



Análisis estructural y de diversidad en los bosques de *Abies* de Jalisco, México

Structural and diversity analysis of *Abies* forests from Jalisco, Mexico

Ramón Cuevas-Guzmán[✉], Edgar A. Cisneros-Lepe, Enrique J. Jardel-Peláez, Enrique V. Sánchez-Rodríguez, Luis Guzmán-Hernández, Nora M. Núñez-López y Clotilde Rodríguez-Guerrero.

Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, 48900 Autlán de Navarro, Jalisco, México.

✉ rcuevas@cucsur.udg.mx

Resumen. En 24 parcelas de 0.1 ha, distribuidas en 5 áreas del estado de Jalisco, se determinaron la estructura, composición florística y diversidad de los bosques de *Abies*, y sus atributos fueron comparados entre áreas. Se registraron 64 especies, 47 géneros y 35 familias. Asteraceae, Pinaceae y Fagaceae y los géneros *Quercus*, *Pinus* y *Abies* fueron los más ricos en especies. El 56% de los individuos tuvo alturas entre 2 y 14 m; las mayores se presentaron en *Abies religiosa* var. *emarginata*, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *Quercus xalapensis* y *A. religiosa* var. *religiosa*. Los mayores valores de densidad, área basal, frecuencia y valor de importancia fueron para *A. religiosa* var. *emarginata*, *A. religiosa* var. *religiosa*, *Pinus pseudostrobus* y *Podocarpus matudae*. Los individuos de las especies presentaron una distribución diamétrica en forma de “J” invertida en las 5 zonas estudiadas, mientras que la riqueza y la diversidad de especies no mostraron diferencias estadísticas significativas entre las áreas. La similitud promedio entre las parcelas de las 5 áreas mostró diferencias estadísticas significativas para 4 de ellas. Aunque muy diferentes en su composición florística, los bosques de *Abies* de Jalisco resultaron similares en riqueza, diversidad y estructura. En las 5 áreas, las comunidades mostraron buena capacidad de recuperación pues en todos los estratos se presentaron individuos altos y árboles emergentes.

Palabras clave: composición florística, estructura, índice de Simpson, índice cuantitativo de Sørensen, oyamel.

Abstract. Structure, floristic composition and diversity in *Abies* forests were determined in twenty-four 0.1 ha plots in 5 areas in Jalisco State. The resulting attributes were compared between areas. Sixty four species, 47 genera and 35 families were recorded. The families Asteraceae, Pinaceae and Fagaceae, as well as the genera *Quercus*, *Pinus* and *Abies* had the highest species richness. More than half (56%) of the individuals had a height ranging between 2 and 14 m, with *Abies religiosa* var. *emarginata*, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *Quercus xalapensis* and *A. religiosa* var. *religiosa* presenting the taller trees. The highest density values, basal area, frequency and importance values were for *A. religiosa* var. *emarginata*, *A. religiosa* var. *religiosa*, *Pinus pseudostrobus* y *Podocarpus matudae*. Individuals of the species presented an inverted “J”- shaped diameter distribution, while no statistical significant differences were observed for richness and species diversity in the 5 study areas. Average similarity between plots in the 5 areas presented significant differences in 4 of the plots. Despite being quite different in floristic composition, *Abies* forests in Jalisco were similar in structure, diversity and richness. The presence of tall individuals and emergent trees in all strata suggests a good regeneration capacity in the communities of the 5 areas studied.

Key words: floristic composition, structure, Simpson index, Sørensen quantitative index, fir.

Introducción

Los bosques de *Abies* en México presentan una distribución insular, producto de la historia geológica y ecológica a la que han estado sometidos a través del tiempo (Rzedowski, 1978). Se considera que cubren entre 320 y 500 km² de la superficie de la República Mexicana (Manzanilla, 1974; Rzedowski, 1978), de los cuales se encuentran alrededor de 12 120 ha en el estado de Jalisco,

lo que representa el 0.15% de la superficie de esta entidad federativa (PRODEFO, 1999). Las mayores extensiones de *Abies* se han registrado para las serranías que circundan el valle de México, las faldas de los volcanes con mayor altitud en el Eje Neovolcánico Transversal y algunas porciones de la sierra Madre del Sur (Rzedowski, 1978). Se les considera comunidades vegetales bajas en riqueza y diversidad de especies, y poco complejas estructuralmente (Manzanilla, 1974; Calvert y Lawton, 1993).

La estructura, composición florística, diversidad, distribución y extensión geográfica de los bosques de *Abies* han sido afectadas por los aprovechamientos forestales sin

control, los incendios forestales frecuentes, la ganadería extensiva, la contaminación atmosférica, el crecimiento de centros de población y la conversión de zonas boscosas a terrenos de cultivo de avena, papa, maíz o pastizales, causando estos 2 últimos la eliminación de esta vegetación (Alvarado et al., 1991; Sánchez-Velásquez et al., 1991; López et al., 1998; Earle, 2002; Körner, 2002; UAAAN, 2002; Saavedra-Romero et al., 2003; Velásquez-Villatoro, 2004), y se ha sugerido que el cambio climático tendrá repercusiones sobre la distribución y extensión de los bosques de *Abies* (Fagre y Peterson, 2002). Como resultado del deterioro de estos bosques y la reducción que han experimentado sus poblaciones, varias especies mexicanas del género se encuentran actualmente catalogadas en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Los oyametales han despertado interés, por motivos diversos, como el color de su follaje o su distribución en las altas montañas cerca del límite superior de la vegetación arbórea; también por la utilidad de su madera, resinas y follaje, así como por el proceso de especiación al que ha estado sometido el grupo en diferentes refugios geográficos o el efecto potencial del cambio climático sobre esa comunidad vegetal.

Todo ello ha hecho que estos árboles sean estudiados con diversos enfoques, como el taxonómico, de distribución y de uso (Martínez, 1963; McVaugh, 1992; Nieto de Pascual-Pola et al., 1995); estructural, de diversidad y silvícola (Madrigal-Sánchez, 1967; Manzanilla, 1974; Sánchez-Velásquez et al., 1991; Ávila-Bello et al., 1994; Rendón, 1997; Villers-Ruiz et al., 1998; Jiménez, 2004; Encina-Domínguez et al., 2008), o bien, el efecto del fuego y la respuesta a variables ambientales (Ávila-Bello et al., 1994; Fulé y Covington, 1997; Sánchez-González y López-Mata, 2003).

En el estado de Jalisco hay pocas investigaciones que caractericen la composición florística, la estructura y la diversidad de los bosques de *Abies*, o sólo las hay para alguna localidad o abordando únicamente algunos de esos aspectos (Manzanilla, 1974; Figueroa-Rangel, 1991; Ramos-Herrera, 1991; Figueroa-Rangel y Moreno-Gómez, 1993). Por ello, en la presente investigación se analiza la composición florística, la estructura y la diversidad de los oyametales de 5 áreas del estado de Jalisco y se comparan entre sí.

Materiales y métodos

Área de estudio. Se hizo un muestreo dirigido a los bosques de *Abies* en el estado de Jalisco, para lo cual se seleccionaron mediante fotografía aérea y recorridos de campo 5 zonas donde se presenta esta comunidad vegetal: las sierras de Cacoma, Atenguillo, Manantlán, Cuale y el Nevado

de Colima (Fig. 1). En cada zona de estudio se establecieron 5 parcelas en diferentes sitios, que fueran lugares conservados y más o menos homogéneos en topografía, pendiente y exposición, de acuerdo con un criterio prefijado. En cada área, las parcelas estuvieron separadas de 50 a 500 m, con excepción de la sierra de Manantlán donde 2 parcelas se establecieron aproximadamente a 1.5 km de las 3 restantes, porque no fue posible contar con 5 unidades de muestreo a menor distancia. En la sierra de Cuale, por la disponibilidad de sitios con bosques de *Abies*, sólo fue posible establecer 4 unidades. Los datos de localización e información ambiental de las áreas y unidades de muestreo se presentan en el Cuadro 1.

Muestreo y obtención de datos de campo. En total se muestreó un área de 2.4 hectáreas de bosques de *Abies*, de las cuales, 0.5 correspondieron a la sierra de Cacoma, 0.5 al Nevado de Colima, 0.5 a la sierra de Manantlán, 0.4 a la sierra de Cuale y 0.5 a la sierra de Atenguillo (Fig. 1, Cuadro 1). En cada área, las parcelas midieron 60×48 m, y cada una estuvo dividida en 20 subparcelas de 12×12 m. De estas últimas, 10 se seleccionaron de manera aleatoria; 5 a cada lado de una línea que dividió la parcela en 2 partes de 24×60 m. En cada subparcela seleccionada se colocó una estaca central, a partir de la cual se trazó un círculo de radio = 5.64 m para obtener un área de 100 m² por subparcela, y en su conjunto de 0.1 ha por parcela (Curtis y McIntosh, 1951; Vázquez y Givnish, 1998; Cuevas-Guzmán, 2002; Cuevas-Guzmán et al., 2008). En cada círculo de 100 m² se identificó, registró y midió el diámetro a la altura del pecho (dap) (a 1.3 m arriba del suelo) y la altura de cada una de las especies leñosas con diámetro ≥ 2.5 cm. En cada parcela se registraron las coordenadas, la altitud y la pendiente. Se contaron por parcela, los árboles caídos y los muertos en pie, con dap ≥ 10 cm, así como los tocones, considerando como tocones aquellos troncos cortados con fines maderables. La incidencia de incendios y el grado de pastoreo se evaluaron con los criterios recomendados por Olvera-Vargas et al. (1996) (Cuadro 1). Se recolectaron muestras de ejemplares botánicos para corroborar las identificaciones hechas en campo. Todo el material fue procesado y depositado en el herbario ZEA del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara.

Análisis de los datos. Para cada parcela se determinó la composición florística, el área basal, la densidad, la frecuencia y el valor de importancia, este último estimado como el promedio de los valores relativos de área basal, densidad y frecuencia multiplicado por 100 (Curtis y McIntosh, 1951; McCune y Mefford, 1999). La búsqueda de patrones en la estratificación vertical por parcela se hizo graficando los individuos de todas las especies en el eje de las abscisas vs. su altura en el eje de las ordenadas.

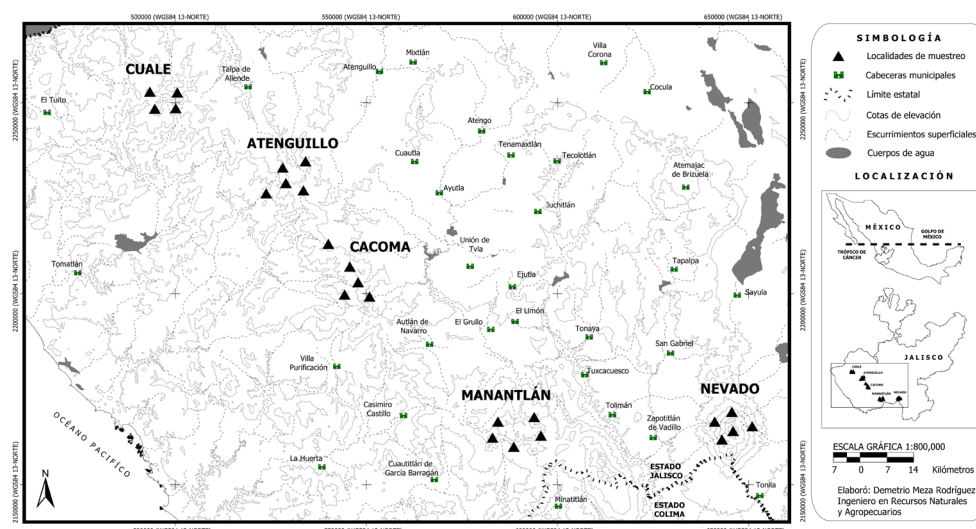


Figura 1. Localización de las áreas y unidades de muestreo de oyametales en el estado de Jalisco.

Cuadro 1. Información geográfica y ambiental de las áreas y unidades de muestreo en bosques de *Abies* de Jalisco, México

Área	Parcela	Altitud (m snm)	Coordenadas	Pen. (%)	Pedre.	Inc.	** Past	AC	AMP	Tocones	TMA (°C)	PMA (mm)	Clima
Cacoma	1	2 162	19°54'16"N y 104°32'30.2"O	42	1	1	0	0	30	6	16-18	1 500-2 000	(A)C(w ₂)
	2	2 127	19°54'18.2"N y 104°32'25.3"O	14	1	1	1	1	7	4			(w) y
	3	2 090	19°54'30.4"N y 104°32'16.5"O	21	1	0	1	2	5	7			C(w ₂)
	4	2 100	19°55'59.2"N y 104°32'32.3"O	65	2	1	3	1	1	4			(w)
	5	2 370	20°00'58.1"N y 104°36'28.9"O	22	1	1	4	6	1	4			
Nevado	6	2 906	19°36'5.1"N y 103°38'13.6"O	8	1	0	1	1	1	9	8-12	1 200	C(w ₂) y
	7	2 980	19°35'57.2"N y 103°38'11.5"O	42	1	0	1	3	3	21			C(E)(w ₂)
	8	3 015	19°35'54.4"N y 103°38'11.0"O	48	1	0	1	0	14	9			
	9	2 900	19°36'27.4"N y 103°38'14.0"O	17	1	0	1	2	2	12			
Manantlán	10	2 930	19°36'19.8"N y 103°38'2.1"O	28	1	0	1	1	4	11			
	11	2 750	19°33'24"N y 104°6'8.4"O	8	1	2	4	1	11	9	16-18	1 200	(A)C(w ₂)
	12	2 700	19°33'48.3"N y 104°6'31.9"O	15	1	3	2	1	13	9			(w) y
	13	2 700	19°33'30.0"N y 104°07'38.0"O	17	1	4	4	12	11	0			C(w ₂)
	14	2 450	19°33'40.7"N y 104°11'8.1"O	21	1	2	1	0	5	1			(w)
Cuale	15	2 450	19°33'37.0"N y 104°11'12.0"O	22	1	1	1	2	3	2			
	16	2 435	20°21'12.6"N y 105°00'23.9"O	57	4	3	1	4	1	6	16-20	1 500-2 000	(A)C(w ₂)
	17	2 435	20°21'14.0"N y 105°00'24.6"O	36	5	2	4	5	3	0			(w) y
	18	2 434	20°21'15.6"N y 105°00'18.0"O	57	4	2	4	2	7	0			C(w ₂)
Atenguillo	19	2 160	20°22'4.1"N y 105°1'59.8"O	64	4	3	3	1	10	1			(w)
	20	2 162	20°11'23.5"N y 104°42'28.1"O	41	1	0	2	1	5	6	16-18	1 200-1 500	(A)C(w ₂)
	21	2 210	20°10'20.4"N y 104°42'0.6"O	11	1	1	1	0	28	10			(w) y
	22	2 279	20°10'22.0"N y 104°41'54.5"O	19	1	1	1	0	5	16			C(w ₂)
	23	2 200	20°10'38.8"N y 104°41'54.8"O	17	1	1	1	1	16	9			(w)
	24	2 280	20°10'16.8"N y 104°41'42.5"O	22	1	1	1	0	21	12			

Nevado, Nevado de Colima; Exp., exposición; Pen., pendiente; Pedre., pedregosidad; Inc., incendios; Past., pastoreo; AC, árboles caídos; AMP, árboles muertos en pie. de *Incendios*: 0, nulo; 1, ligero; 2, moderado; 3, fuerte; 4, severo (según criterios de Olvera et al. [1996] para evaluar la incidencia). *Pastoreo*: 0, nulo; 1, ligero; 2, moderado; 3, fuerte; 4, severo. *Pedregosidad*: 1, 0-20%; 2, 21-40%; 3, 41-60%; 4, 61-80%; 5, > 80%. TMA, temperatura media anual; PMA = precipitación media anual.

Esto permitió dividir en 5 estratos: I (2-7 m de altura), II (8-14 m), III (15-25 m), IV (26-30 m), y V (>30 m). Se obtuvo la altura promedio del dosel como la sumatoria de la altura de todos los individuos de una parcela, un área o las 2.4 ha de bosque muestreado, dividido entre el número total de individuos, excluyéndose del análisis las especies de bejucos. Se obtuvo la riqueza de especies, géneros, y familias, y el índice de Simpson, considerado como uno de los más apropiados cuando la dominancia de la comunidad corresponde a una o pocas especies (Magurran, 2004). La diversidad beta se calculó con el índice cuantitativo de Sørensen (Magurran, 2004). Empleando los datos estructurales de composición florística y diversidad se hizo una comparación dentro y entre áreas. Para la comparación de la riqueza de familias, géneros y especies y el índice de Simpson, se utilizaron 4 parcelas de cada área para contar con las mismas unidades de muestreo y de superficie, y se realizó un análisis de varianza. Para el análisis de los atributos estructurales y la similitud promedio entre parcelas y áreas, se consideraron todas las unidades de muestreo. Se aplicó un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM con la prueba del rango estudentizado de Tukey y con una $\alpha = 0.05$. Ambos procedimientos se corrieron con el programa SAS versión 8.0 (SAS, 1999).

Resultados

Composición florística. En las 24 parcelas se registraron 64 especies, 47 géneros y 35 familias. Las familias con más especies fueron Asteraceae, Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae, Lauraceae y Solanaceae y los géneros más diversos fueron *Quercus*, *Pinus*, *Abies* y *Eupatorium* (Cuadro 2). El número de familias, géneros y especies varió de 9-21, 12-24 y 14-28 por área, registrándose los valores más bajos para el Nevado de Colima y los mayores para Cacoma y Manantlán, aunque es de considerar que en Cuale únicamente se registró lo de 4 parcelas (Cuadro 3). Las familias más ricas por área fueron Pinaceae, Asteraceae y Fagaceae, pero en Manantlán Betulaceae se colocó también entre las primeras. Los géneros más diversos por área fueron *Quercus*, *Pinus* y *Senecio*, aunque en Manantlán *Clethra* sobresalió por su número de especies (Cuadro 2). En general, las familias y los géneros más diversos mostraron coincidencia entre las áreas (Cuadro 2 y 3). Se registraron 42 especies de árboles (66%), 8 de arbusto-árboles (12%), 11 de arbustos (17%) y 3 de bejucos (5%) (Cuadro 2).

Estructura vertical. De los 5 estratos reconocidos en las 2.4 ha de bosque muestreado, el que presentó el mayor porcentaje de individuos fue el estrato I con 34%, y el que tuvo menos fue el IV con 7% (Cuadro 3). El promedio del dosel osciló entre 14 y 15 m de altura. Más de la mitad (54%) de los individuos presentaron alturas entre 2 y 14

m (Cuadro 3). Las especies con mayor altura fueron *Abies religiosa* var. *emarginata* con 51 m, *A. guatemalensis* var. *jaliscana* con 47 m, *Quercus xalapensis* con 47 m, *A. religiosa* var. *religiosa* con 43 m, *Q. candicans* con 43 m, *Q. laurina* con 40 m, *Clethra fragrans* con 38 m, *Q. scytophylla* con 38 m y *Q. martinezii* con 37 m.

En las 5 áreas estudiadas, *A. religiosa* var. *emarginata*, *A. religiosa* var. *religiosa*, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *Pinus pseudostrobus*, *Q. laurina*, *Q. scytophylla* y *Q. martinezii* presentaron individuos en todos los estratos, aunque en estado maduro fueron exclusivos de los estratos III al V. *Desmodium sumichrasti*, *Rumfordia floribunda*, *Senecio angulifolius*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Cestrum terminale*, *Eupatorium mairitianum*, *S. barba-johannis* y *Leandra subseriata* fueron especies exclusivas del estrato I. *Podocarpus matudae*, *Arbutus xalapensis*, *Cleyera integrifolia*, *Clethra fragrans*, *Cornus disciflora*, *Ostrya virginiana*, *Persea hintonii*, *Pinus douglasiana*, *Symplocos citrea* y *Ternstroemia lineata* subsp. *lineata* presentaron individuos desde el estrato I al III. *Eupatorium mairitianum*, *Lippia umbellata* y *Xylosma flexuosa* tuvieron individuos en los estratos I y II (Cuadro 4).

En las 5 áreas boscosas, el mayor porcentaje de individuos se registró para los estratos I y II, donde en promedio se encontró entre el 47.9 y 59.2% de los individuos, mientras que los estratos con menos individuos fueron el IV y V (Cuadro 3).

En las 5 áreas se registraron especies de los géneros *Abies*, *Pinus*, *Quercus* como las de mayor altura, acompañadas de otras especies latifoliadas, como *Clethra fragrans*, *Cornus disciflora*, *Magnolia iltisiana*, *Buddleja cordata* e *Ilex brandegeana* (Cuadro 4).

Estructura cuantitativa. En total se registraron 1 847 individuos de plantas leñosas con diámetro ≥ 2.5 cm en las 2.4 ha. Las mayores densidades, áreas basales, frecuencias y valores de importancia fueron las de *A. religiosa* var. *emarginata*, *A. religiosa* var. *religiosa*, *P. pseudostrobus*, *Podocarpus matudae*, *Q. laurina*, *Symplocos citrea*, *Q. scytophylla* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana*. Las especies que presentan los valores más bajos para esos atributos fueron *Celastrus pringlei*, *Cinnamomum pachypodium*, *Eupatorium areolare*, *E. lasioneuron*, *Fraxinus uhdei* y *Rhamnus hintonii*, entre otras (Cuadro 4).

El área basal y la densidad por hectárea variaron de 48.5 a 60.5 m² y de 608 a 954 individuos, registrándose los menores valores en el Nevado de Colima y los mayores en Atenguillo (Cuadro 4). Las mayores áreas basales y densidades se registraron en las especies de *Abies*, *Pinus* y *Quercus* en las 5 áreas estudiadas, aunque cada especie con alguna particularidad (Cuadro 4). En Cacoma, sobresalieron *Euphorbia schlechtendalii* y *Symplocos citrea* por sus altas densidades, aunque mostraron valores bajos de área

Cuadro 2. Continúa

<i>Nombre científico</i>	<i>Acrónimo</i>	<i>Biotipo</i>	<i>Cacoma</i>	<i>Nevado</i>	<i>Manantlán</i>	<i>Cuale</i>	<i>Atenguillo</i>
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Arbxal	Árbol	1	0	1	1	1
EUPHORBIACEAE							
<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Eupsch	Arbusto-árbol	1	0	0	0	0
FABACEAE							
<i>Desmodium sumichrastii</i> (Schindl.) Standl.	Dessum	Arbusto	0	0	0	1	
<i>Lupinus stipulatus</i> J. Agardh	Lupsti	Arbusto	0	1	0	0	0
FAGACEAE							
<i>Quercus candicans</i> Née	Quecan	Árbol	1	0	0	0	1
<i>Q. laurina</i> Humb. y Bonpl.	Quelau	Árbol	1	1	1	1	0
<i>Q. martinezii</i> C. H. Muller	Quemar	Árbol	1	0	0	0	1
<i>Q. obtusata</i> Humb. y Bonpl.	Queobt	Árbol	0	0	0	0	1
<i>Q. scytophylla</i> Liebm.	Quescy	Árbol	0	0	0	1	0
<i>Q. xalapensis</i> Humb. y Bonpl.	Quexal	Árbol	0	0	1	0	0
FLACOURTIACEAE							
<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	Xylfle	Arbusto-árbol	1	0	0	0	1
GARRYACEAE							
<i>Garrya laurifolia</i> Hartweg ex Benth.	Garlau	Árbol	0	0	0	1	0
LAMIACEAE							
<i>Salvia mexicana</i> L.	Salmex	Arbusto	0	0	1	0	0
LAURACEAE							
<i>Cinnamomum pachypodum</i> (Nees) Kosterm.	Cinpac	Árbol	0	0	1	0	0
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	Litgla	Arbusto-árbol	0	0	0	1	0
<i>Persea hintonii</i> C.K. Allen	Perhin	Árbol	1	0	0	0	1
MAGNOLIACEAE							
<i>Magnolia iltisiana</i> A. Vázquez	Magilt	Árbol	1	0	0	0	0
MELASTOMACEAE							
<i>Leandra subseriata</i> (Naudin) Cogn.	Leasub	Arbusto	1	0	0	0	0
OLEACEAE							
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Frauhd	Árbol	1	0	0	0	0
ONAGRACEAE							
<i>Fuchsia encliandra</i> Steud.	Fucenc	Arbusto	0	0	0	1	1
PINACEAE							
<i>Abies guatemalensis</i> Rehder var. <i>jaliscana</i> Martínez	Abiguj	Árbol	0	0	0	1	0
<i>A. religiosa</i> (Kunth) Schltdl. y Cham. var. <i>emarginata</i> Loock et Martínez ex Martínez	Abirem	Árbol	1	0	1	0	1
<i>A. religiosa</i> (Kunth) Schltdl. y Cham. var. <i>religiosa</i>	Abirer	Árbol	0	1	1	0	0
<i>Pinus devoniana</i> Lindl.	Pindev	Árbol	1	0	0	0	0
<i>P. douglasiana</i> Martínez	Pindou	Árbol	1	1	0	0	1
<i>P. herrerae</i> Martínez	Pinher	Árbol	0	0	0	1	0
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	Pinpse	Árbol	0	1	1	1	1
<i>P. strobiformis</i> Engelm.	Pinstr	Árbol	0	0	0	1	0
PODOCARPACEAE							
<i>Podocarpus matudae</i> Lundell	Podmat	Árbol	0	0	0	0	1
RHAMNACEAE							
<i>Rhamnus hintonii</i> M. C. Johnst. y L. A. Johnst.	Rhahin	Árbol	1	0	0	0	0
SABIACEAE							
<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	Melden	Árbol	1	0	1	0	0
SALICACEAE							
<i>Salix paradoxa</i> Kunth	Salpar	Árbol	0	1	0	0	0
SOLANACEAE							
<i>Cestrum terminale</i> Francey	Cester	Arbusto-árbol	0	1	1	0	1

Cuadro 2. Continúa

<i>Nombre científico</i>	<i>Acrónimo</i>	<i>Biotipo</i>	<i>Cacoma</i>	<i>Nevado</i>	<i>Manantlán</i>	<i>Cuale</i>	<i>Atenguillo</i>
<i>Solanum brevipedicellatum</i> Roe	Solbre	Árbol	0	0	1	0	0
<i>S. chrysotrichum</i> Schltdl.	Solchr	Arbusto	1	0	0	0	0
STYRACACEAE							
<i>Styrax argenteus</i> C. Presl.	Styarg	Árbol	0	0	1	0	0
<i>S. ramirezii</i> Greenm.	Styram	Árbol	0	0	0	1	0
SYMPLOCACEAE							
<i>Symplocos citrea</i> Lex.	Symcit	Árbol	1	0	1	1	1
THEACEAE							
<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	Cleint	Árbol	1	0	1	0	1
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. subsp. <i>lineata</i>	Terlin	Árbol	1	0	1	1	0
TILIACEAE							
<i>Tilia americana</i> L. var. <i>mexicana</i> (Schltdl.) Hardin	Tilame	Árbol	0	0	0	1	0
VERBENACEAE							
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Lipumb	Árbol	0	0	1	1	1
VITACEAE							
<i>Vitis blancoi</i> Munson	Vitbla	Bejuco	1	0	0	0	1

Nevado, Nevado de Colima; 0, ausente; 1, presente.

Cuadro 3. Riqueza, estructura y diversidad por parcela de 0.1 ha y por área, incluyendo los promedios por parcela, en los bosques de *Abies* de Jalisco, México

<i>Parcela</i>	<i>Especies</i>	<i>Géneros</i>	<i>Familias</i>	<i>% de individuos en los estratos verticales</i>					<i>AB (m² 0.1 ha⁻¹)</i>	<i>D (ind. 0.1 ha⁻¹)</i>	<i>Simpson</i>
				I	II	III	IV	V			
1	9	8	7	16	36.8	47.2	0	0	4.852	106	1.41
2	9	9	8	11	29.7	52.7	3.3	3.3	5.446	91	2.53
3	16	15	14	31.8	6.1	40.9	12.1	9.1	6.384	67	2.94
4	10	9	9	57.4	25	5.9	0	11.8	5.582	69	5.7
5	5	5	4	4.8	33.3	42.9	0	19	5.176	21	1.68
Cacoma	28	24	21	24.2	26.2	37.9	3.1	8.6	5.488	70.8	2.8
6	7	7	6	31.3	25	25	8.3	10.4	4.850	48	3.02
7	7	6	4	63.3	32.9	2.5	1.3	0	2.124	79	1.38
8	4	3	2	0	31.7	41.5	17.1	9.8	7.985	41	1.5
9	9	9	7	53.1	10.9	12.5	20.3	3.1	4.366	64	2.87
10	6	6	5	29.2	12.5	34.7	6.9	16.7	4.940	72	1.85
Nevado	14	12	9	35.4	22.6	23.2	10.8	8	4.853	60.8	2.1
11	6	6	5	21.6	53.6	19.6	4.1	1	5.655	97	2.28
12	5	5	4	15.5	17.2	32.8	25.9	8.6	7.200	58	2.24
13	6	6	5	23.3	45.6	27.8	2.2	1.1	4.337	90	2.75
14	14	13	11	39.7	5.2	24.1	12.1	19	8.172	58	6.98
15	20	19	15	66.3	8.1	15.1	0	10.5	4.192	86	10.81
Manantlán	28	24	16	33.3	25.9	23.9	8.9	8	5.912	77.8	5
16	9	9	6	33.3	9.3	38.9	11.1	7.4	4.555	54	4.66
17	10	9	9	34.9	14.3	20.6	3.2	27	5.379	63	5.6

Cuadro 3. Continúa

Parcela	Especies	Géneros	Familias	% de individuos en los estratos verticales					AB (m ² 0.1 ha ⁻¹)	D (ind. 0.1 ha ⁻¹)	Simpson
				I	II	III	IV	V			
18	14	13	10	67.4	14.1	4.3	0	14.1	6.111	92	5.19
19	9	7	6	22.8	25.4	38.6	10.5	2.6	4.142	114	4.4
Cuale	22	19	15	39.6	15.8	25.6	6.2	12.8	5.047	80.8	5
20	11	11	10	67.1	8.6	11.4	1.4	11.4	7.221	144	2.15
21	7	7	6	17.6	18.4	41.6	11.2	11.2	9.221	125	1.95
22	7	7	6	27.3	16.7	37.9	10.6	7.6	4.771	66	2.11
23	11	10	8	28.8	31.8	36.4	1.5	1.5	3.402	67	4.5
24	7	7	6	8.1	14.9	55.4	17.6	4.1	5.624	75	1.29
Atenguillo	24	21	18	29.8	18.1	36.5	8.5	7.2	6.048	95.4	2.4

Nevado, Nevado de Colima. *Estratos*: I, arbustos (2-7 m de altura); II, árboles bajos (8-14 m); III, árboles medianos a altos (15-25 m); IV, árboles altos (26-30 m), y V, emergentes (> 30 m). AB, área basal; D, densidad.

Cuadro 4. Especies por área y sus atributos estructurales, incluyendo sus valores de importancia y el número de individuos por estrato de altura, en bosques de *Abies* de Jalisco, México

Cacoma					Estratos					Estratos					Estratos				
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abirem	35.251	426	40	51.65	19	63	106	9	16	Pindev	0.696	4	1	0.86	0	0	1	1	0
Arbxal	0.357	2	1	0.57	0	1	0	0	0	Pindou	4.275	16	5	4.62	1	1	5	0	1
Celpri	0.003	2	1	0.35		Bejuco				Quecan	2.317	12	6	3.5	0	0	5	0	1
Clehar	0.354	2	1	0.56	0	0	0	1	0	Quelau	0.314	2	1	0.54	0	1	0	0	0
Cleint	1.704	24	7	3.95	0	5	7	0	0	Quemar	4.323	26	10	6.39	2	3	7	0	1
Clefra	0.254	2	1	0.5	0	0	1	0	0	Rhahin	0.002	2	1	0.35	1	0	0	0	0
Cordis	1.208	10	2	1.71	2	0	2	0	1	Rumflo	0.019	12	3	1.34	6	0	0	0	0
Eupare	0.004	2	1	0.35	1	0	0	0	0	Sarcon	0.001	2	1	0.35	1	0	0	0	0
Eupsch	0.047	48	12	5.34	24	0	0	0	0	Solchr	0.007	2	1	0.35	1	0	0	0	0
Frauhd	0.002	2	1	0.35	1	0	0	0	0	Symcit	0.440	34	8	3.9	8	9	0	0	0
Ilebra	0.618	2	1	0.72	0	0	1	0	0	Terlin	0.442	6	3	1.31	1	1	1	0	0
Leasub	0.022	14	4	1.44	7	0	0	0	0	Vitbla	0.002	1	1	0.35		Bejuco			
Magilt	1.663	10	3	2.24	0	2	1	0	2	Xylfle	0.093	26	9	3.57	10	3	0	0	0
Melden	0.391	6	3	1.28	0	3	0	0	0	Total	54.880	707	132	100	88	94	137	11	22
Perhin	0.071	10	4	1.53	3	2	0	0	0										
Nevado					Estratos					Estratos					Estratos				
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abirer	28.913	412	46	56.51	63	51	50	24	18	Quelau	14.874	84	24	22.16	20	8	8	3	3
Budcor	0.459	4	2	1.15	0	0	2	0	0	Rumflo	0.021	32	5	3.3	16	0	0	0	0
Cester	0.002	2	1	0.42	1	0	0	0	0	Salpar	0.385	6	3	1.51	0	1	2	0	0
Cordis	0.010	2	1	0.42	0	1	0	0	0	Senang	0.0152	14	5	2.31	7	0	0	0	0
Eupmai	0.005	4	2	0.83	2	0	0	0	0	Senbar	0.002	2	1	0.42	1	0	0	0	0
Lupsti	0.014	14	5	2.31	7	0	0	0	0	Vibhar	0.095	4	2	0.9	0	2	0	0	0
Pindou	0.094	4	2	0.89	0	2	0	0	0	Total	48.521	608	109	100	120	67	64	30	23
Pinpse	3.631	24	10	6.87	3	2	2	3	2										
Manantlán					Estratos					Estratos					Estratos				
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abirem	7.472	58	10	8.98	0	5	14	3	7	Ostvir	0.422	4	2	0.87	0	0	2	0	0

Cuadro 4. Continúa

Manantlán					Estratos					Estratos									
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abirer	6.367	254	25	0.18	20	78	28	0	1	Pinpse	22.229	164	30	26.41	10	12	29	19	12
Alnjor	2.547	8	4	2.69	0	0	2	0	2	Podemi	0.007	4	1	0.4	2	0	0	0	0
Arbxal	2.050	32	8	4.35	10	6	0	0	0	Quelau	10.589	34	13	10.4	1	1	6	6	3
Budcor	0.400	8	2	1.02	1	1	2	0	0	Quexal	3.106	4	2	2.38	0	0	1	0	1
Cartro	0.021	6	1	0.5	3	0	0	0	0	Rumflo	0.013	18	4	1.69	9	0	0	0	0
Cester	0.042	30	4	2.22	15	0	0	0	0	Salmex	0.002	2	1	0.31	1	0	0	0	0
Cinpac	0.354	2	1	0.51	0	0	1	0	0	Senang	0.076	48	6	3.47	24	0	0	0	0
Clehar	0.002	2	1	0.31	1	0	0	0	0	Senbar	0.022	14	4	1.52	7	0	0	0	0
Cleint	0.227	2	1	0.44	0	0	1	0	0	Solbre	0.007	2	1	0.32	1	0	0	0	0
Clefra	1.100	4	2	1.25	1	0	0	0	1	Styarg	0.001	2	1	0.31	1	0	0	0	0
Cordis	0.251	2	1	0.46	0	0	1	0	0	Symcit	0.417	16	7	2.52	4	2	2	0	0
Eupmai	0.120	30	5	2.49	14	1	0	0	0	Terlin	0.826	22	6	2.78	5	4	2	0	0
Lipumb	0.027	2	1	0.33	1	0	0	0	0	Total	59.116	776	146	100	131	112	91	28	27
Melden	0.418	2	2	0.86	0	2	0	0	0										
Cuale					Estratos					Estratos									
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abiguj	21.663	130	53	24.75	3	3	17	4	25	Pinher	1.607	15	5	3.82	0	0	12	3	0
Arbxal	1.825	25	20	4.17	3	7	0	0	0	Pinpse	3.342	15	7	5.45	0	2	7	5	1
Clefra	2.028	20	18	3.86	0	4	3	0	1	Pinstr	3.162	45	10	9.15	7	16	18	4	0
Dessum	0.113	115	38	8.44	46	0	0	0	0	Quelau	3.714	13	9	5.97	7	1	4	1	0
Euplas	0.001	2.5	2.5	0.35	1	0	0	0	0	Quescy	11.581	63	21	19.22	21	11	19	3	9
Fucenc	0.021	2.5	2.5	0.36	1	0	0	0	0	Rumflo	0.011	8	5	2.04	8	0	0	0	0
Garlau	0.051	5	5	0.72	0	2	0	0	0	Senang	0.005	3	2	0.8	3	0	0	0	0
Lipumb	0.005	7.5	5	0.8	3	0	0	0	0	Styram	0.553	3	2	1.16	0	2	1	0	0
Litgla	0.010	5	5	0.7	2	0	0	0	0	Symcit	0.015	1	1	0.36	1	0	0	0	0
Ostvir	0.255	13	10	1.65	2	2	1	0	0	Terlin	0.378	22	9	4.69	17	5	0	0	0
Peralt	0.004	7.5	7.5	1.04	3	0	0	0	0	Tilame	0.124	2	1	0.53	0	1	0	1	0
										Total	50.468	523	138	100	128	56	82	21	36
Atenguillo					Estratos					Estratos									
Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI (%)	I	II	III	IV	V
Abirem	46.308	500	47	54.35	20	32	128	36	34	Pindou	0.907	2	1	0.81	0	0	0	0	1
Alnjor	0.116	4	2	0.69	0	0	2	0	0	Pinpse	0.913	24	9	3.52	2	5	5	0	0
Arbxal	1.393	24	9	3.78	3	5	4	0	0	Podmat	1.637	188	10	9.89	85	7	2	0	0
Cester	0.008	8	2	0.77	4	0	0	0	0	Quecan	2.596	12	5	3.06	1	1	1	1	2
Clehar	0.423	2	1	0.54	0	0	1	0	0	Quemar	1.417	16	5	2.55	1	3	3	1	0
Cleint	0.980	28	9	3.69	3	7	4	0	0	Queobt	0.046	4	1	0.63	0	0	2	0	0
Eupmai	0.061	6	3	0.97	2	1	0	0	0	Rumflo	0.001	12	4	1.39	6	0	0	0	0
Fucenc	0.003	4	1	0.38	2	0	0	0	0	Senmul	0.009	6	2	0.7	3	0	0	0	0
Ilebra	1.524	2	1	1.15	0	0	0	0	1	Symcit	1.256	78	12	6.32	19	16	4	0	0
Lipumb	0.017	2	1	0.32	0	1	0	0	0	Toxrad	0.013	10	5	1.56	Bejuco				
Ostvir	0.235	2	1	0.44	0	0	1	0	0	Vitbla	0.004	2	1	0.31	Bejuco				
Perhin	0.182	4	1	0.48	0	1	1	0	0	Xylfle	0.011	14	5	1.7	7	0	0	0	0
										Total	60.480	954	138	100	158	79	158	38	38

Nevado, Nevado de Colima; AB, área basal, expresada en m² en 0.5 ha, con excepción de Cuale donde se muestrearon 0.4 ha; D, densidad, expresada como número de individuos en 0.5 ha, con excepción de Cuale; F, frecuencia; VI, valor de importancia. *Estratos*: I, arbustivo, 2-7 m de altura, II, árboles bajos de 8-14 m; III, medianos a altos de 15-25 m; IV, altos de 26-30 m, y V, emergentes > 30 m. El total por área para AB y D corresponden a m² y número de individuos llevados a 1 ha. Para el significado de los acrónimos véase el Cuadro 2.

Cuadro 6. Similitud promedio entre las parcelas de una área versus las similitudes promedios con las parcelas de otras áreas en bosques de *Abies* de Jalisco, México

Área	P1ca	P2ca	P3ca	P4ca	P5ca	P6ca	P7ne	P8ne	P9ne	P10ne	P11ma	P12ma	P13ma	P14ma	P15ma	P16cu	P17cu	P18cu	P19cu	P20at	P21at	P22at	P23at	P24at	Área
At	**	**	**	SD	SD	**	**	SD	**	**	SD	SD	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	Ma
At	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	Ne
At	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	**	**	**	**	Cu
At	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Ca
Ca	**	**	**	**	**	**	**	SD	**	**	SD	SD	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	Ma
Ca	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	SD	SD	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	Ne
Ca	**	**	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	**	**	**	**	Cu
Ma	SD	SD	SD	SD	SD	**	SD	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Ne
Ma	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	SD	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	SD	SD	SD	SD	Cu
Ne	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	**	**	**	**	SD	SD	SD	SD	SD	Cu

**= diferencias significativas; SD= sin diferencias significativas.

al., 2008), y muy posiblemente se deba a que son grupos taxonómicos que han desarrollado mecanismos morfológicos, anatómicos y fisiológicos que les permiten tolerar las heladas frecuentes que se presentan en algunos meses (Rzedowski, 1978). Esto también podría explicar la diversidad que presentaron *Abies*, *Quercus*, *Pinus*, *Eupatorium*, los 3 últimos con una amplia adaptabilidad ecológica y una radiación extraordinaria en México (Nixon, 1998; Styles, 1998; Rzedowski, 1998).

La mayoría de los géneros registrados en las áreas de estudio son comunes en los oyametales de otras áreas de México (Sánchez-González et al., 2004), pero por lo que se refiere a las especies, hay varias que sólo se conocen del occidente de México, son disyuntas o presentan su límite de distribución norte o sur en estas áreas de Jalisco, como *Abies religiosa* var. *emarginata*, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *Clethra fragrans*, *Pinus strobiformis*, *Sarcococca konzattii*, *Eupatorium lasioneurum*, *Podocarpus matudae* y *Perymenium alticola* (Cuadro 2), lo que podría atribuirse a la distribución insular de estos bosques que, si bien, tuvieron un antecesor común, lo cual se manifiesta por los géneros que comparten, tienen marcadas diferencias en el nivel específico, posiblemente producto de las diversas fuerzas de selección y especiación a las que los grupos taxonómicos han estado sometidos.

El registro en las áreas de estudio de *Ilex brandegeana*, *Carpinus tropicalis*, *Ostrya virginiana*, *Cornus disciflora*, *Persea hintonii*, *Magnolia iltisiana*, entre otras especies (Cuadro 2), es el resultado de las bajas altitudes a las que descienden los *Abies* en el occidente de México y las mezclas que forman con el bosque mesófilo de montaña, lo cual ocasionó que en algunas parcelas estudiadas (Cuadro 3) la riqueza de especies haya estado por arriba de lo registrado en los oyametales de altitudes superiores a los 3 000 metros en otras regiones de México.

La escasez de bejucos en los oyametales estudiados es un patrón compartido con otras investigaciones en las que se señala que es poca la riqueza de bejucos en estos bosques (Rzedowski, 1978; Jiménez, 2004; Velásquez-Villatoro, 2004).

Estructura vertical. Las alturas del dosel registradas en las áreas estudiadas, entre 20 y 40 m, con individuos que pueden alcanzar hasta 50 m o más, coincide con lo que otros autores han encontrado (Rzedowski y McVaugh, 1966; Rzedowski, 1978; Cornejo-Tenorio et al., 2003; Jiménez, 2004), así también los géneros de las especies que forman parte del dosel, como *Pinus*, *Quercus*, *Clethra*, *Arbutus*, *Meliosma*, *Salix*, *Ilex*, *Magnolia* y *Podocarpus* (Rzedowski y McVaugh, 1966; Rzedowski, 1978; Ramos-Herrera, 1991; Figueroa-Rangel y Moreno-Gómez, 1993; Jiménez, 2004). La concentración de más del 55% de los individuos con alturas entre 2 y 14 m podría deberse a que

diversas de las especies registradas corresponden biológicamente a taxones de bajo porte y a que varios individuos de las especies del estrato de árboles altos y emergentes presentaban diferentes estadios de desarrollo, algunos en condición juvenil. Este resultado podría interpretarse como un indicio de que las comunidades estudiadas corresponden a bosques que han estado sujetos a aprovechamiento forestal o algún otro factor de perturbación (así manifestado por la presencia de tocones, pastoreo, incendios; Cuadro 1), y lo que reflejan es capacidad de repoblación por medio de la reincorporación de juveniles.

El promedio de altura y el porcentaje de individuos que en los diferentes estratos fue casi igual en las 5 áreas estudiadas podría deberse a que el manejo o los factores de perturbación que han estado operando sobre estas comunidades han sido parecidos, aunque en todas las áreas los bosques mostraron una buena capacidad de recuperación, la cual podrían estar favoreciendo las declaratorias de áreas naturales protegidas en las últimas 2 o 3 décadas y la protección a las especies de *Abies* en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

Estructura cuantitativa. Las densidades promedio registradas por 0.1 ha para las áreas de estudio y llevada a 1 ha, varió de 608 a 954 individuos con dap ≥ 2.5 cm (Cuadro 3), cifras que están por abajo de lo que consignan Jiménez (2004) y Encina-Domínguez et al. (2008), quienes midieron plantas con dap a partir de 1 cm y 5 cm, respectivamente. La densidad registrada está por arriba de lo que encontró Manzanilla (1974), aunque este autor midió especies con dap ≥ 10 cm. El área basal promedio por 0.1 ha y extrapolada a 1 ha varió de 49 a 60 m², cifra inferior a la registrada por Jiménez (2004) para los bosques de *Abies hickelii* en Oaxaca y de dimensiones comparables para los bosques naturales y con explotación, y menor a la que obtuvo Manzanilla (1974) para los bosques vírgenes, aunque superior a lo registrado por Encina-Domínguez et al. (2008) para los bosques de Zapalinamé, Coahuila.

Abies religiosa var. *emarginata*, *A. religiosa* var. *religiosa*, *Pinus pseudostrobus*, *Podocarpus matudae*, *Quercus laurina*, *Symplocos citrea*, *Q. scytophylla* y *A. guatemalensis* var. *jaliscana* presentaron las mayores densidades, áreas basales y valores de importancia (Cuadro 4). Las especies registradas coinciden en general con los mayores atributos estructurales de otras investigaciones en este tipo de vegetación (Ramos-Herrera, 1991; Figueroa-Rangel y Moreno-Gómez, 1993; Ávila-Bello y López-Mata, 2001; Jiménez, 2004). Seguramente la predominancia de estas especies tiene que ver con su historia de vida que les ha permitido desplegar mecanismos fisiológicos, anatómicos y morfológicos para establecerse y desarrollarse en ambientes de alta montaña.

La ausencia de diferencias significativas en las variables área basal y densidad, entre áreas y parcelas dentro de cada área, es un indicador de la similitud estructural que presentan los bosques estudiados. Esta similitud se reafirma por las estructuras diamétricas de las comunidades de cada área, las cuales fueron muy similares con una concentración entre el 54 y 63% en categorías entre 2.5 y 20.5 cm (Fig. 2), lo cual se considera un patrón típico de comunidades que están en proceso de recuperación (Jardel-Peláez, 1986; Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas, 2000) y se acentúa aún más por la presencia de especies que biológicamente son de porte pequeño y quedan incluidas en estas categorías diamétricas.

Riqueza y diversidad. Las 64 especies, representantes de 47 géneros y 35 familias, de individuos con dap ≥ 2.5 cm, registradas en las parcelas de muestreo, supera al número de taxones consignados en otras investigaciones para los bosques de oyamel (Nieto de Pascual-Pola, 1995; Sánchez-González y López-Mata, 2003; Velásquez-Villatoro, 2004; Jiménez, 2004). El número de especies registradas por parcela de 0.1 ha en las 5 áreas estudiadas fue de 4-20 especies, lo cual queda dentro de las amplitudes registradas en otras investigaciones para superficies de 0.1 ha, no obstante que difieren los diámetros a la altura del pecho a partir de los cuales se consideran los individuos (Velásquez-Villatoro, 2004).

Aunque no se encontraron diferencias significativas respecto a la riqueza de especies y la diversidad entre áreas y parcelas dentro de las áreas, el Nevado de Colima presentó una tendencia a disminuir el número de especies y su diversidad, lo cual podría estar reflejando un gradiente de altitud, temperatura y humedad, pues es en esta área donde se han registrado las temperaturas mínimas extremas más bajas, mayor radiación potencial, menor humedad disponible y en general la mayor perturbación (Cuevas-Guzmán et al., 2008; Cuadro 1). Se ha registrado que algunos de estos factores son de mucha importancia en la disminución de la riqueza y la diversidad de especies (Rzedowski, 1978; Vázquez-García y Givnish, 1998; Körner, 2002).

La razón por la cual el índice de similitud cuantitativo de Sørensen es más alto en la zona de Manantlán podría atribuirse a que las parcelas se establecieron a lo largo de una mayor amplitud altitudinal, lo que genera mayor heterogeneidad ambiental que se expresa en similitudes altas entre parcelas que comparten más o menos las mismas condiciones ambientales, y bajas entre las que contrastan, como ocurrió entre las parcelas 11, 12 y 13 y las parcelas 14 y 15 (Cuadro 5). Las parcelas 14 y 15 se localizan a 2 450 m de altitud, donde los *Abies* se encuentran mezclados con especies latifoliadas, mientras que las parcelas 11-13 se ubican a mayor altitud en la sierra de Manantlán, entre 2 700 y 2 750 m, donde los oyametales tienden a ser más monoespecíficos.

También podría ser ésta la causa de que Manantlán presente el índice de similitud promedio más bajo.

La razón por la cual el Nevado de Colima registró el índice de similitud promedio más alto se atribuye a la baja heterogeneidad ambiental que presentan los bosques de oyamel en esta área, lo que se manifiesta en una baja variación en la composición de especies y su abundancia. El índice de similitud promedio mayor fue para Cacoma y Atenguillo (44%) (Cuadro 5), y fueron las únicas áreas que no mostraron diferencias significativas entre las similitudes promedio de sus parcelas. Este resultado podría atribuirse a su cercanía y a que son parte de la misma sierra que forma un continuo, con gradientes ambientales con menos variación dentro de ellas, respecto a las otras áreas estudiadas. Las similitudes promedio entre áreas variaron del 1 al 44%, señalando que el número de especies compartidas en los bosques de *Abies* de las áreas muestreadas es bajo, lo cual se corrobora con las comparaciones de las similitudes promedio entre las parcelas de las 5 áreas, ya que en todas hubo diferencias significativas ($\alpha = 0.05$), con excepción de Cacoma y Atenguillo (Cuadro 6). Las mayores diferencias del área del Nevado de Colima con las otras 4 y mayor similitud con Manantlán es un patrón que ya había sido registrado por Cuevas-Guzmán et al. (2008) a través de una clasificación en la cual un grupo de oyametales de Manantlán se agrupó con el Nevado de Colima y otro con Cacoma y Atenguillo, mientras que el Nevado de Colima quedó muy separado de Cacoma, Atenguillo y Cuale.

Conclusiones y recomendaciones. Los bosques de oyamel de las 5 áreas estudiadas en el estado de Jalisco fueron similares en su estructura, riqueza y diversidad. En las 5 áreas las comunidades mostraron una concentración de individuos jóvenes en categorías diamétricas y alturas pequeñas; este patrón permite deducir un proceso de recuperación de las especies de los estratos de árboles altos y emergentes. Los incidentes de perturbaciones que se manifiestan en todas las áreas por el hallazgo de tocones, árboles caídos, rastros de incendios y ganadería, testifican el uso de que son y han sido objeto estas comunidades vegetales, las cuales por su repoblación en todas las áreas muestran buena capacidad de recuperación.

Las diferencias en la similitud promedio entre áreas son indicativas de la alta diversidad beta de los bosques de *Abies* en el estado de Jalisco, pues 4 áreas muestran diferencias estadísticas significativas y sólo Cuale y Atenguillo mostraron una composición florística similar.

Los bosques de oyamel de Jalisco, por la distribución insular que presentan, los factores de perturbación a que han estado sometidos y el efecto esperado del cambio climático sobre ellos, demandan de un monitoreo continuo que garantice la generación de alternativas para su conservación.

Los bosques de oyamel debieran ser decretados áreas de conservación y de recarga de mantos acuíferos y su manejo debiera ser única y exclusivamente aquel que garantice la integridad del ecosistema y mantenga la diversidad beta.

Agradecimientos

Esta investigación fue respaldada económicamente a través del fondo de investigación del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. El segundo autor recibió aportación económica mediante una beca otorgada por el Programa de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Guadalajara para miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Se reconoce el apoyo de campo proporcionado por Francisco J. Santana Michel y Germán Guzmán Sánchez; la elaboración del mapa de la zona de estudio a Demetrio Meza, y la traducción del resumen al inglés a Carlos Palomera García. Dos revisores anónimos proporcionaron recomendaciones y sugerencias que mejoraron sustancialmente el artículo.

Literatura citada

- Alvarado, R. D., L. I. de Bauer y J. Galindo. 1991. Declinación y muerte del bosque de oyamel (*Abies religiosa*) en el sur del Valle de México. *Agrociencia* 3:123-143.
- Ávila-Bello, C. H., J. Aguirre-Rivera y E. García-Moya. 1994. Variación estructural del bosque de *Abies hickelii* Flous & Gaussen en relación con factores ambientales en el Pico de Orizaba, México. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales* 3:5-17.
- Ávila-Bello, C. H. y L. López-Mata. 2001. Distribución y análisis estructural de *Abies hickelii* Flous & Gaussen en México. *Interciencia* 26:244-251.
- Calvert, W. H. y R. O. Lawton. 1993. Comparative phenology of variation in size, weight, and water content of eastern North American monarch butterflies at five overwintering sites in Mexico. *In* Biology and conservation of the monarch butterfly, S. B. Malcolm and M. P. Zalucki. (eds.). Los Ángeles, California. p. 299-307.
- Cornejo-Tenorio, G., A. Casas, B. Farfán, J. L. Villaseñor y G. Ibarra-Manríquez. 2003. Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73:43-62.
- Cuevas-Guzmán, R. 2002. Análisis de gradientes de la vegetación de la cañada El Tecolote, en la sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis, doctorado Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 140 p.
- Cuevas-Guzmán, R., L. M. Martínez-Rivera, A. Cisneros-Lepe, E. V. Sánchez-Rodríguez y L. Guzmán-Hernández. 2008. Ordenación y clasificación de los oyametales del estado de

- Jalisco, México. In Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México, L. R. Sánchez, J. Galindo y F. Díaz (eds.). Mundi-Prensa, México, D. F. p. 212-227.
- Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Earle, J. C. 2002. *Abies* (Plin. Ex Tourn.) Miller 1754. Disponible en: <http://www.conifers.org/pi/ab/index.htm>; última consulta 07.VII.2002.
- Encina-Domínguez, J. A., F. J. Encina-Domínguez, E. Mata-Rocha y J. Valdés-Reyna. 2008. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 83:13-24.
- Fagre, D. y D. L. Peterson. 2002. Modelling and monitoring ecosystem responses to climate change in three North American mountain ranges. In *Mountain biodiversity a global assessment*, C. Körner y E. M. Spehn (eds.). Parthenon, New York. p. 249-259.
- Figueroa-Rangel, B. L. 1991. Estructura y distribución de las poblaciones de *Abies* spp., en cerro Grande, México. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, Jalisco. 90 p.
- Figueroa-Rangel, B. L. y S. Moreno-Gómez. 1993. Estructura y sucesión en poblaciones de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. et Cham., y *Abies religiosa* var. *emarginata* Loock et Martínez ex Martínez, en la sierra de Manantlán, Jalisco. *Agrociencia* 3:49-63.
- Figueroa-Rangel, B. L. y M. Olvera-Vargas. 2000. Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl., en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 34:91-98.
- Fulé, P. Z. y W. W. Covington. 1997. Fire regimes and forest structure in the sierra Madre Occidental, Durango, México. *Acta Botanica Mexicana* 41:43-79.
- Jardel-Peláez, E. J. 1986. Efecto de la explotación forestal en la estructura y regeneración del bosque de coníferas de la vertiente oriental del Cofre de Perote, Veracruz, México. *Biotica* 11:247-270.
- Jiménez R., J. L. 2004. Estructura del bosque de *Abies hickelii* Flous & Gausson en Santa María Yavesía, Distrito de Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 74 p.
- Körner, C. 2002. Mountain biodiversity, its causes and function: an Overview. In *Mountain biodiversity a global assessment*, Ch. Körner y E. M. Spehn (eds.) Parthenon, New York. p.3-20.
- López, M. A., J. Velázquez, A. V. González y V. M. Cetina. 1998. Estado nutrimental de *Abies religiosa* en un área con problemas de contaminación ambiental. *Agrociencia* 32:53-59.
- Madrigal-Sánchez, X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel [*Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. & Cham] en el Valle de México. *Boletín Técnico* 18. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D. F. 94 p.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford. 256 p.
- Manzanilla, H. 1974. Investigaciones epidométricas y silvícolas en bosques mexicanos de *Abies religiosa*. Dirección General de Información y Relaciones Públicas, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 165 p.
- Martínez, M. 1963. Las pináceas mexicanas, tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 400 p.
- McCune, B. y M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, Ver. 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. 237 p.
- McVaugh, R. 1992. Gymnosperms and Pteridophytes. *Flora Novo-Galiciana* 17:467 p.
- Nieto de Pascual-Pola, C., L. I. Zamora-Martínez y M. C. Zamora. 1995. Estudio monográfico del género *Abies* en México. Libro de resúmenes del XIII Congreso Mexicano de Botánica. Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Sociedad Botánica de México, del 5 al 11 de noviembre de 1995. Cuernavaca, Morelos. p. 160.
- Nieto de Pascual-Pola, C. 1995. Estudio sin ecológico del bosque de oyamel de la cañada de Contreras, Distrito Federal. *Revista Ciencia Forestal en México* 77:3-34.
- Nixon, K. C. 1998. El género *Quercus* en México. In *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p. 433-447.
- Olvera-Vargas, M., S. Moreno-Gómez y B. L. Figueroa-Rangel. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Universidad de Guadalajara, Jalisco. 60 p.
- PRODEFO (Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco). 1999. Superficie de recursos forestales del estado de Jalisco (según región COPLADE, Municipio y Área Natural de Conservación). Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco, Guadalajara. 158 p.
- Ramos-Herrera, M. J. 1991. Estudio de la distribución del género *Abies* en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 102 p.
- Rendón, S. E. 1997. Diagnóstico de las mariposas monarca hibernantes que intentaron alimentarse y la estructura del rodal del bosque donde se agrupó la colonia del Llano del Toro en la sierra Chincua, Mich., durante la temporada de hibernación 1993-1994. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 54 p.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. In *Diversidad biológica de México:*

- orígenes y distribución, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. p. 129-145.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 432 p.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9: 1-123.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y de Pesca). 2010. 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. Diario Oficial de la Federación., Segunda sección, 30 de diciembre, México, D. F. 77 p.
- Saavedra-Romero, L. de L., D. Alvarado-Rosales, J. Vargas-Hernández y T. Hernández-Tejeda. 2003. Análisis de la precipitación pluvial en bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltdl. & Cham., en el sur de la ciudad de México. Agrociencia 37:57-64.
- Sánchez-González, A. 2004. Análisis sinecológico, florístico y biogeográfico de la vegetación del norte de la sierra Nevada, México. Tesis, doctorado Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. 153 p.
- Sánchez-González, A. y L. López-Mata. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 74:47-71.
- Sánchez-González, A., L. López-Mata y D. Granados-Sánchez. 2004. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. y Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía 56:62-76.
- Sánchez-Velásquez, L. R., M. R. Pineda-López y A. Hernández-Martínez. 1991. Distribución y estructura de la población de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. & Cham., en el Cofre de Perote, estado de Veracruz, México. Acta Botanica Mexicana 16:45-55.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT User's Guide, Release 8.0 edition, SAS Institute, Cary, Carolina del Norte. 3884 p.
- Styles, B. T. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. In Diversidad biológica de México: orígenes y distribución, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (comp.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. p. 385-408.
- UAAAN (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). 2002. Restauración ambiental de la sierra Plegada de Coahuila. Informe técnico. Comisión Federal de Electricidad/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro/ Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Vázquez, J. A. y T. Givnish. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. Journal of Ecology 86: 999-1020.
- Velásquez-Villatoro, M. 2004. La sucesión ecológica una opción para recuperar áreas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. Memorias del Simposio Internacional sobre Restauración Ecológica. Grupo Cubano de Restauración Ecológica, Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Jardín Botánico de Villa Clara, del 17-21 de noviembre de 2004. Cuba. [Formato en CD].
- Villers-Ruiz, L., L. García del Valle y J. López-Blanco. 1998. Evaluación de los bosques templados de México: una aplicación en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía 36:7-19.