedades físicas e hídricas del suelo, reducen la porosidad del suelo, forman sustancias hidrófobas, disminuyen la infiltración, la disponibilidad de agua, causan erosión y, en general, limitan la repoblación del bosque [4, 5]. Para el género *Abies* la disponibilidad de agua es muy importante en la etapa de plántulas ya que varias especies son sensibles al déficit de humedad en el suelo, el cual se considera como el factor de mortalidad de plántulas de coníferas más importante dentro de los primeros cinco años [6, 7].

La especie *Abies religiosa* es endémica de México, en el pasado y debido a su ubicación en la cercanía de las áreas pobladas y centros industriales, fue utilizada para la producción de celulosa y papel, ya que es la especie maderable más rica en celulosa, en cuyos tallos jóvenes (de 20 a 40 años de edad) contienen hasta el 75% de este producto, y este a su vez, con el mayor porcentaje de celulosa alfa,

que es empleado en la fabricación de papeles finos, y por consiguiente es el que alcanza los mayores precios en el mercado. Su importancia ecológica se da como regulador de ciclo hidrológico, recreación y protección de cuencas, y conservación de la biodiversidad [8].

Para comprender la regeneración natural en bosques de *Abies religiosa* se requiere investigar la demografía de sus poblaciones de plántulas, con énfasis en la supervivencia y causas de mortalidad, de la cual existen pocos estudios al respecto. Los estudios demográficos de plántulas son básicos, ya que éste es el estadio donde operan con mayor intensidad los factores de mortalidad y ocurren cambios numéricos importantes [9, 10]. En el estudio realizado por Manzanilla [11] en bosques de *Abies religiosa*, concluyó que la gruesa capa de musgo es la responsable de la poca regeneración natural, ya que actúa como barrera mecánica que impide a la raíz de la plántula alcanzar y anclarse al suelo mineral, e indicó que los incendios forestales superficiales, al eliminar el estrato rasante del bosque, puede favorecer su repoblación. Además, se sabe que la hojarasca también actúa como barrera física y química para la germinación de las semillas, ya que se ha encontrado que posee sustancias alelopáticas [12, 13].

Los incendios forestales superficiales juegan un papel importante en los ciclos de nutrientes de los bosques. La combustión de la materia orgánica resulta una mineralización directa de nutrientes, al incrementar la temperatura del suelo y la actividad microbiana dan lugar a una liberación de nutrientes a través de la descomposición de la materia orgánica durante varios años. En general, los incendios pueden eliminar hongos, destruir sustancias alelopáticas y el estrato rasante, lo que favorece a las condiciones micro ambientales para que se presente el proceso de germinación y establecimiento de plántulas [14], principalmente de las especies arbustivas pioneras que forman la cobertura ideal para el establecimiento posterior de especies tolerantes como es el caso del *Abies religiosa*. Sin embargo, se desconoce el comportamiento de los factores ecológico-silvícolas en el establecimiento y crecimiento de la regeneración natural de plántulas de dicha especie, en bosques que fueron afectados por incendios.

Por lo anterior en este estudio se planteó como primer objetivo evaluar la densidad de la regeneración natural de *Abies religiosa* en el paraje llamado "León Alado" dentro del Parque Nacional "El Chico" después del incendio ocurrido en el año de 1998. Como segundo fue identificar las estrategias de establecimiento de las plántulas de *Abies religiosa* después del incendio forestal.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización del Parque Nacional "El Chico"

El Parque Nacional "El Chico" es un Área Natural Protegida que se localiza a 26 km al noroeste de la ciudad de Pachuca, Hidalgo (Figura 1). Tiene una superficie de 2 739 ha, la mayor parte de su territorio políticamente pertenece al municipio de Mineral del Chico, el resto pertenece al municipio de Pachuca de Soto y una porción muy pequeña corresponde al Mineral del Monte [15]. Geográficamente, el parque se localiza entre las coordenadas 20° 10' 10" y 20° 13' 25" de Latitud Norte y 98° 41' 50" y 98° 46' 02" de Longitud Oeste [16].

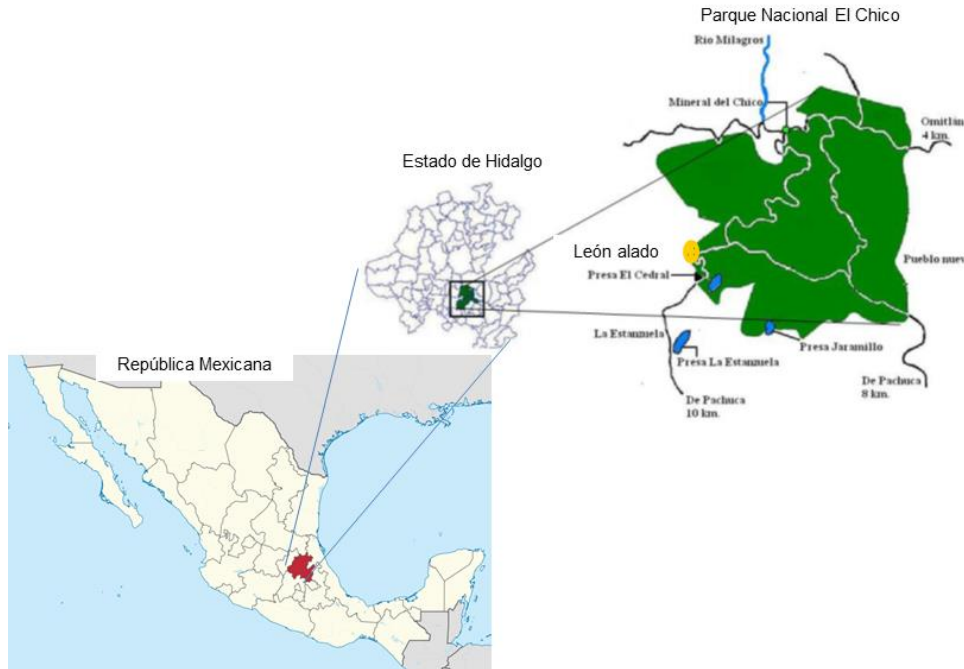


Fig. 1. Ubicación geográfica del Parque Nacional “El Chico” Hidalgo, México de una línea).

Esta Área Natural Protegida presenta una singular belleza escénica por su relieve montañoso, surcado por activo drenaje fluvial y recubierto con exuberante bosque de oyamel (*Abies religiosa*), en su conjunto conforma un mosaico natural que amalgama sobresalientes y distintivos rasgos físicos y biológicos plasmados en geformas de gran belleza escénica como peñascos, valles y cañadas. Aunado a los atributos escénicos, el parque realiza importantes funciones ecológicas, derivadas del ecosistema forestal, valioso por su riqueza biológica. Es una zona de captación pluvial y recarga de acuíferos, que mantiene el equilibrio hidrológico regional por el aporte de agua a las cuencas del Valle de México y del Pánuco, y coadyuva a la regulación y estabilidad climática [17].

El área de estudio fue el paraje conocido como León Alado y se ubica en la parte Oeste del Parque Nacional “El Chico” en las coordenadas geográficas de 20° 10’ 22” de Latitud Norte y 98° 45’ 00” de Longitud Oeste, a una altitud media de 2900 msnm aproximadamente a 0.5 Km al noreste del poblado de La Estanzuela. En esta zona se presentó un incendio superficial intenso en 1998 afectando en algunas partes la copa de los árboles y consumiendo 16 de las 20 hectáreas que tiene el predio [18].

Las características fisiográficas que presenta el área de estudio son similares a las del Parque Nacional “El Chico”. Se presenta una orografía que despliega grandes elevaciones rocosas en altitudes que van desde 2,500 a 3,090 metros [19], destacando por sus formas caprichosas y máxima elevación dentro del predio la peña del León Alado.

La geología del lugar muestra una actividad volcánica durante el período terciario edificó, el relieve tan abrupto que prevalece en el parque es debido a los afloramientos de material rocoso de las formaciones y materiales ígneos, producto del intemperismo y erosión de rocas que afloran en los puntos elevados. Estos materiales están conformados principalmente por rocas andesitas.

La edafología del parque presenta suelos de Andosol húmico-Cambisol húmico. Son suelos de color oscuro, estructura suelta y esponjosa, ricos en materia orgánica aportada por la vegetación, presenta buena retención de humedad y baja saturación de bases y por lo general tienen buen drenaje interno [17].

Con respecto a la hidrología, el parque es una pequeña fracción del parteaguas entre la cuenca del río Pánuco y la cuenca de México. Localmente, el parteaguas del parque genera dos vertientes, una orientada al norte y otra al sur [20]. En la vertiente del sur, que su área de influencia son zonas menos escarpadas y condiciones ambientales de menor humedad, da como consecuencia la existencia de una red fluvial con un desarrollo apenas presente por algunos cauces intermitentes durante la época de lluvias. Ya que la mayor actividad hídrica de esta vertiente es estacional, sus aportes son a la presa “El Cedral”, ubicada dentro del parque [20].

B. Clima

El clima es templado semifrío con lluvias en verano; la precipitación media anual es de 1382 mm y septiembre es el mes con mayor precipitación con un promedio de 302 mm. Las lluvias de invierno representan menos de 5% de la precipitación anual y las neblinas son frecuentes. La estación seca ocurre de noviembre a mayo, con una precipitación promedio de 21 mm y en los meses de marzo y abril frecuentemente no se registra precipitación. La temperatura media del mes más cálido (abril) y del mes más frío (febrero) es de 17 °C y 6 °C respectivamente, aunque se han registrado temperaturas máximas y mínimas extremas de 38 °C y de -6 °C respectivamente [17].

C. Vegetación

En el Parque se encuentran Bosque de oyamel (1 856 ha), Bosque de pino-encino (403 ha), Bosque de oyamel-encino (95 ha), Bosque de tlaxcal (*Juniperus deppeana* Steud.) o táscate (*Juniperus monticola* Martínez) (63 ha), Pastizal (46 ha), Bosque de cedro (27 ha) y Bosque de encino (25 ha). La flora está constituida por 545 especies, 264 géneros y 73 familias. Clasificándose según la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuatro especies sujetas a protección especial (*Taxus globosa* Schlecht, *Juniperus monticola* Martínez, *Gentiana spathacea* Kunth y *Pseudotsuga macrolepis* Flous), una especie amenazada (*Fucraea bendinghausii* K. Koch) y una especie en peligro de extinción (*Litsea glaucescens* Kunth).

El bosque de oyamel cubre 67 % de la superficie del Parque; el estrato arbóreo está dominado por *Abies religiosa* Kunth Schltdl. Et Cham. Las especies dominantes en el estrato arbustivo son *Archibaccharis hieracioides* Blake, *Baccharis conferta* H.B.K., *Eupatorium hidalgense* Rob., *Fuchsia thymifolia* H.B.K., *Ribes affine* H.B.K., *Salvia elegans* Vahl., *Senecio angulifolius* D. C. y *Stevia monardifolia* H.B.K. El estrato herbáceo lo domina, *Alchemilla procumbens* Rose y el estrato rasante por diferentes especies de musgo, destacando *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp. La capa de musgo y hojarasca varía de tres hasta 25 cm de espesor [17].

D. Diseño de muestreo

En el área de estudio se aplicó el diseño de muestreo al azar, esta tiene una superficie de diez hectáreas donde se evaluaron diez sitios circulares de 100 m² cada uno, con un radio de 5.64 m habiendo distancias aleatorias entre ellas con la intención de cubrir las diferencias en regeneración de oyamel, cobertura arbustiva, exposición y distancia al arbolado semillero. Después de fijar el punto el conteo y las mediciones correspondientes se comenzaron de la orientación norte, siguiendo el sentido de las manecillas del reloj.

E. Variables evaluadas

En el área de estudio se evaluaron las variables densidad de regeneración, altura y mediante la coloración, se estimó el vigor de la plántula. La densidad se obtuvo al contar el número de plántulas por sitio de muestreo y posteriormente se estimó el promedio de plántulas por hectárea. La altura total de la plántula se consideró desde la base hasta la yema apical y se midió con una regla con aproximación al milímetro, el vigor fue cualitativo al clasificar las plántulas en tres colores con el aspecto que manifestaba. El color verde se le otorgó a la planta vigorosa que mostraba las acículas de color verde intenso con tallo turgente y en crecimiento; el color verde-amarillo fue dado a las plantas medianamente vigorosas ya que expresaban acículas verde-amarillas poco turgentes y con yema vegetativa en reposo y el color amarillo se le otorgó a las plantas consideradas como menos vigorosas con las acículas casi completamente amarillas, más cortas y poco inclinadas hacia el suelo, y algunas de ellas con puntas secas y con la yema vegetativa en reposo.

Las variables anteriores se evaluaron en condiciones ambientales y ecológicas siguientes: a) La cobertura arbustiva se clasificó en tres rangos: 1) 91-100%, 2) 81-90% y 3) $\leq 80\%$. La distancia del centro de los sitios de muestreo al arbolado semillero se clasificó en cuatro rangos: 1) 0-50, 2) 50-100, 3) 100-150 y 4) 150-200 metros. La exposición de los sitios encontrados en el área de estudio fueron tres: 1) Noroeste, 2) Oeste y 3) Suroeste.

Así mismo se evaluó las especies arbustivas que fungen como planta nodriza, es decir, se identificó la planta arbustiva y se contó el número de plántulas de oyamel que crecen bajo su cobertura.

F. Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza mediante el paquete estadístico SAS (Institute, SAS) a los datos obtenidos en campo, estos se agruparon por variable independiente similar que tuvo cada sitio (Cobertura de suelo, distancia al árbol semillero y exposición del sitio), cabe aclarar que para cada variable los datos obtenidos por sitio se agruparon de manera diferente. Para el vigor de las plantas y las especies arbustivas que favorecen el establecimiento de las plantas de oyamel se realizaron estadísticos básicos como promedios y porcentajes con la finalidad de establecer las condiciones ecológicas que ayudan a la regeneración natural de *Abies religiosa* después de un incendio forestal.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incendio forestal ocurrido en el Parque Nacional “El Chico” en el año de 1998 afectó una enorme superficie del mismo, en diez hectáreas de dicha superficie que se encuentran en el paraje León Alado, después de 13 años de ocurrido el siniestro, aún se hallan rastros de la vegetación afectada como troncos de árboles quemados, secos de diferente altura y con avances de descomposición de la madera. También se ha establecido una cobertura arbustiva de diferentes especies que han favorecido la regeneración y establecimiento del oyamel de manera natural.

A. Densidad de regeneración

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la densidad de la regeneración con los rangos de cobertura del suelo por el estrato arbustivo, distancia al arbolado semillero y en la exposición de los sitios (Tabla 1). Sin embargo, en la cobertura de 81 a 90% se encontraron promedios de 4833 plántulas por hectárea (Figura 2); y en la cobertura menor o igual al 80% disminuyó ligeramente la densidad 4667 plántulas por hectárea. Cabe mencionar que se obtuvo un error estándar grande lo que significa que existe mucha variabilidad o dispersión de los valores respecto a la media aritmética, dicho de otra manera el error estándar pequeño indica que la dispersión de los puntos alrededor de la línea de regresión son casi perfectos en la ecuación de estimación de la variable dependiente [21].

Tabla I. Significancia para la densidad de regeneración post-incendio en un bosque de oyamel.

Fuentes de variación	Cuadrado Medio			Pr>F
	Gl	Densidad	Error	
Cobertura vegetal	2	79.1ns	415.3	0.828
Distancia al arbolado semillero	2	177.9ns	375.3	0.630
Exposición de los sitios	2	697.5ns	378.8	0.187

ns = No significativo $P \leq 0.05$

Los resultados encontrados se asemejan a los reportados por Lara, Sánchez y Corral [22] al comparar la regeneración de *A. religiosa* en claros del dosel versus sotobosque en el Parque Nacional Cofre de Perote, México, y concluyeron que la regeneración de oyamel es considerablemente mayor en los claros que en el sotobosque. A pesar de que no hubo diferencias estadísticas los resultados obtenidos tienden a ser mayores en coberturas menores a 90%. Pero se debe considerar que el estrato arbustivo está dominado por *Baccharis conferta* la cual deja pasar gran cantidad de energía solar que favorece en gran medida la germinación y crecimiento del oyamel. La regeneración encontrada es suficiente para que se conserve y se mantenga el bosque de oyamel en la región de acuerdo a las normas que establece la Comisión Nacional Forestal Reforestación [23].

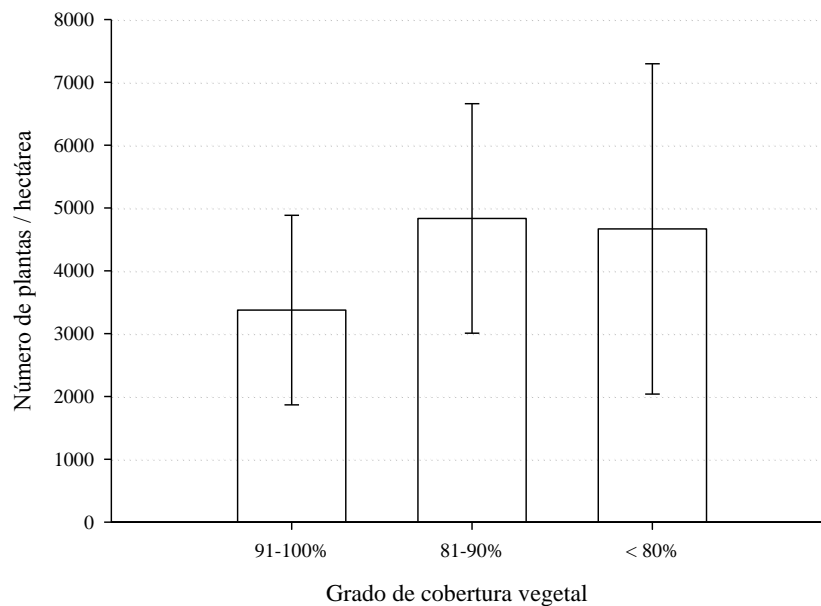


Fig. 2. Densidad de regeneración en *Abies religiosa* en diferentes grados de cobertura vegetal.

Después de 13 años de ocurrido el incendio la cantidad de semilla de oyamel que cae cada año por diseminación del viento, se ve reflejada en el número de plántulas por unidad de superficie, en este caso se obtuvo en promedio 5 350 plántulas por hectárea en distancias de 151 a 200 m al árbol semillero, en sitios evaluados junto al arbolado semillero (0-50 m) la densidad fue de 4 467 plantas / ha. Lo anterior muestra que existe una adecuada diseminación de la semilla en el área de estudio, sin embargo, es escasa la literatura en este tema para comparar los resultados encontrados.

La exposición del sitio presentó influencia en la densidad de la regeneración natural del oyamel, la orientación hacia el Oeste tuvo en promedio 6 100 plantas / hectárea, superando con un 16 % de plantas por hectárea a los sitios que tienen una exposición hacia el noroeste (5 125 plantas/ha), y disminuyendo la densidad hasta 1 325 plantas/hectárea en la exposición suroeste. Los resultados obtenidos coinciden

con los reportados por Madrigal [24] y Rzedowski [25] donde aseveran que la mejor orientación para que se establezca la regeneración de plántulas de *A. religiosa* son las orientaciones Norte, Noreste, Noroeste y Oeste, para este estudio la orientación Oeste benefició a la regeneración, posiblemente se debió a que los sitios de sombra presentan un microclima ideal que favoreció a que la semilla germinara y se estableciera la plántula.

B. Altura de la regeneración natural

Los resultados del análisis de varianza mostraron que existen diferencias significativas ($P \leq 0.001$) en la altura de las plántulas de oyamel presentes en diferentes coberturas de suelo por la vegetación arbustiva, distancia al arbolado semillero y en la exposición de los sitios (Tabla 2). La cobertura de suelo del 91-100% presentó plantas de mayor altura (182.6 cm), mientras que la cobertura de suelo $\leq 80\%$ se encontraron plantas con altura promedio de 89.4 cm habiendo una diferencia de 93.2 cm entre condiciones extremas evaluadas (Figura 3). Es posible que los resultados se deban al establecimiento primeramente de vegetación arbustiva después del ocurrido incendio forestal y posteriormente en ese mismo sitio se establecieron las primeras plantas de oyamel teniendo ahora plantas de mayor tamaño, además de la protección de factores ambientales y la competencia por luz que se presentan en las plantas bajo coberturas de vegetación, promoviendo el crecimiento en altura de las plantas. En sitios con poca cobertura arbustiva las plantas presentaron menor altura tal vez por el efecto limitativo de algunos factores ambientales, además de reconocer que el oyamel es una especie tolerante a la sombra, por lo que no le favorece tener alta intensidad de luz para su buen desarrollo y crecimiento en los primeros años de vida.

Tabla II. Significancia para la altura de la regeneración post-incendio en un bosque de oyamel.

Fuentes de variación	Cuadrado Medio			
	Gl	Altura de planta	Error	Pr>F
Cobertura vegetal	2	315522.2**	1488.4	0.0001
Distancia al arbolado semillero	2	255521.1**	1429.8	0.0001
Exposición de los sitios	2	832716.0**	1342.6	0.0001

** Altamente significativo $P \leq 0.001$

La altura de la regeneración de oyamel fue mayor a distancias mayores (151-200 m) del arbolado semillero con 175.3 cm mientras que la altura promedio fue de 102.3 cm en la regeneración cerca de los arboles semilleros.

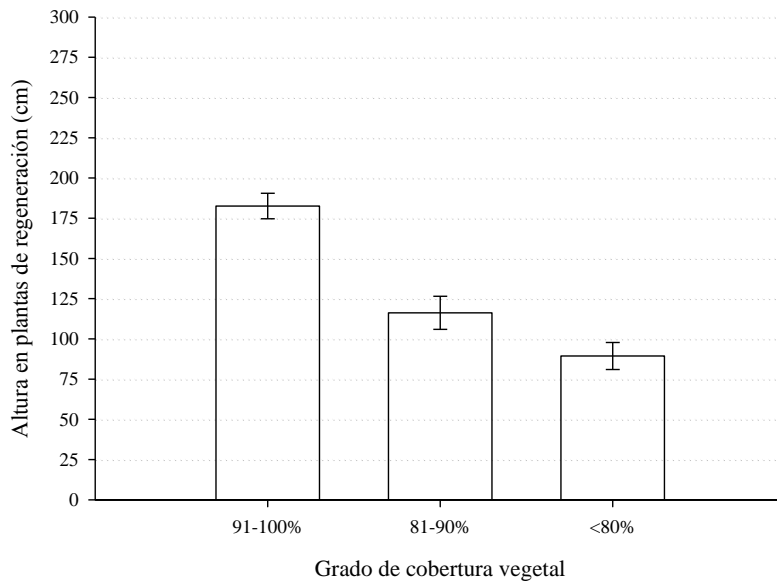


Fig. 3. Altura de la regeneración natural de *Abies religiosa* en diferentes grados de cobertura vegetal.

Las plántulas que se encontraban en la exposición Suroeste tuvieron en promedio una altura de 204.3 cm mientras que las de la exposición Noroeste tuvieron 64.3 cm; habiendo una diferencia de 140 cm (Figura 4). Cabe aclarar que la altura se midió en todas las plantas que se han establecido después de ocurrido el incendio.

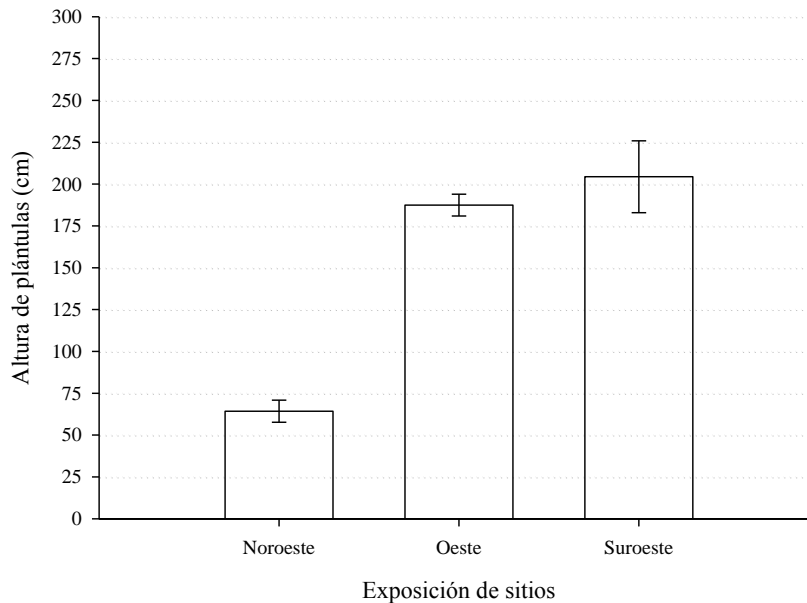


Fig. 4. Altura de la regeneración de *Abies religiosa* en diferente exposición de sitios.

C. *Vigor de las plántulas mediante la coloración*

El color del follaje muestra el vigor y sanidad que tiene la planta en su estado de desarrollo y crecimiento, del total de plantas obtenidas en los diez sitios evaluados se obtuvo en promedio 4200 plántulas / hectárea en toda el área muestreada, de las cuales el 73.6 % presentan una coloración verde consideradas como planta vigorosa por presentar hojas turgentes y con el brote terminal en crecimiento, mientras que el 24 % tiene una coloración verde-amarillenta considerada como medianamente vigorosa al mostrar hojas poco turgentes y con yema vegetativa en reposo, el resto de las plantas se consideraron como poco vigorosas.

Así mismo, las plantas que se encuentran bajo la cobertura del estrato arbustivo (192 plantas) el 88.9 % son plantas vigorosas (verdes) y el 9.7 % tienen una coloración verde-amarilla. Las plantas sin cobertura arbustiva solo el 57.4 % son plántulas vigorosas y se obtuvo que el 39.2 % son plántulas medianamente vigorosas. Las plantas de *A. religiosa* presentaron mayor vigor bajo cobertura del estrato arbustivo (Tabla 3).

Tabla III. Vigor de la regeneración natural de *Abies religiosa* definida por la coloración de la planta.

	Coloración			Plantas/Ha
	Verde (%)	V-A (%)	Amarilla (%)	
Plantas de oyamel bajo cobertura arbustiva	88.9	9.7	1.4	2160
Plantas de oyamel sin cobertura arbustiva	57.4	39.2	3.4	2040
Total de plantas de oyamel en el área	73.6	24.0	2.4	4200

Verde= Planta vigorosa que mostraba las acículas de color verde intenso con tallo turgente y en crecimiento;
 V-A (Verde-Amarillo)= Planta medianamente vigorosa con acículas verde-amarillas poco turgentes y yema vegetativa en reposo
 Amarillo= Planta poco vigorosa con acículas casi completamente amarillas, más cortas e inclinadas hacia el suelo con puntas secas y la yema vegetativa en reposo.

D. *Especies que propician la regeneración de Abies religiosa*

La especie de *Baccharis conferta* comúnmente conocida como escobilla es la que tuvo el mayor número de plantas (119) de *A. religiosa* bajo su cobertura. Lo que indica que esta especie tiene la función de planta nodriza en los primeros años para el oyamel; bajo la cobertura de la escobilla se encontraron un 84.0 % más que en el resto de las especies arbustivas que también fungen como nodrizas para las plántulas del oyamel (Tabla 4). La escobilla presenta una conformación estructural como parecida a la figura de un globo inflado, con follaje en los extremos de las ramas que corresponde al último crecimiento del año, no retiene su follaje en el interior de dicha forma, solo se encuentran las estructuras de las ramas dejando pasar suficiente cantidad de luz hasta el suelo. Otras de las especies presentes en el estrato arbustivo lucen diferente conformación de la copa y mantienen el follaje de sus ramas por mayor tiempo dejando pasar poca luz solar. Lo anterior es posible que no mantenga condiciones micro-ambientales favorables para la regeneración de la especie.

Tabla IV. Número de plántulas de *Abies religiosa* bajo la cobertura específica de una especie arbustiva.

Especie	Plantas de <i>Abies religiosa</i> bajo la cobertura arbustiva de
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	119
<i>Ribes affine</i> H.B.K.	19
<i>Quercus mexicana</i> Humb. & Bonpl.	19
<i>Quercus rugosa</i> Née	13
<i>Arctostaphylos discolor</i> Kunth	13
<i>Eupatorium ligustrinum</i> (DC.) King. & Rob.	12
<i>Arbutus glandulosa</i> M. Martens & Galeotti.	12
<i>Prunus serótina</i> McVaugh	2
<i>Muhlenbergia ramulosa</i> (Kunth) Swallen	2
<i>Juniperus monticola</i> Martínez	1
<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzsch ex Endl.	1
<i>Buddleia parviflora</i> Kunth	1

Con los resultados encontrados se confirma lo mencionado por Snook [26] al aseverar que *Baccharis conferta* es una especie de nodriza que facilita la regeneración natural del oyamel. Otro estudio realizado por Musálem y Gómez [27], dice que en las áreas perturbadas por la tala, sobre todo donde existe pastoreo, es frecuente encontrar *Juniperus monticola* y *Baccharis conferta*, que desaparecen conforme se va recuperando el bosque original, pero que estas dos especies son poco frecuentes en áreas perturbadas por el fuego, sin embargo, en este estudio *Baccharis conferta* fue la especie más frecuente a pesar de que el área sufrió un incendio forestal en 1998.

IV. CONCLUSIONES

Después de ocurrido el incendio forestal en 1998 en el Parque Nacional “El Chico” que afectó al paraje León Alado, la vegetación se encuentra en proceso de recuperación al encontrar una regeneración natural de *Abies religiosa* con densidad promedio de 4200 plantas por hectárea. Valor considerado superior a la densidad ideal para que se establezca y regrese a su estado original el bosque de oyamel.

A los renuevos de oyamel les favorece el estar en cobertura arbustiva entre 80 y 91%. La especie arbustiva que funge como nodriza fue *Baccharis conferta*, al tener bajo su cobertura un total de 119 plantas de oyamel superando con el 84 % al resto de las especies arbustivas presentes.

La exposición suroeste tuvo plántulas con promedio de altura de 204.3 cm. Además, se presentó una satisfactoria diseminación de la semilla por los árboles semilleros ya que hasta distancias de 200 m se encontraron densidades mayores a 5350 renuevos por hectárea de diferentes alturas.

REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2012. Reporte anual de resultados de incendios forestales 1998-2011. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs>. Fecha de consulta 22/Abril/2012.
- [2] Ferrusquía V., I. 1998. Geología de México: una sinopsis. In: Diversidad biológica de México, origen y distribución, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp. 3-108.
- [3] Alvarado R. D. y T. Hernández T. 2002. Decline of sacred fir in the Desierto de los Leones National Park. In: Fenn M. E. Bauer L. I. y Hernández-Tejeda T. Eds. Urban Air Pollution and Forests: Resources at Risk in the Mexico City Air Basin. Springer-Verlag, Nueva York. pp 243-260.

- [4] Gimeno G. E., Andreu, V. and Rubio, J.L., 2000. Changes in organic matter, nitrogen, phosphorus and cations as a result of fire and water erosion in a Mediterranean landscape. *Eur. J. Soil Sci.*, 51: 201-210.
- [5] Mayor S. J., Schaefer J. A., Schneider D. C., y Mahoney S. P. 2007. Spectrum of selection: new approaches to detecting the scale-dependent response to habitat. *Ecology* 88: 1634-1640.
- [6] Bronnum, P., 2005. Preplanting indicators of survival and growth of desiccated *Abies procera* bare root planting stock. *Scand. J. For. Res.*, 20: 36-46.
- [7] Van der Salm C., de Vries W., Reinds G. J., y Dise N. B. 2007. N leaching across European forests: derivation and validation of empirical relationships using data from intensive monitoring plots. *Forest Ecology and Management* 238: 81-91.
- [8] Kasischke E.S. y Stocks B. J. (Eds) (2000) 'Fire, Climate Change, and Carbon Cycling in the Boreal Forest.' (Springer-Verlag: NewYork).
- [9] Harcombe, P.A. 1987. Tree life tables. *BioScience*. 37:557-568.
- [10] Simard S. W., Jones M. D., Durall D. M., Hope G. D., Stathers R. J., Sorensen N. S., y Zimonick B. J. 2003. Chemical and mechanical site preparation: effects on *Pinus contorta* growth, physiology, and microsite quality on grassy, steep forest sites in British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 33:1495-1515.
- [11] Manzanilla B. H. 1974. Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. SAG. 165 p.
- [12] Jobidon R. 1992. Some future directions for biologically based vegetation control in forestry research. *Forest Chron.* 67:514-519.
- [13] Rizvi S. J. H. y V. Rizvi 1992. Allelopathy: Basic and Applied Aspects. Chapman and Hall, London. 248 p.
- [14] Flores G. J G 2009. Impacto ambiental de incendios forestales. INIFAP, COLPOS, MUNDI-PRENSA. México, D. F. 325 p.
- [15] Villavicencio M. A., B. A. Pérez E., Marmolejo S., y E. Pérez M. 1992. Programa de Manejo del Parque Nacional El Chico. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 422 p.
- [16] Consejo Estatal de Ecología de Hidalgo (COEDEHGO) 2012. Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en <http://coedeh.hidalgo.gob.mx> Fecha de consulta 22/Abril/2012.
- [17] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2005. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico, México. México, D. F. 236 p.
- [18] Solano M. C. 1998. Estudio ecológico-cuantitativo de los estratos herbáceo y arbustivo en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. México. 120 p.
- [19] Galindo, C., S. Franco., M. Flores., C. Lazcano., S. Franco, y R. Cortéz. 1988. Plan de Manejo Parque Nacional El Chico. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Pachuca, Hidalgo. 55 p.
- [20] Melo G. C. 1994. Parque Nacional "El Chico", Marco geográfico Natural y propuesta de zonificación para su manejo operativo. Investigaciones Geográficas. Boletín No. 28.UNAM. 165 p.
- [21] Said I. G. 2005. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Editorial Trillas, 2Ed. México. D. F. 643 p.
- [22] Lara G. R.; L. R. Sánchez V. y J. Corral A. 2009. Regeneración de *Abies religiosa* en claros del dosel versus sotobosque, Parque Nacional Cofre de Perote, México. *Agrociencia* 43(7):739-747.
- [23] Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2010. Prácticas de reforestación. Manual básico. Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la CONAFOR. México. D. F. 66 p.
- [24] Madrigal S. X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de bosques de oyamel (*Abies religiosa* H.B.K. Schl et Cham.) en el valle de México. Tesis Profesional. México, D. F. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 111 p.
- [25] Rzedowski J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa México D. F. 432 p.

- [26] Snook L. 1993. Conservation of the Monarch butterfly reserves in México: Focus on the forest. *In*: Malcolm, S., and M. Zalucki (eds). *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*. Science Series No. 38, Natural History Museum of Los Angeles County, pp. 362–375.
- [27] Musálem M. A. y R. Gómez G. 2003. Monografía de *Abies religiosa* H.B.K. Schl. et Cham. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, México. 226 p.