



# Caracterización silvícola de *Pseudotsuga menziesii* en la reserva de la biosfera "La Michilía"

## Silvicultural characterization of *Pseudotsuga menziesii* in the "La Michilía" biosphere reserve

Pedro A. Domínguez-Calleros<sup>1\*</sup>, Gustavo A. Chávez-Flores<sup>2</sup>, Efraín Rodríguez-Téllez<sup>1</sup>,  
José Javier Corral-Rivas<sup>1</sup>, José R. Goche-Telles<sup>1</sup> y Manuel A. Díaz-Vásquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez  
del Estado de Durango, Durango, México

<sup>2</sup> Egresado de la Facultad de Ciencias Forestales,  
Universidad Juárez del Estado de Durango, Duran-  
go, México

\* Autor para correspondencia: pdomingc@hotmail.  
com

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue documentar las características dasométricas, así como las condiciones ecológicas en las que se desarrollan dos poblaciones de *Pseudotsuga menziesii*, ubicadas en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera La Michilía y el Área de Protección de Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que en el sitio 1 solo 3% de la población corresponde a *Pseudotsuga menziesii*, mientras que en el sitio 2, 35% corresponde a esta especie. Al igual que en el estrato superior, el sitio 2 tuvo la mayor presencia de regeneración con 896 individuos por hectárea (n/ha). Los valores del índice de uniformidad ( $W_i$ ) indican una distribución aleatoria en el sitio 1 y agrupada el sitio 2. Respecto al grado de mezcla de especies ( $M_i$ ), los resultados indican que ambas poblaciones presentan una alta diversidad y mezcla de especies. De acuerdo con los datos analizados de la estación climatológica más cercana, se determinó que esta zona corresponde a un clima del tipo Cw (templado subhúmedo) apto para el desarrollo de esta especie. Respecto al estudio realizado sobre los conos y semillas, es importante mencionar el bajo nivel de producción registrada, con 291,9 semillas/kg para el sitio 1 y 315,3 semillas/kg para el sitio 2; asimismo las semillas colectadas en ambos sitios presentaron porcentajes de viabilidad muy bajos.

**PALABRAS CLAVE:** características dasométricas, estructura espacial y mezcla de especies, conos y semillas, *Pseudotsuga menziesii*.

### ABSTRACT

The aim of this study was to document the dasometric characteristics as well as the ecological conditions that develop in the two populations of *Pseudotsuga menziesii*, located in the area of influence of the "La Michilía" Biosphere Reserve and the Protection Area and Natural Resources of the Feeder Basin National Irrigation District 043. The results obtained in this study show that at site 1 only 3% of the population corresponds to *Pseudotsuga menziesii*, whereas at site 2, 35% corresponds to this species. As in the upper layer, the site 2 had the highest regeneration presence of 896 n/ha. The uniformity index values ( $W_i$ ) indicate a random distribution at site 1 and site 2 pooled together. Regarding the degree of species mixing ( $M_i$ ), the results indicate that both populations have a high diversity and species mix. As for the environmental conditions, according to the data analyzed from the nearest weather station it was determined that this area corresponds to a climate type Cw (temperate sub-humid) suitable for the development of this species. Regarding the study of cones and seeds, it is important to note the low level of production recorded with 291,9 seeds/kg for site 1 and for site 2, 315,3; additionally, the collected seeds presented a low viability level.

**KEY WORDS:** dasometric characteristics, spatial structure and species mix, cones and seeds, *Pseudotsuga menziesii*.

## INTRODUCCIÓN

*Pseudotsuga menziesii* es una especie endémica del continente americano, se extiende desde la Columbia Británica en Canadá hasta las montañas del sur de México (Domínguez-Álvarez, 1994). Esta especie aunque abundante e importante económicamente en Estados Unidos y Canadá, en México es escasa y se ha incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de protección especial, lo que prohíbe su aprovechamiento (Ventura *et al.*, 2010). *Pseudotsuga menziesii* crece de forma natural principalmente en la porción norte de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas y en la parte norte de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas. Además de pequeños rodales en la parte oriente del Eje Neovolcánico, en el centro del país (Domínguez-Álvarez *et al.*, 2004).

En el estado de Durango, se encuentran poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* en áreas de los municipios de Santiago Papasquiaro, Tepehuanes, Guanaceví, norte de Tamazula, San Dimas, Pueblo Nuevo, Topia, Durango y El Mezquital. La biodiversidad de la Reserva de la Biosfera La Michilía (RBM) ha sido bien documentada sobre todo en relación con la vegetación, florística y la estructura de las especies vegetales de la zona (González *et al.*, 1993; Rentería-Arrieta y García-Arévalo, 1997; González *et al.*, 2007), también se menciona la presencia de un pequeño manchón de *Pseudotsuga menziesii* que se localiza en la Sierra de Urica, dentro del área de influencia de la RBM (DRBLM, 2004).

## OBJETIVOS

Mostrar el estado silvícola, tanto en el estrato superior como en nivel inferior de la regeneración de *Pseudotsuga menziesii*, así como los factores que favorecen o impiden el establecimiento de esta especie en dos poblaciones, una dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera La Michilía y la segunda en el Área de Protección de los Recursos Naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego (CADNR) 043.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este trabajo se realizó en un área que comprende la distribución natural del bosque de *Pseudotsuga menziesii*, el sitio 1 se ubica en el ejido San Juan de Michis, municipio de Súchil, Durango y el sitio 2 en el predio particular “Los Castillo” en el municipio de Chalchihuites, Zacatecas, el primer sitio se encuentra dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera la Michilia y el segundo en el área de protección de recursos naturales de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043. Las coordenadas UTM son, respectivamente: 593025 m E, 2586731 m N y 596516 m E, 2589655 m N, (Fig.1).

En esta zona prevalece un clima tipo C (Wo) (W) a (e), la temperatura anual promedio es de 14,1 °C y la precipitación es de 726 mm.

### Descripción dasométrica de las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii*

Para cumplir este objetivo, se realizaron recorridos en el área señalada para ubicar dos poblaciones de *Pseudotsuga menziesii*, la distancia de separación entre las poblaciones fue de 5 km.

El estudio dasométrico del estrato superior se realizó empleando la metodología de la UJED (2009), aunque no todos los datos registrados fueron analizados en este trabajo, sí resultan de interés, para la evaluación de los índices de uniformidad ( $W_i$ ) y de mezcla de especies de Gadow ( $M_i$ ), los siguientes: género y especie, diámetro, altura, distancia (del árbol al centro del sitio de muestreo) y azimuth. El tamaño de los sitios usado fue de 50 m x 50 m (0,25 ha) y se aplicó un sistema de muestreo sistemático.

### Regeneración de *Pseudotsuga menziesii*

Para evaluar la condición de la regeneración, se realizó un censo, tomando en cuenta solo *Pseudotsuga menziesii*, considerando como regeneración aquellos individuos que estuvieran dentro de tres clases de altura, la clase 1 con una dimensión de 0,25 m a 1,50 m, la clase 2 de 1,51 m a 2,75 m. y la 3 mayor que 2,75 m., los datos para determinar la estruc-

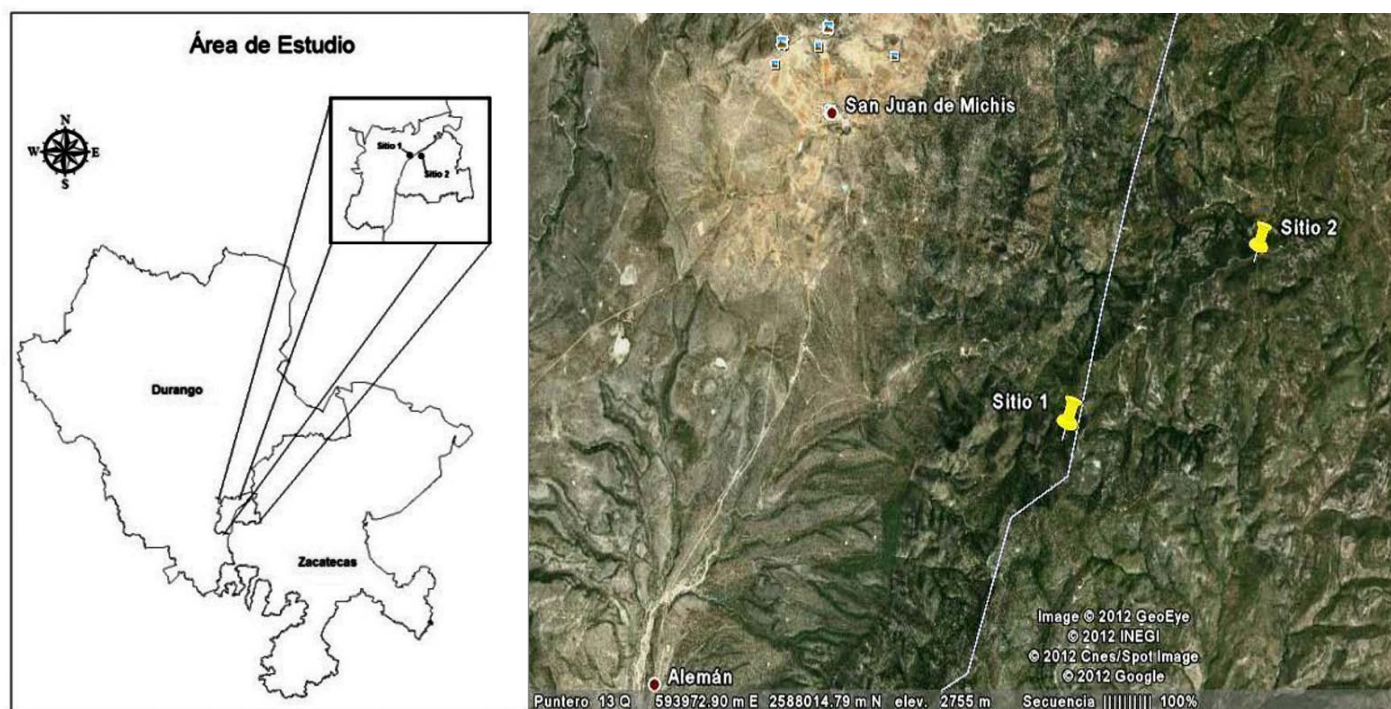


FIGURA. 1. Localización de los sitios de estudio.

tura de la regeneración fueron: diámetro, altura, distancia, azimut y edad (determinada por conteo de verticilos).

### Factores ambientales

Los datos del clima se tomaron de la estación climatológica más cercana a los sitios de muestreo, esta se encuentra en la comunidad “El Alemán” del municipio de Súchil, Durango; dicha estación cuenta con los registros climatológicos del año 1993 a 2011. Los datos considerados para este estudio fueron la precipitación promedio, así como la temperatura máxima, mínima y media del período señalado. Con estos registros se elaboró un climograma (Diagrama ombrotérmico) para representar las características climáticas de la zona durante este período.

### Análisis de la semilla

*Pseudotsuga menziesii* se encuentra registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual prohíbe su aprovechamiento y para la colecta de germoplasma se requiere de un

permiso especial, el cual no fue posible tramitar. Lo anterior obligó a seleccionar solo un individuo por sitio; sin embargo, se eligieron los mejores árboles de los cuales se colectaron 25 conos por individuo. De los conos recolectados se registró su tamaño, peso y cantidad de semillas, esto con el fin de conocer la variación entre los árboles seleccionados.

La determinación de la calidad de la semilla se realizó mediante el análisis de la viabilidad siguiendo la metodología usada por el Banco de Germoplasma de la Comisión Nacional Forestal (Conafor). Una vez ubicadas en la radiografía las semillas que tuviesen el embrión desarrollado, se procedió a realizar una prueba con la prueba de Tetrazolio (Moreno *et al.*, 2001) para ratificar la viabilidad de la semilla.

### Evaluación del suelo en las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii*

Se tomaron muestras de suelo en cuatro puntos localizados en el sitio, siguiendo la metodología de la UJED (2009).

Las variables registradas fueron: profundidad efectiva, color, textura, materia orgánica, erosión actual y susceptibilidad a la erosión. Las muestras de suelo se colectaron a 30 cm de profundidad y fueron depositadas en bolsas de plástico para ser enviadas al laboratorio para determinar las características de pH, textura, y macro y micro nutrientes (C, N, P, K, Mg, Ca, relación C/N, Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B, Mo).

### Análisis de la información

Los datos obtenidos fueron capturados en una base de datos y analizados por medio de estadísticas descriptivas utilizando el software Excel12.0 (Office 2007<sup>®</sup>), para la elaboración de los cuadros y gráficas se empleó el mismo software. La evaluación dasométrica y estructural de las

poblaciones se realizó utilizando los índices de uniformidad de Gadow ( $Wi$ ) y el índice de mezcla de especies de Gadow ( $Mi$ ), mediante el paquete estadístico SAS/ETS<sup>®</sup> (SAS Institute Inc., 2008)

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 1, las poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* se asocian principalmente con encinos, específicamente con *Quercus sideroxyla* y *Q. eduardii*. También en esa tabla se muestran las características dasométricas de los árboles. En total se registraron 1012 n/ha para el sitio 1 y 924 n/ha para el sitio 2, estos se agruparon en 10 y 8 especies respectivamente. En el sitio 1, *Pseudotsuga menziesii* representó apenas 3% con 28 árboles por hectárea, *Quercus eduardii* fue la especie más repre-

TABLA 1. Características dasométricas de los sitios 1 y 2 en el área de estudio.

Sitio	Especie	Número de árboles (n/ha)	Porcentaje (%)	Área basal (G/ha)	Porcentaje (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)
1	<i>Arbutus xalapensis</i>	140	14	3,22	9	16,09	7,77
	<i>Cupressus lusitánica</i>	4	0	0,08	0	16,0	7,40
	<i>P. ayacahuite</i>	12	1	0,40	1	20,0	13,53
	<i>P. cooperi</i>	96	9	8,62	25	32,4	17,55
	<i>P. durangensis</i>	84	8	4,71	14	24,87	14,66
	<i>P. engelmannii</i>	8	1	0,26	1	20,1	15,45
	<i>P. menziesii</i>	28	3	1,80	5	27,67	16,54
	<i>Q. eduardii</i>	316	31	8,27	24	16,98	8,54
	<i>Q. rugosa</i>	116	11	2,94	9	16,83	8,51
	<i>Q. sideroxyla</i>	208	21	4,14	12	15,11	7,02
	TOTAL	1012	100	34,43	100	20,60*	11,69*
2	<i>Arbutus xalapensis</i>	76	8	1,66	6	15,51	6,64
	<i>Cupressus lusitánica</i>	56	6	1,87	6	18,4	7,59
	<i>P. cooperi</i>	32	3	1,23	4	20,43	10,58
	<i>P. durangensis</i>	8	1	0,07	0	10,45	6,65
	<i>P. menziesii</i>	324	35	9,06	31	14,49	10,33
	<i>Q. eduardii</i>	100	11	3,95	14	19,96	9,46
	<i>Q. hartwegi</i>	16	2	0,26	1	14,23	9,18
	<i>Q. sideroxyla</i>	312	34	11,03	38	18,97	8,22
	TOTAL	924	100	29,12	100	16,55*	8,58*





sentativa con 31% del total registrado. En el sitio 2 *Pseudotsuga menziesii* fue la especie más abundante con 324 n/ha, lo que equivale a 35%.

Respecto al área basal, ésta fue mayor en el sitio 1 que en el 2; en el primero, *Pinus cooperi* fue la especie de mayor valor (8,61 m<sup>2</sup>/ha), lo que representa 25% del total del sitio, donde *Pseudotsuga menziesii* solo ocupó 5%. En cambio, en el sitio 2, esta especie tuvo el mayor valor con 9,25 m<sup>2</sup>/ha, lo que equivale a 31%.

De igual forma en la tabla 1 se mencionan los diámetros de los árboles a una altura de 1,30 m (D.A.P); el valor promedio de esta variable fue mayor en el sitio 1 que en el sitio 2. En el primer sitio, *Pinus cooperi* y *Pseudotsuga menziesii* fueron las especies de mayores diámetros, mientras que los encinos fueron los árboles más delgados. En el sitio 2 *Pinus cooperi* presentó el mayor diámetro seguido de *Q. eduardii* y *Pseudotsuga menziesii*. Respecto a la altura, *Pinus cooperi* y *Pseudotsuga menziesii* ocuparon el estrato superior en los dos sitios, siendo los árboles de mayor longitud.

Al comparar los resultados del presente trabajo con los del estudio realizado por Domínguez Álvarez *et al.* (2004) en poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* en el norte y centro del país, se observa que los valores encontrados en el primero son muy bajos, ya que en el segundo se registran 760 n/ha y un área basal de 83,83 m<sup>2</sup>/ha. Müller-Using y Wachtel (1986), en su estudio realizado sobre la estructura arbórea en un bosque de alta montaña en Nuevo León, México, indican también un bajo número de árboles con 53 n/ha y un área basal de tan solo 1,1 m<sup>2</sup>/ha, resultados muy similares a los registrados en el sitio 1 del presente estudio. Por otra parte, estos autores señalan que *Pseudotsuga menziesii* se desarrolla en forma aislada y fragmentada asociándose principalmente con *Arbutus xalapensis*, *Pinus ayacahuite* y *Quercus syderoxyla*.

La estructura espacial de los sitios se analizó utilizando los índices de uniformidad ( $Wi$ ) y de mezcla de especies de Gadow ( $Mi$ ).

El análisis de  $Wi$  mostró un valor promedio de 0,509 para el sitio 1 y de 0,532 para el sitio 2; valores que, de acuerdo con el trabajo de Corral-Rivas *et al.* (2005), indi-

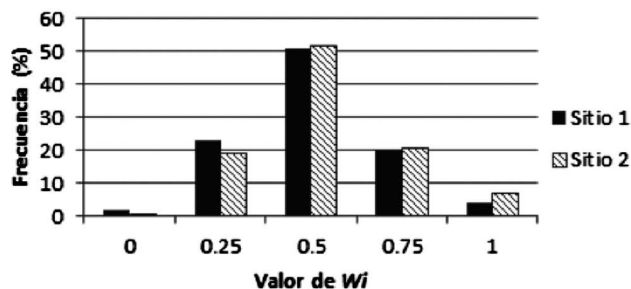


FIGURA 2. Distribución de frecuencias relativas de los valores del índice de uniformidad de Gadow.

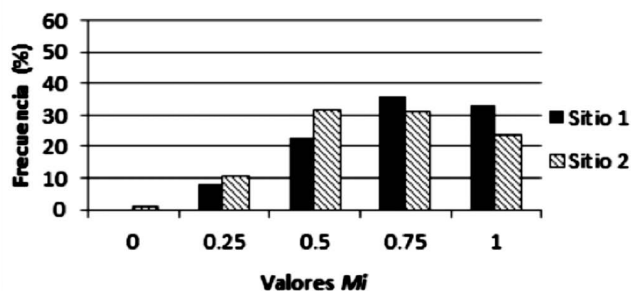


FIGURA 3. Distribución de frecuencias de los valores del índice de mezcla de especies de Gadow.

can una distribución aleatoria en el sitio 1 y agrupada el sitio 2. La distribución de los valores de  $Wi$  se muestra en la figura 2, observándose un mayor porcentaje de grupos estructurales de cinco árboles con valores de 0,75 y 1 en la parcela 2, el sitio 1 mostró un mayor número de sitios estructurales con valores de 0 y 0,25.

Respecto al grado de mezcla ( $Mi$ ), se obtuvieron resultados con un valor medio de 0,732 y 0,665 para los sitios 1 y 2, respectivamente, lo que indica que ambas poblaciones presentan una relativa alta diversidad y mezcla de especies. En la figura 3 se observa la mezcla espacial de las especies de los árboles registradas dentro de los sitios. En el sitio 1, 63% de los grupos estructurales tuvieron valores de mezcla calificados como alta (0,75) y muy

alta (1,0), mientras que en el sitio 2 este porcentaje se reduce a 53%. Lo anterior explica la diferencia entre los valores medios en ambos componentes estructurales, distribución espacial del arbolado y diversidad y mezcla de especies del estrato superior (Corral-Rivas *et al.*, 2005).

En la figura 4 se presenta el climograma elaborado con datos registrados durante 18 años en la región y el registro de la precipitación y temperatura del año 2011 en la estación El Alemán, mpio. de Súcil, Dgo. durante 2011. En los datos, se observa que existe una corta temporada seca que ocurre durante los meses de marzo y abril y que el resto de los meses se consideran húmedos, esto coincide con las del período largo de observación. Lo anterior hace suponer que la escasez de regeneración natural de *Pseudotsuga menziessi* en los sitios estudiados obedece más a factores propios de la biología de la especie, que al clima de la región.

La longitud de los conos (Tabla 2) en los dos sitios estudiados se ubica dentro del intervalo señalado por Gar-

cía y González (2003), mientras que el ancho queda por debajo del intervalo señalado por los mismos autores. El peso promedio registrado de los conos fue mayor para el sitio 1, ubicado en el ejido “San Juan de Michis” y menor en la localidad “Los Castillo”. En cuanto a la cantidad y peso de semilla contenida en los conos, el sitio 1 tuvo el menor número de semillas por kilogramo con 291 954 y el sitio 2 con 315 254 semillas por kilogramo.

En la figura 5 se muestran las semillas que se sometieron a Rayos X para conocer su viabilidad, las semillas en color blanco representan embriones vivos y/o la presencia de larvas de insectos. En ambos sitios se aprecia el bajo número de semillas viables (3 en el sitio 1 y 8 en el sitio 2), respecto a la presencia de larvas, estas se presentaron en ambos sitios (3 en el sitio 1 y 5 en el sitio 2). El número de semillas con el embrión mal formado fue igual (2) en ambos casos. Esta baja producción de semillas viables es típica para esta especie. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Velasco *et al.* (2007), quienes señalan que

TABLA 2. Características de los conos y semilla por sitio.

Sitio	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Cantidad de Semilla	Peso de la semilla (g)	Semilla/kg
1	50,26	20,27	59,95	254	0,87	291,95
2	44,87	18,08	45,78	186	0,59	315,25

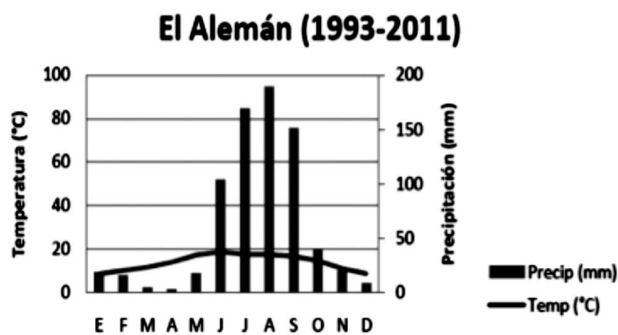


FIGURA. 4. Climograma del área de estudio con datos de precipitación y temperatura de la estación climatológica El Alemán registrados durante el año 2011.

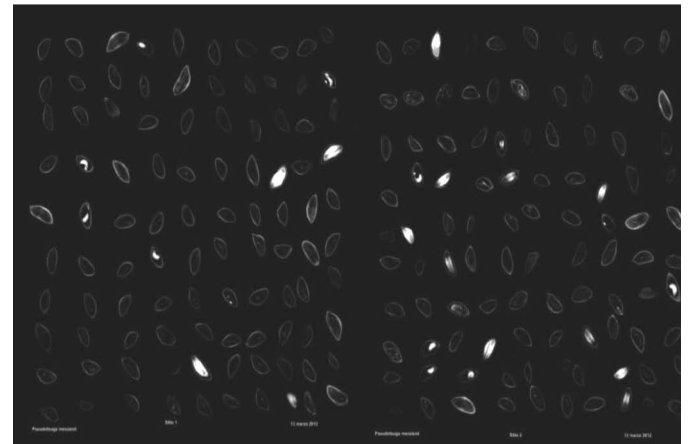


FIGURA 5. Radiografías de la semilla del sitio 1 y 2.



90,3% fueron semillas vanas, 5,8% resultaron dañadas por varios agentes (presencia de insectos) y solo 3,9% fueron semillas llenas. Una vez ubicadas las semillas con embrión desarrollado en las radiografías, se procedió a ratificar su viabilidad mediante la prueba de Tetrazolio (Tabla 3). En el sitio 1 todas las semillas con embrión desarrollado fueron teñidas, lo cual significa que son viables.

TABLA 3. Resultados de la prueba de Tetrazolio.

	Sitio 1	Sitio 2
Teñida de rojo totalmente	3	4
Teñida débilmente	-	1
Teñida al 75%	-	-
Radícula desteñida	-	1
Bandas desteñidas	-	-
Semilla sin teñir	-	2
TOTAL	3	8
% de viabilidad	100%	50%

En el caso de la semilla del sitio 2, solo 50% fueron teñidas, lo que significa que solo este porcentaje son semillas viables.

El estudio realizado sobre el suelo indica que la profundidad efectiva es de 30 cm a 60 cm, así como un color claro para ambos sitios; por otra parte, en las dos localidades no existen evidencias de erosión aparente y por consecuencia se visualiza para la zona una baja susceptibilidad a la erosión.

De los análisis de laboratorio realizados a las muestras, se pudo determinar que el tipo de suelo del sitio 1 corresponde al nombre textural “Migajón Fte/ Arenoso”, mientras que el sitio 2 corresponde al denominado “Arcilla Fte/ Arenosa”. En este mismo análisis se determinaron las variables de erosión, textura y fertilidad que se muestran en la tabla 4.

En el sitio 1 el pH es ligeramente ácido, el porcentaje de materia orgánica para este sitio fue de 5,54%, lo que resulta suficiente, además presenta un nivel muy bajo de Fósforo (P) así como un exceso de Potasio (K). En el sitio 2 el pH es neutro, tiene un porcentaje de materia orgánica de 8,74%, lo que es medianamente alto, en este sitio los indicadores de fertilidad están dentro de lo normal. De acuerdo con el estudio realizado por Domínguez Álvarez *et al.* (2004) sobre poblaciones de *Pseudotsuga menziesii* en el norte y centro del país, éstas se desarrollaron principalmente en suelos con una profundidad efectiva de 59 cm a 100 cm y un pH promedio de 6,6 sobre suelos franco-arcillo-arenosos, lo cual difiere poco con los resultados obtenidos en este estudio. Los resultados de este trabajo confirman los hallazgos de Gordon (1968) y Aguirre *et al.* (2003), quienes mencionan que las áreas forestales con presencia de especies como *Pseudotsuga menziesii*, *Cupressus lucitanica*, *Abies durangensis* y *Picea chihuahuana* corresponden a sitios húmedos y aislados que contienen una diversidad y mezcla de especies relativamente alta, con distribuciones del arbolado del tipo de agregados y aleatorias y de una alta diferenciación dimensional (estructuras horizontal y vertical). Por su parte Ledig *et al.* (2000), asocian la presencia de estas especies a rodales cercanos a

TABLA 4. Resultado análisis de laboratorio.

Sitio	Erosión		Textura			Fertilidad					
	Profundidad efectiva (cm)	Erosión actual	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	N-NO <sub>3</sub> (kg/ha)	P (kg/ha)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	30-60	Sin erosión	59	16	24	6	288	19	337	3112	187
2	30-60	Sin erosión	55	16	28	7	200	14	562	4362	287

arroyos y a pendientes muy pronunciadas. La pregunta más interesante respecto a la conservación de *Pseudotsuga menziessi* es averiguar si la especie en estos rodales se está regenerando de manera adecuada. Los cocientes obtenidos de dividir el número de árboles considerados como regeneración entre el número de árboles con un diámetro a la base mayor o igual a 7,5 cm fueron de 1,85 y 2,5; para los sitios 1 y 2, respectivamente. Ambos coeficientes son mayores que 1, por tanto, se puede inferir que los árboles maduros serán remplazados por la regeneración observada en este estudio. Este hallazgo difiere del encontrado por Ledig *et al.* (2000) en 38 rodales de *Picea chihuahuana* localizados en los estados de Durango y Chihuahua, lo cual confirma que el estatus de conservación de *Pseudotsuga menziessi*, se encuentra menos amenazado.

## CONCLUSIONES

En esta región, *Pseudotsuga menziessi* se asocia principalmente con el género *Quercus*, específicamente con *Q. sideroxyla* y *Q. eduardii*. El sitio 2 (localidad Los Castillo) tuvo valores más altos de presencia (n/ha) de *Pseudotsuga menziessi* que el sitio 1 (Ejido San Juan de Michis). En el caso de la estructura espacial del estrato superior, se concluyó que el sitio 1 presenta una distribución aleatoria y el sitio 2 tiende al agrupamiento de los árboles. Con respecto al índice de mezcla, ambos sitios presentaron relativa alta diversidad y mezcla de especies.

La mayor abundancia y los valores más altos de *Pseudotsuga menziessi* en las variables registradas suponen que esta especie se desarrolla con éxito en climas con lluvias de verano (Cw). El uso de suelo y los factores antropogénicos pueden, también, determinar el establecimiento de su regeneración. Por razones legales, no fue posible realizar una prueba estadística que determinara la variación de producción de conos y semillas. Sin embargo, es importante señalar que en los dos sitios se contabilizó un bajo número de semillas y un porcentaje muy bajo de viabilidad. En relación con el análisis del suelo, se observó que no se tienen problemas de erosión aparente en los sitios y que los valores de micronutrientes son aptos para el desarrollo de esta especie.

Al igual que en el estrato superior, la regeneración de *Pseudotsuga menziessi* tuvo mayor abundancia y los valores más altos de las variables registradas. Por otro lado, los datos de clima analizados, muestran que esta especie se desarrolla en un tipo de clima Cw (con lluvias en verano), factor que puede determinar el establecimiento de la regeneración de esta especie. Debido al bajo número de conos colectados por razones legales, no fue posible realizar una prueba estadística que determinara la variación de producción de conos y semillas.

Sin embargo, es importante señalar que en los dos sitios, se contabilizó un bajo número de semillas y un porcentaje muy bajo de viabilidad. En relación con el análisis del suelo, se observó que no se tienen problemas de erosión aparente en los sitios y que los valores de micronutrientes son aptos para el desarrollo de esta especie.

## REFERENCIAS

- Aguirre-Calderón, O.A., Hui G.Y., K. Gadow, J. Jiménez-Pérez, 2003. An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. *Forest Ecology and Management* 183(1-3):137-145.
- Corral-Rivas, J.J., O.A. Aguirre-Calderón y J. Jiménez-Pérez. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 14(2):217-228.
- Dirección de la Reserva de la Biosfera La Michilía. 2004. Plan rector de las microcuencas de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Durango, Dgo. Méx. 136 p.
- Domínguez-Álvarez, F.A., J.J. Vargas-Hernández, J. López-Upton, P. Ramírez-Vallejo y E. Guizar-Nolazco. 2004. Aspectos Ecológicos de *Pseudotsuga menziessi* en el ejido La Barranca, Pinal de Amoles, Querétaro. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 75(2):191-203.
- Domínguez-Álvarez, F.A. 1994. Análisis histórico-ecológico de los bosques de *Pseudotsuga* en México. Folleto Técnico INIFAP 43 p.





- García-Arévalo, A. y M.S. González-Elizondo. 2003. Pináceas de Durango. Segunda edición. Instituto de ecología A.C. y Comisión Nacional Forestal. 187 p.
- González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y A. Cortez-Ortiz 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera la Michilía. Durango, Mex. *Acta Botanica Mexicana* 22:1-104.
- González-Elizondo, M.S., M. González-Elizondo y M.A. Márquez-Linares. 2007. Vegetación y ecoregiones de Durango. Editorial Plaza y Valdez S.A. de C.V. 219 p.
- Gordon, A. G. 1968. Ecology of *Picea chihuahuana* Martinez. *Ecology* 49(5):880-896.
- Corral-Rivas, J.J., B. Vargas-Larreta, C. Wehenkel y O.A. Aguirre-Calderón. 2009. Guía para el establecimiento de sitios de investigación forestal y de suelos en bosques del estado de Durango. Editorial de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango. 81p.
- Ledig, F.T., M. Mápula-Larreta, B. Bermejo-Velázquez, V. Reyes-Hernández, C. Flores-López y M.A. Capo-Arteaga. 2000. Locations of endangered spruce populations in Mexico and the demography of *Picea chihuahuana*. *Madroño* 47(2):71-78.
- Moreno-Álvarez, M.T., L.F. Benito-Matías, N. Herrero-Sierra, S. Domínguez-Lerena y J.L. Peñuelas-Rubira. 2001. Estudio de nuevos métodos de determinación de la viabilidad de las semillas forestales: test de electroconductividad e índice carmín. Comparación con el test del tetrazolio y su aplicación a *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. Actas del III Congreso Forestal Español. Granada., Mesa 3:653-658
- Müller-Using, B. y G. Wachtel 1986. Estructura del estrato arbóreo, estado de la regeneración e intensidad luminosa en un bosque de alta montaña en el Noreste de México fundamentos ecológicos, usos actuales y potenciales de los bosques y matorrales en el Noreste de México. J.D. Sauerl nder's Verlag Frankfurt am Main. p: 215-220.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre 2010.
- Rentería-Arrieta, L. I. y A. García-Arévalo. 1997. Las coníferas de la Reserva de la Biosfera «La Michilía», Durango, México. *Madera y Bosques* 3(1):53-70 53
- SAS Institute Inc., 2008. SAS/ETS® 9.2 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC. 2861 p.
- Velasco-García, M.V., J. López-Upton, G. Ángeles Pérez, J.J. Vargas-Hernández, V. Guerra de la Cruz. 2007. Dispersión de semillas de *Pseudotsuga menziesii*, en poblaciones del centro de México. *Agrociencia* 41(1):121-131.
- Ventura R., A., J. López U., J.J. Vargas H. y V. Guerra C. 2010. Caracterización de *Pseudotsuga menziesii* en el centro de México, implicaciones para la conservación. *Revista Fito-tecnia Mexicana* 33(2):107-116.

Manuscrito recibido el 16 de enero de 2013.  
Aceptado el 7 de enero de 2014.

Este documento se debe citar como:  
Domínguez-Calleros, P.A., G.A. Chávez-Flores, E. Rodríguez-Téllez, J.J. Corral-Rivas, J.R. Goche-Telles y M.A. Díaz-Vásquez. 2014. Caracterización silvícola de *Pseudotsuga Menziesii* en la Reserva de la Biosfera "La Michilía". *Madera y Bosques* 20(2):23-31.