

Aspectos ecológicos de *Pseudotsuga menziesii* en el ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Querétaro

FRANCISCO ALBERTO DOMÍNGUEZ ÁLVAREZ[†]
J. JESÚS VARGAS HERNÁNDEZ[†]
JAVIER LÓPEZ UPTON[†]
PORFIRIO RAMÍREZ VALLEJO[†]
ENRIQUE GUÍZAR NOLAZCO^{**}

Resumen. Con el propósito de describir las condiciones ecológicas, así como la composición botánica y estructura de la población de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en el Ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Qro., se llevó a cabo un muestreo de suelos y de vegetación en los rodales de esta localidad. El sitio de estudio tiene una posición geográfica intermedia entre las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* del NE y del centro de México, por lo que el análisis de las condiciones ecológicas de esta localidad puede ser útil para entender el proceso de dispersión de este género en México. De los sitios de muestreo se obtuvo información de las características físico-químicas de los suelos, la composición botánica, la estructura y la regeneración natural. La población se localiza a una altitud de 2 780 a 2 980 m, en exposiciones NO, N y NE, con pendientes de 51 a 100% y forma parte de una comunidad de *Quercus greggii*-*Pseudotsuga menziesii*-*Abies religiosa*. Los suelos son delgados, ricos en P y Ca, y pobres en K y Mg. La estructura poblacional no está balanceada, ya que presenta deficiencias de árboles en las categorías inferiores de tamaño y la regeneración natural de la especie es escasa, por lo que requiere de un programa especial de manejo para aumentar el reclutamiento de plántulas y asegurar su permanencia en el sitio.

Palabras clave: *Pseudotsuga menziesii*, suelos, estructura, regeneración natural.

Abstract. To describe the ecologic conditions, botanical composition and population structure of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, at ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Qro., soil and vegetation samples from this location were analyzed. The study site is geographically located between the NE and central Mexico,

[†]Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, 56230.
fa@colpos.mx

^{**}División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.

so a review of the ecological conditions in this population might be useful to understand the dispersion of *Pseudotsuga menziesii* in these regions. Information on physical and chemical characteristics of soils, botanical composition, population structure, and natural regeneration was obtained from the sampling. *Pseudotsuga menziesii* stands are located at elevations between 2780 and 2980 m, on steep slopes with NW, N and NE expositions; the community is dominated by *Quercus greggii*, *Pseudotsuga menziesii* and *Abies religiosa*. Soils are relatively shallow, rich in P and Ca, and poor in K and Mg. Population structure is unbalanced, with a low proportion of trees in the smaller size categories and scarce natural regeneration of the species, so a special management program is required to increase seedling recruitment and ensure its presence in this location.

Key words: *Pseudotsuga menziesii*, soils, structure, natural regeneration.

Introducción

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco es una de las coníferas más importantes del mundo por su amplia distribución, por la superficie plantada en varios países y por su valor económico (Owston y Stein, 1974; Hermann y Lavender, 1999). En América, el área de distribución natural de la especie es muy amplia. En la costa del Pacífico se extiende desde los 55° de latitud norte, en Columbia Británica y Alberta en Canadá, hasta al norte de California en Estados Unidos de América; en las Montañas Rocallosas, desde la parte central de Columbia Británica, hasta el sur de Estados Unidos (Fowells, 1965). En México, la distribución natural comprende los estados de Chihuahua, Sonora, Coahuila, Durango y Zacatecas en la Sierra Madre Occidental, así como Nuevo León y Tamaulipas en la Sierra Madre Oriental. En la región central del país se encuentra en los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Veracruz (Domínguez, 1986). En la Sierra Madre de Oaxaca, en el Sur de México, alcanza el límite mundial más septentrional a los 17° 01' 05" de latitud norte (Acevedo, 1998).

En los últimos años se han identificado y descrito nuevas poblaciones naturales de *P. menziesii* en México, destacando las de Huayacocotla, en el estado de Veracruz (Domínguez, 1986) y Santa Catarina Ixtepeji, en Oaxaca (Acevedo, 1998). Estos hallazgos han permitido actualizar la distribución natural del género en México, y su descripción ha contribuido al conocimiento de las condiciones ecológicas en las que prospera esta especie en el país. Por otra parte, las nuevas poblaciones también representan importantes recursos genéticos y nuevas fuentes de variación para el uso y conservación de la especie.

La mayoría de las poblaciones de *P. menziesii* conocidas en México, particularmente las de la región central del país, ocupan superficies pequeñas, aisladas, sumamente fragmentadas y sujetas a una fuerte presión antrópica. Sin embargo, existen indicios paleobotánicos de que en el pasado geológico de México este gé-

nero tenía una distribución más amplia, ocupando vastas extensiones en la actual cuenca de Sabinas, Coah., en el Valle de México y en el norte de Chiapas (Rzedowski *et al.*, 1977). Esto permite suponer que deben existir otras poblaciones aisladas como relictos en áreas que aún no han sido completamente exploradas en la Sierra Madre Oriental y en la Sierra Madre del Sur.

En este documento se describen las condiciones ecológicas, la composición botánica y la estructura poblacional de *P. menziesii* en el ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Querétaro. Esta localidad destaca por representar una posición geográfica intermedia entre las poblaciones del norte y las del centro-sur de México, especialmente entre aquellas de la Sierra Madre Oriental y las del Eje Neovolcánico. Estudios recientes muestran diferencias morfológicas entre las poblaciones de estas dos regiones (Reyes, 2002). El análisis de las condiciones ecológicas en que se encuentra *P. menziesii* en el ejido La Barranca puede ser útil para establecer la conexión entre las poblaciones del norte y centro del país, y contribuir a explicar su proceso de dispersión y diferenciación en México.

Con base en lo anterior, los objetivos de este trabajo son describir las propiedades físico-químicas de los suelos, la composición y estructura de los rodales de *P. menziesii* en la localidad del ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Qro.

Material y métodos

Delimitación del área de estudio

La población de *P. menziesii* se localiza en los terrenos del ejido La Barranca, municipio de Pinal de Amoles Qro., entre los 20° 58' a 21° 21' N y 99° 26' a 99° 43' O, con una altitud promedio de 2880 m. Fisiográficamente, la población se ubica en la Provincia V Sierra Madre Oriental en la Subprovincia Carso-Huasteco. El origen geológico del área estudiada se remonta al período Cretácico de la era mesozoica. El material parental es de tipo sedimentario y la unidad litológica predominante es la caliza (INEGI, 1995).

El clima de la zona es del tipo templado subhúmedo con lluvias en verano (C(w2)); la temperatura media anual es cercana a los 12° C y la precipitación anual varía de 800 a 1 000 mm (INEGI, 1995). La localidad se ubica en la Región Hidrológica No. 26 Río Pánuco, en la subcuenca del río Santa María Bajo, tributario del río Tamuín. El tipo de vegetación dominante en el área de estudio es el bosque de pino-encino (Argüelles *et al.*, 1991; Arreguín *et al.*, 1997). La población de *P. menziesii* ocupa cuatro rodales discontinuos con una superficie total de 154.6 ha. Para ubicar geográficamente los rodales de *P. menziesii* se realizaron tres recorridos exploratorios en el terreno con el auxilio de seis fotografías aéreas escala 1:75 000, un estereoscopio de bolsillo y las cartas topográficas escala 1:50 000 Peña Miller F-14-C-47 y Jalpan F-14-C-48 (INEGI, 1972, 1989). La información de las fotografías se transfirió a un plano base construido con las cartas topográficas;

las fotografías aéreas fueron restituidas en un Estereosketch para delimitar los rodales de interés. La superficie total de los rodales en el mapa se obtuvo mediante un planímetro óptico.

Muestreo de suelos y de la vegetación

Para el registro de variables del estrato arbóreo se establecieron sitios rectangulares de 1 000 m². En cada uno de ellos se delimitaron subsitios concéntricos de 500 m² para evaluar el estrato arbustivo y la regeneración natural y subsitios concéntricos de 10 m² para evaluar el estrato herbáceo.

Para definir el tamaño de muestra se empleó el método de la “media corrida”, que considera el número de individuos de la especie de interés por sitio de muestreo (Kershaw, 1964). Mediante este método, se estimó un tamaño mínimo de ocho sitios de muestreo para evaluar la composición florística del área de estudio; sin embargo, se utilizó un total de 10 sitios, lo que representa una intensidad de muestreo de 0.65 %. La distribución de la muestra se realizó en forma completamente al azar en los cuatro rodales de la localidad. En cada sitio de muestreo se registró la altitud con un altímetro-barómetro Thommen TX; la exposición con una brújula Silva; la pendiente con un clinómetro Suunto; y las coordenadas geográficas con un geoposicionador Garmin IVS. Estas características fueron corroboradas en las cartas topográficas y en las fotografías aéreas.

En el centro de cada uno de los sitios de muestreo se cavó un pozo edafológico a cielo abierto para el levantamiento de muestras de 1 kg de suelo por perfil. Los análisis físico-químicos de cada muestra se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Colegio de Postgraduados. Se determinó la textura, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, nitrógeno total, relación carbono-nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico total, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio intercambiables utilizando los protocolos estándares de este laboratorio (Chapman y Pratt, 1979).

Para caracterizar el estrato arbóreo se consideraron a las especies con individuos de diámetro normal (medido a 1.30 m de altura) igual o mayor a 10 cm y con altura mayor de 7 m. En el estrato arbustivo las de altura menor a 7 m, y en el herbáceo, las de altura menor a 1.30 m. La regeneración natural de las especies arbóreas incluyó a individuos con diámetro igual o menor a 7.5 cm y altura menor a 5 m. En cada uno de los individuos presentes en cada estrato se determinó la altura, diámetro del tallo (excepto en el estrato herbáceo) y la cobertura de la parte aérea (longitudes N-S y E-O). Además, se colectaron dos ejemplares botánicos de cada especie presente en cada estrato por sitio, con un equipo para recolección botánica; las muestras se enviaron para su identificación al herbario CHAP de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

Análisis de la información

Con la información de las muestras de suelos se obtuvieron los valores promedio y extremos para cada una de las variables físico-químicas. Para describir la composición de los rodales se calcularon valores absolutos y relativos de frecuencia, densi-

dad, área basal y cobertura de copa por estrato y para la regeneración natural; los valores de importancia por área basal y cobertura de copa por especie se obtuvieron mediante la suma de los valores relativos respectivos (Cox, 1972; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Franco *et al.*, 1985; Magurran, 1988). Con base en las frecuencias absolutas de individuos por categoría de diámetro y altura se obtuvo la estructura poblacional de *P. menziesii* en esas características.

Resultados y discusión

Condiciones fisiográficas

Los rodales de *P. menziesii* del ejido La Barranca, Pinal de Amoles se ubican en una serie de cuatro cañones discontinuos orientados norte-sur, en terrenos con pendientes de 51 a 100 % en exposición predominante al NO-NE. El intervalo altitudinal es de 2 780 a 2 980 m (Fig. 1).

Esta población se ubica a mayor altitud que otras de la región Central de México, pero dentro del intervalo ocupado por algunas poblaciones en otras regiones del país, por ejemplo, la de Tepehuanes, Dgo., en la Sierra Madre Occidental y la de Sierra de la Marta, Coah., en el NE de México (Cuadro 1). La exposición de los rodales del ejido La Barranca también coincide con la de otras poblaciones del mismo género en México. La mayoría de ellas se ubican en mayor grado en exposiciones Norte (NO y NE), que son más frescas y húmedas que las exposiciones Sur (Pritchett, 1986). Sin embargo, la pendiente del terreno en este sitio es mucho más pronunciada que la existente en otras poblaciones, excepto en Santa Catarina Ixtepeji, y superior a la que se reporta para Huayacocotla (Cuadro 1).

Influencia humana

Los rodales motivo del estudio se encuentran segregados del aprovechamiento forestal. Sin embargo, enfrentan condiciones adversas asociadas a diversas prácticas de los ejidatarios, destacando el pastoreo de caprinos y bovinos sin control. Además se utiliza la quema de pastos nativos para renovar la fuente de forraje para los animales. Estos factores han originado incendios de diversa magnitud que han afectado fundamentalmente a la regeneración natural de las especies arbóreas en la comunidad.

Características físico-químicas de los suelos

La profundidad efectiva de los suelos en la localidad varía de 59 a 100 cm, con tres horizontes bien diferenciados de diferente espesor: el horizonte orgánico (Ho) y dos horizontes minerales (A₁ y A₂) (FitzPatrick, 1984). Estos horizontes son arcillosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-arenosos, respectivamente. El pH en el perfil del suelo varió de 4.4 en la parte superior a 7.7 en la inferior, con un promedio de 6.6; estas diferencias se deben a que los horizontes más cercanos a la superficie presentaron mayor contenido de materia orgánica (45.2 %) y agua, originando

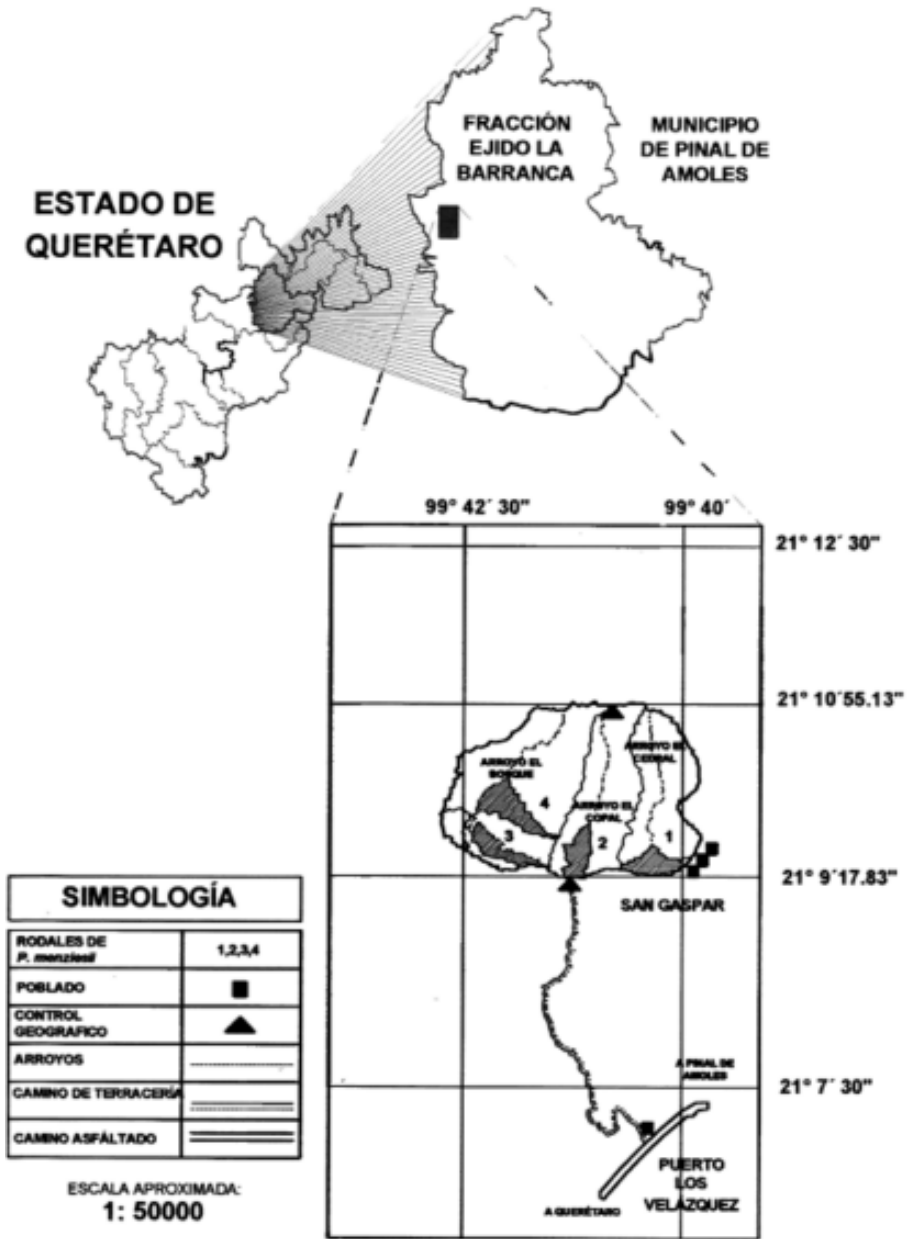


Fig. 1. Mapa de distribución natural de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en el Ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Querétaro.

Cuadro 1. Condiciones fisiográficas de Pinal de Amoles, Qro., respecto a otras poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en diferentes regiones geográficas de México

Población	Región	Localización		Altitud (m)	Exposición	Pendiente (%)
		Latitud N	Longitud O			
Pinal de Amoles, Qro.	Centro	21° 9' 3"	99° 41' 20"	2780-2980	NO, N, NE	51 a 100
Tepehuanes, Dgo.	N	25° 26' 5"	105° 34' 2"	2500-3100	NO, N, NE	22 a 77
Sierra de la Marta, Coah.	NE	25° 14' 3"	100° 28' 7"	2600-3360	N, NO	35 a 65
Huayacocotla, Ver.	Centro	20° 24' 16"	98° 28' 6"	2420-2660	NO, N, NE	23 a 39
Sta. Catarina Itepeji, Oax.	Centro	17° 9' 38"	96° 37' 56"	2400-2720	NO, N, E	27 a 100

mayor acidez; en los horizontes inferiores disminuyó drásticamente el contenido de materia orgánica (1.6 %), lo que generalmente modifica el valor del pH hacia la alcalinidad (Pritchett, 1986).

La conductividad eléctrica presentó una reducida variación, con una amplitud de 0.02 a 0.03 mmhos-cm. El contenido de nitrógeno siguió una tendencia similar al de la materia orgánica, con valores hasta de 1.47 % en el horizonte orgánico, pero menores de 0.10 % en los horizontes minerales. Sin embargo, debido a la mayor reducción del C en el perfil del suelo, la relación C/N se redujo drásticamente del horizonte superficial (54.19) a los horizontes subyacentes (6.09).

La capacidad de intercambio catiónico fue relativamente elevada en los tres horizontes, con valores promedio de 49.81, 28.95 y 26.34 meq / 100 g, respectivamente. Los suelos son relativamente pobres en potasio (0 a 0.6 meq / 100 g), magnesio (0.2 a 2.6 meq /100 g) y sodio (trazas a 1.97 meq /100 g); pero con contenidos aceptables de fósforo (1 a 98 ppm) y calcio (3.6 a 73.9 meq /100 g). Estos suelos son similares a los de Huayacocotla, Ver. en la mayoría de las características evaluadas (Domínguez, 1986). Las diferencias que se encontraron entre los suelos de ambas poblaciones fueron en el espesor del horizonte orgánico, así como en el contenido de potasio y de magnesio; en estos casos, los suelos del ejido La Barranca fueron más pobres que los de Huayacocotla.

Composición florística

De acuerdo al valor de importancia de las especies arbóreas, los rodales analizados se pueden caracterizar como una comunidad de *Quercus greggii*-*Pseudotsuga menziesii*-*Abies religiosa* (Cuadro 2). El estrato arbustivo se integra con *Garrya laurifolia* Benth. y *Baccharis conferta* Kunth en una baja densidad de individuos por hectárea, pre-

Cuadro 2. Composición florística y valores de importancia por estrato de los rodales de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en Pinal de Amoles, Qro.

<i>Especie</i>	<i>Frec.</i> (%)	<i>Densidad</i> (Ind./ha)	<i>Área</i> <i>basal</i> (m ² /ha)	<i>Cobertura</i> <i>copa</i> (m ² /ha)	<i>Valor de</i> <i>importancia</i>	
					A. B. ¹	C. C. ²
a) Estrato arbóreo						
<i>Quercus greggii</i> Trel.	90	990	72.60	10419.02	69.80	67.40
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	100	760	83.83	12174.62	68.91	66.44
<i>Abies religiosa</i> Schl. et. Cham.	90	580	49.98	8618.38	50.65	51.99
<i>Quercus</i> sp.	80	510	48.54	908.31	46.23	49.00
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	50	380	34.88	4941.10	32.13	30.85
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	20	120	7.05	1515.05	9.66	10.47
<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>arguta</i> Kunth	30	50	0.68	24.66	7.53	7.82
<i>Pinus patula</i> Schl. et. Cham.	20	40	2.64	61.12	5.93	6.33
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	20	40	0.60	1837.84	5.26	5.44
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	10	40	2.41	56.72	3.89	4.27
b) Estrato arbustivo						
<i>Garrya laurifolia</i> Benth.	50	210	0.5892	2572.19	47.70	50.38
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	60	110	0.0049	690.54	3.69	27.34
c) Estrato herbáceo						
<i>Eupatorium hidalgense</i> Rob.	90	260		366.86		40.46
<i>Senecio</i> sp.	60	300		220.71		37.36
<i>Senecio toluccanus</i> D.C.	20	100		486.89		12.45
<i>Asplenium monanthes</i> L.	30	50		3.51		10.48
<i>Berberis eutrifolia</i> (Fedde) C.H. Muller	20	40		3.29		7.53
<i>Penstemon</i> sp.	20	30		30.94		6.71
<i>Physalis</i> sp.	20	30		9.12		6.71
<i>Cruciferae</i> 2	10	50		5.43		6.23
<i>Brickellia</i> sp.	20	20		30.47		5.89
<i>Baccharis multiflora</i> Kunth	10	30		87.95		4.59
<i>Senecio angulifolius</i> D.C.	10	30		13.67		4.59
<i>Rubus pringlei</i> Rydb.	10	20		2.67		3.77
<i>Compositae</i> 2	10	10		31.42		2.95
<i>Senecio sanguisorbae</i> D.C.	10	10		17.67		2.95
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> Kunth	10	10		14.31		2.95
<i>Compositae</i> 1	10	10		3.85		2.95
<i>Cruciferae</i> 1	10	10		0.53		2.95

¹ A. B. Área basal; ² C. C. Cobertura de copa

sentes en el 50-60 % de los sitios. En el estrato herbáceo destacan *Eupatorium hidalgense* Rob. y *Senecio albonervius* Greenm. con una alta densidad de individuos por hectárea en la mayoría de los sitios de muestreo. La composición botánica de estos rodales es similar a la que poseen aquellos de Huayacocotla, Ver., por la presencia en común de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Arbutus xalapensis* Kunth y *Alnus jorullensis* Kunth en el estrato dominante y de varias especies de la familia Compositae en el herbáceo.

Estructura de la población y regeneración natural

El diámetro normal del tronco en los árboles de *P. menziesii* varió de 10 a 80 cm, aunque la mayoría se concentró en la categoría de 20 cm (Fig. 2a). En general, más del 80 % de los individuos adultos tiene diámetros menores a 40 cm y menos del 10 % rebasa los 60 cm, por lo que puede considerarse una población relativamente joven, con escasos individuos sobremaduros y viejos. Esta estructura diamétrica es similar a la encontrada en Sta. Catarina Ixtepeji, Oaxaca, con diámetros máximos de 85 cm, pero con la mayoría de los árboles en las categorías diamétricas inferiores (Acevedo, 1989). También es similar a la de Huayacocotla (Domínguez, 1986) y a la de Tepehuantes (Nájera, 1990), donde más del 80 y 95 % de los árboles, respectivamente, tiene entre de 10 y 40 cm; el resto es arbolado de 45 a 70 cm y de 45 a 115 cm, respectivamente. En forma similar al diámetro, la estructura vertical de *P. menziesii* en el ejido La Barranca es muy amplia, con individuos que varían desde 7 hasta 45 m de altura, aunque la mayoría de ellos se concentra entre los 15 y 29 m; sólo el 10 % tiene una altura superior a los 30 m (Fig. 2b).

Cuadro 3. Valores absolutos y de importancia para la regeneración natural de los rodales de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en Pinal de Amoles, Qro.

<i>Especie</i>	<i>Frec.</i> (%)	<i>Densidad</i> (Ind./ha)	<i>Área</i> <i>basal</i> (m ² /ha)	<i>Cobertura</i> <i>copa</i> (m ² /ha)	<i>Valor de</i> <i>importancia</i>	
					<i>A. B.</i> ¹	<i>C. C.</i> ²
<i>Quercus sp.</i>	30	440	0.9181	2959.09	65.69	70.43
<i>Abies religiosa</i>	70	370	0.6906	2482.22	67.47	66.06
<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>arguta</i>	40	160	0.1249	1015.36	22.73	30.27
<i>Quercus crassifolia</i>	20	100	0.2232	767.04	19.74	18.99
<i>Arbutus xalapensis</i>	30	100	0.1146	326.68	19.04	18.08
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	30	70	0.1674	598.57	18.76	18.39
<i>Pinus hartwegii</i>	40	80	0.0462	119.90	14.78	17.29
<i>Alnus jorullensis</i>	30	40	0.1202	217.71	15.20	13.12
<i>Pinus cembroides</i>	10	10	0.0465	166.19	5.06	4.95
<i>Quercus greggii</i>	10	10		2.55		2.9

¹ A. B. Área basal; ² C. C. Cobertura de copa

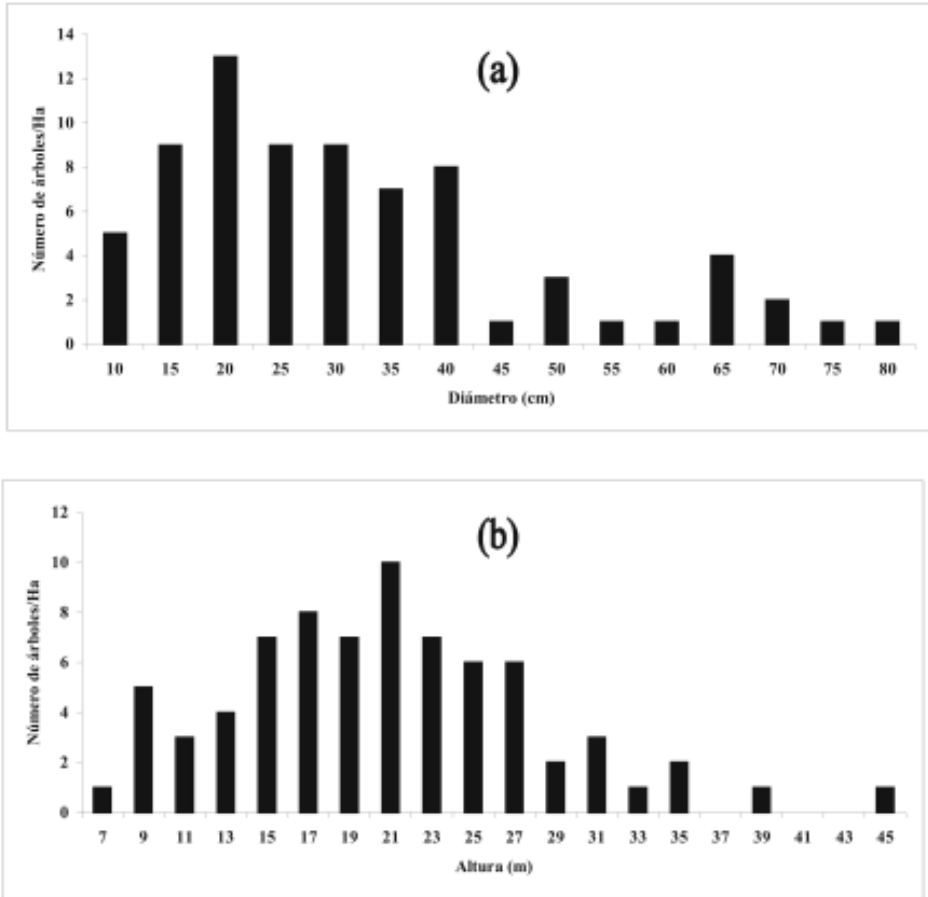


Fig. 2. Distribución del diámetro normal (a) y de la altura (b) del arbolado de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la población de Pinal de Amoles, Qro.

La densidad de individuos juveniles en este sitio es notablemente menor a la registrada en Huayacocotla (Domínguez, 1986) y en la sierra de la Marta (Franco, 1990). Las causas de la baja densidad de renuevos puede deberse al constante pastoreo de ganado caprino y bovino sin control dentro de los rodales y por la notable depredación de estróbilos de *P. menziesii* por las ardillas y otros roedores, además de los incendios forestales (Cuadro 3).

Implicaciones para la conservación

La población de *P. menziesii* en el ejido La Barranca posee una posición geográfica intermedia entre las localidades del Norte y del Centro de México. Las condicio-

nes de fisiografía de esta localidad son similares a otras de la región Norte. Sin embargo, las características de los suelos tienen mayor afinidad con las de la región Central. Es importante señalar que *P. menziesii* no es la especie dominante en ninguna de las comunidades descritas hasta la fecha en México.

Por otro lado, la estructura del arbolado de *P. menziesii* en el sitio de estudio muestra un fuerte desbalance, con un déficit de individuos en las categorías iniciales de diámetro y altura y una mayor concentración en las categorías intermedias. En esta localidad existen fuertes problemas de reclutamiento natural de plántulas de *P. menziesii*, lo que pone en riesgo la permanencia de la especie en el sitio. La cantidad y distribución de renuevos es insuficiente para mantener el ciclo de renovación de la masa. Ledig *et al.* (2000) consideran que se requiere una proporción relativa de renuevos mayor al número de adultos para mantener estable la población, debido a la elevada tasa de mortalidad que existe en edades tempranas por la competencia con otras especies. La proporción de renuevos-adultos de *P. menziesii* en esta localidad es de solo 0.09, muy baja en comparación con la de *Quercus sp.* (0.86), *Abies religiosa* (0.64), *Alnus acuminata* spp. *arguta* (3.2), *Q. crassifolia* (0.83) y *Arbutus xalapensis* (2.50). Esto confirma una tendencia hacia el desplazamiento de la regeneración natural de *P. menziesii* por los brinzales de las otras especies leñosas en la mayoría de los sitios muestreados.

La población de *P. menziesii* en el ejido La Barranca, por su aislamiento con respecto a otras poblaciones de la misma especie, representa una fuente potencial de recursos genéticos que podrían ser utilizados en localidades similares o en combinación con los de otros sitios para expandir el nicho ecológico de la especie. Además, constituye una fuente adicional de germoplasma para los programas de reforestación o de plantaciones comerciales en la región, con un amplio potencial de aprovechamiento para los habitantes del Ejido La Barranca. En virtud de las condiciones ecológicas que presentan es importante establecer un programa de manejo de estos rodales que incluya la producción de semilla para establecer plantaciones de conservación *ex situ*, además de prácticas silvícolas que estimulen la regeneración natural de la especie, dadas las severas deficiencias existentes en el reclutamiento de individuos.

Agradecimientos. Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el apoyo financiero al proyecto 33617-B “Diversidad genética y conservación de *Pseudotsuga* en México”, que permitió la realización de este trabajo. A la comunidad de San Gaspar, Ejido La Barranca, por haber autorizado la realización del mismo. Al Sr. Melesio Rosas Espinosa del Laboratorio de Fotogrametría y Fotointerpretación de la División de Ciencias Forestales de la UACH, Chapingo, Méx., por su valiosa colaboración en la elaboración del mapa de los rodales de *P. menziesii* en el Ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Querétaro.

Literatura citada

- ACEVEDO R., R. 1998. *Estudio sinecológico del bosque de Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco var. oaxacana Debreczy & Racz, en la zona de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México*. Tesis. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 105 pp.
- ARGÜELLES E., R. FERNÁNDEZ Y S. ZAMUDIO. 1991. Listado florístico preliminar del Estado de Querétaro. Fascículo complementario II. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*. 155 p.
- ARREGUÍN S., M. L., G. CABRERA L., R. FERNÁNDEZ N., C. OROZCO L., B. RODRÍGUEZ C. Y M. YÉPEZ B. 1997. *Introducción a la flora del Estado de Querétaro*. CONCITEQ-IPN-UACH. Querétaro, Qro. 361 p.
- COX, G. W. 1972. *Laboratory manual of general ecology*, 2nd ed. Brown Dubuque, Iowa. 195 p.
- CHAPMAN, H. D. Y P. F. PRATT. 1979. *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. Trillas, México, D. F. 195 p.
- DOMÍNGUEZ A., F. A. 1986. Estudio ecológico de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, en la región de Huayacocotla, Ver. Tesis. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 266 p.
- FITZPATRICK, E. A. 1984. *Suelos, su formación, clasificación y distribución*. CECOSA, México, D. F. 430 p.
- FRANCO P., J. G. 1990. *Dinámica de la regeneración natural de Pseudotsuga flahaulti Flous, en el bosque de Pseudotsuga-Pinus-Abies*. Tesis. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila. 158 p.
- FRANCO L., J., G. DE LA CRUZ A., A. CRUZ G., A. ROCHA R., N. NAVARRETE S., G. FLORES M., E. KATO M., S. SÁNCHEZ C., L. G. ABARCA A., C. M. BEDIA S. E I. WINFIELD A. 1985. *Manual de ecología*. Trillas, México, D. F. 266 p.
- FOWELLS, H. A. 1965. *Silvics of forest trees of the United States*. USDA, Forest Service Agriculture Handbook No. 271, pp: 546-556.
- HERMAN, R. H. Y D. P. LAVENDER. 1999. Douglas-fir planted forests. *New Forest* 17:53-70
- INEGI. 1972. Carta topográfica Peña Miller F-14-C-47 Qro-Gto. Esc. 1:50 000. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. 1989. Carta topográfica Jalpan F-14-C-48 Qro. Hgo. Esc. 1: 50 000. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. 1995. *Cuaderno estadístico municipal: Pinal de Amoles, estado de Querétaro*. Aguascalientes, Aguascalientes. 99 p.
- KERSHAW, K. A. 1964. *Quantitative and dynamic ecology*. Arnold, London. 183 p.
- LEDIG, F. T., M. MÁPULA-LARRETA, B. BERMEJO-VELÁZQUEZ, V. REYES-HERNÁNDEZ, C. FLORES-LÓPEZ, Y M. A. CAPÓ-ARTEAGA. 2000. Locations of endangered spruce populations in Mexico and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47(2): 71-80.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley, New York. 547 p.
- NÁJERA M., F. 1990. *Estudio ecológico de Pseudotsuga menziesii var. glauca (Mayr.) Franco, en la Unidad de Administración Forestal "Tepehuanes"*. Seminario de Titulación. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 87 p.

- OWSTON, P. W. Y W. I. STEIN. 1974. *Pseudotsuga* Carr. Douglas-Fir. In: C. S. Schommeyer (ed.) *Seeds of the woody plants in United States*. Agricultural Handbook 450. USDA, Forest Service, Washington, D. C., pp: 674-683.
- PRITCHETT, W. L. 1986. Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento. Limusa, México, D.F. 634 p.
- REYES H., V. J. 2002. Variación morfológica y anatómica en poblaciones mexicanas de *Pseudotsuga*. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 46 p.
- RZEDOWSKI R., J., L. VELA G. Y X. MADRIGAL S. 1977. Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas en México. *Ciencia Forestal* 1(2):15-35.

Recibido: 9.xii.2003

Aceptado: 4.xi.2004