



DOI: 10.29298/rmcf.v16i87.1492

Artículo de investigación

Efecto del manejo forestal maderable sobre la estructura y diversidad del bosque de *Pinus L.* en Oaxaca, México

Effect of timber forest management on the structure and diversity of the *Pinus L.* forest in Oaxaca state, Mexico

Julio Aurelio Ruiz-Aquino^{1*}, Javier Jiménez-Pérez¹, Oscar Alberto Aguirre-Calderón¹, Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Gerardo Rodríguez-Ortiz²

Fecha de recepción/Reception date: 24 de junio de 2024.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 19 de noviembre de 2024.

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. México.

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: aquino.12@hotmail.com

*Corresponding author; e-mail: aquino.12@hotmail.com

Resumen

El tratamiento de cortas de regeneración en el manejo de los bosques genera cambios en la estructura y diversidad de la vegetación. El objetivo fue evaluar dos métodos de manejo forestal y analizar la aplicación de tres tratamientos silvícolas: corta de regeneración de selección en grupos, corta de regeneración de árboles padres y selección individual (TS) sobre la diversidad y estructura de rodales en Santa María Jaltianguis, Oaxaca, México. La evaluación se realizó en 2023 en 30 sitios circulares de 400 m², en los cuales se midió el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; se identificaron todos los individuos y se consideró al diámetro normal como la variable dasométrica de mayor interés, además de conocer la distribución diamétrica irregular de los TS, los cuales se diferenciaron mediante un modelo lineal generalizado y la prueba de medias tipo *Tukey* ($\alpha=0.05$). La mayor riqueza se registró en la temporada de lluvias con 49 especies pertenecientes a las familias Asteraceae, Pinaceae, Rosaceae y Fagaceae. El efecto de los tratamientos silvícolas fue más evidente en el estrato herbáceo; en el arbóreo, *Pinus patula* fue la especie más frecuente y de mayor importancia (*IVI*). La más alta diversidad de *Shannon*=2.25 se obtuvo en el estrato arbóreo, tratamiento de corta de regeneración de árboles padres; la más baja en corta de selección individual en el estrato arbustivo con *Shannon*=1.27, con diferencias significativas. Estos resultados deben considerarse en la aplicación de los TS para la toma de decisiones en el manejo y conservación de los bosques.

Palabras clave: Estrato arbóreo, herbáceas, índice de diversidad, Índice de Valor de Importancia, riqueza de especies, tratamientos silvícolas.

Abstract

Regeneration cutting methods in forest management generate changes in the vegetation structure. The objective was to evaluate two forest management methods and analyze the application of three forestry treatments: group selection, regeneration cutting of parent trees and individual selection (TS) on the structure of stands in *Santa María Jaltianguis*, Oaxaca state, Mexico. The evaluation was carried out in 2023 in 30 circular sites of 400 m² in which the tree, shrub and herbaceous stratum were measured, all individuals were identified and the forest inventory variables of greatest interest were considered: diameter at breast height. The TS were differentiated using a generalized linear model and test of means (Tukey, 0.05). The greatest richness was recorded in the rainy season with a total of 49 species belonging to the Asteraceae, Pinaceae, Rosaceae and Fagaceae families; the effect of forestry treatments in the vegetation strata was more evident in herbaceous plants; in the tree stratum, *Pinus patula* was the species with the highest frequency and greatest importance (IVI), the highest diversity was obtained in the tree stratum, regeneration cutting treatment Shannon=2.25, and the lowest in individual selection cutting in the shrub stratum Shannon=1.27, presenting significant differences. These results are important to consider in the application of TS for decision making in forest management and conservation.

Key words: Tree stratum, herbaceous, diversity index, Importance Value Index, species richness, forestry treatments.

Introducción

Los bosques de México y del mundo han experimentado un deterioro considerable en las últimas décadas debido a políticas públicas inapropiadas, la implementación incorrecta de programas de gestión forestal, deforestación causada por diversas actividades, fenómenos naturales y sociales (Romo et al., 2016). La investigación, evaluación y seguimiento del manejo forestal son esenciales para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas mediante la gestión y conservación (Castellanos-Bolaños et al., 2008).

En la actualidad, los ecosistemas forestales han adquirido relevancia debido a fenómenos globales como el cambio climático, y la adopción de nuevas perspectivas que consideran a los bosques como proveedores a la sociedad de servicios ecosistémicos a través de un manejo forestal sostenible (Aguirre-Calderón, 2015). El manejo forestal se asocia con la estructura del bosque, la producción maderable, además de la provisión de otros bienes y servicios (Rendón-Pérez et al., 2021).

La evaluación de la estructura de los bosques siempre es de interés para los responsables del manejo forestal, la cual sirve para la toma de decisiones de las actividades que se realizan para mantenerlas o mejorarlas, asimismo es fundamental para el desarrollo de mejores prácticas de manejo y contribuir en la conservación de la biodiversidad (Aguirre-Calderón, 2015). En el manejo sustentable de las masas forestales es primordial conservar la biodiversidad, mantener la composición forestal, sus valores asociados y el paisaje del ecosistema (Hernández-Salas et al., 2013).

Los cambios en la estructura y diversidad del bosque pueden ser generados por un aprovechamiento selectivo y por las prácticas silvícolas que favorecen un selecto y reducido número de especies (Corral et al., 2005). Ramírez et al. (2019) indican que la implementación de prácticas silvícolas en bosques templados reduce la variedad de especies. El conocimiento de la composición y variedad de especies de árboles en bosques templados es crucial para su administración y conservación (Graciano-Ávila et al., 2017).

La evaluación del impacto de las actividades sobre la composición de las especies, con el manejo del bosque es mucho más sencillo conducirlo dentro de los niveles más favorables, en términos de riqueza de especies, de valor ambiental, estabilidad del ecosistema y el valor económico. La gestión forestal es fundamental para preservar la diversidad, ajustar la estructura a nivel de poblaciones y describir la relación de las especies mediante indicadores de diversidad como la abundancia, dominancia y frecuencia (Hernández-Salas et al., 2013).

Por lo anterior, es importante considerar la aplicación de tratamientos de regeneración, ya que modifican la estructura de los bosques; las investigaciones que se realizan sobre la estructura de bosques con manejo coinciden en que son indicadores de la diversidad de un bosque (Corral et al., 2005) y con las intervenciones silvícolas puede ser modificada.

En los bosques comunales de Oaxaca, México, existen áreas con claros problemas para el establecimiento de la regeneración de los taxones de mayor interés debido a las condiciones climáticas de mucha humedad, así como a la abundante presencia de herbáceas y arbustos con más capacidad para colonizar y ocupar espacios de crecimiento disponibles, lo que causa un desbalance importante en la composición del bosque; por lo que es importante generar condiciones de manejo más propicias para el establecimiento de la regeneración natural de las especies de pino, debido a su característica de intolerancia (Servicios Técnicos Forestales de Santa María Jaltianguis [STF], 2017). El objetivo del presente trabajo fue evaluar dos métodos de manejo forestal y analizar el efecto de los tratamientos silvícolas sobre la diversidad y estructura poblacional estacional en rodales bajo manejo en los bosques de Santa María Jaltianguis, Oaxaca, México. La hipótesis fue determinar si la aplicación de tratamientos silvícolas de regeneración modifica la diversidad y la estructura de los bosques bajo manejo forestal.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

El área de estudio se ubica en el municipio Santa María Jaltianguis, comunidad zapoteca, localizada en la Sierra Juárez de Oaxaca (sur de México). Las coordenadas UTM de ubicación son 765345.90 m y 755789.00 m E, 1927446.56 m y 1917737.00 m N, a una altitud media de 2 270 m (Figura 1). El clima es

templado subhúmedo con lluvias en verano y semicálido subhúmedo con lluvias en verano; los tipos de suelo presente son: Luvisol (78.30 %), Acrisol (20.38 %), Fluvisol (0.86 %) y Cambisol (0.46 %) (STF, 2017).

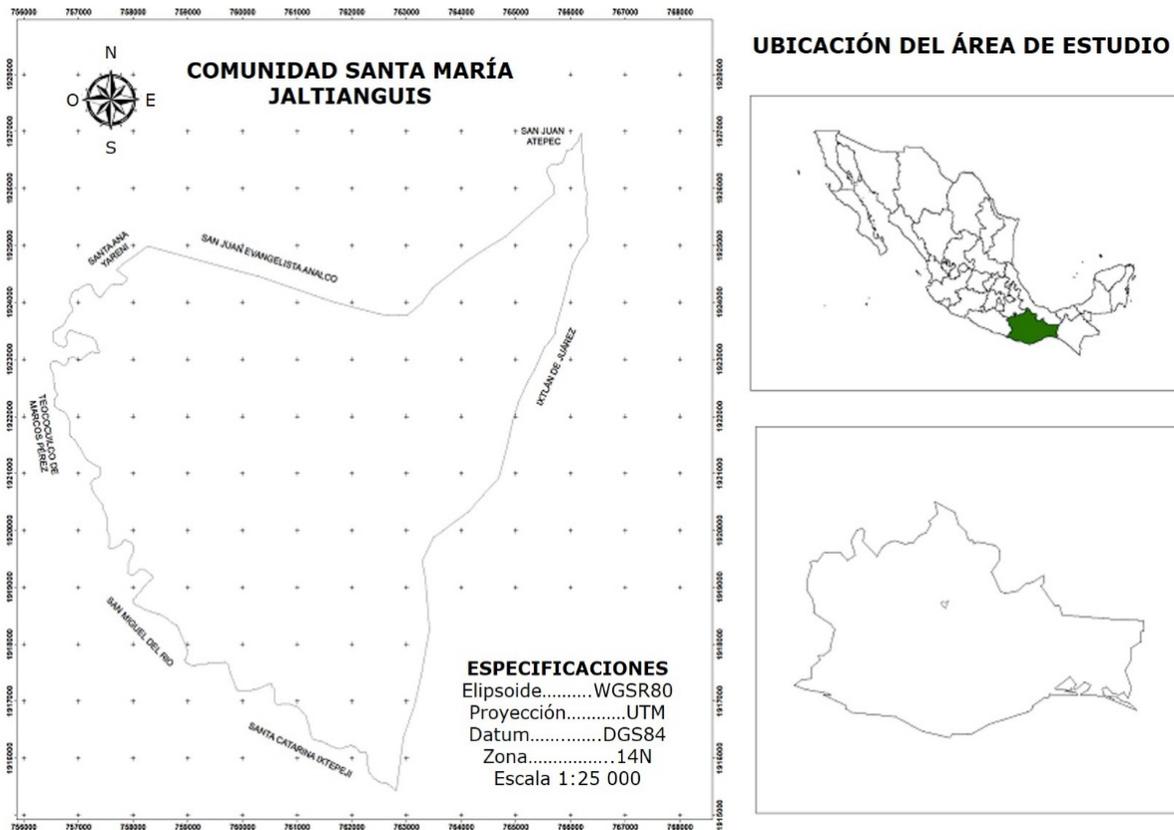


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Sitios de muestreo

Se establecieron y midieron 30 parcelas de muestreo circulares de 400 m², se ubicaron de manera selectiva en áreas bajo manejo forestal: tres parcelas para

cada anualidad en un total de 10 anualidades, donde se evaluaron tratamientos de corta de regeneración en selección en grupos, corta de regeneración de árboles Padre y selección individual. Estas son prácticas de manejo que se aplican en bosques con la finalidad de aprovechar, mejorar y regenerar de manera natural las especies existentes. En tales parcelas se colectó información de variables dasométricas; se evaluaron dos métodos de manejo forestal y sus tratamientos silvícolas. El Método de Desarrollo Silvícola (MDS) con el tratamiento de árboles Padre y el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) con los tratamientos de selección individual y selección en grupos.

Evaluación en campo

En las parcelas se delimitaron cuatro cuadrantes y se identificaron los individuos vegetales de las especies existentes; la variable dasométrica de mayor interés fue el diámetro normal ≥ 7.5 cm que se midió en centímetros con forcípula *Haglöf*[®] Sweden Mantax Blue 800 mm, con el cual se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

Donde:

A = Área (m²)

π = Valor constante de 3.1416

d = Diámetro normal transformado a m

El número de individuos y la nomenclatura de las especies se verificó mediante la plataforma Tropicos® (Missouri Botanical Garden, 2022). Para cada sitio se registraron las coordenadas geográficas y altitud (m) con el apoyo de un Geoposicionador satelital *GARMIN*® GPSMAP 64SC.

Análisis de la estructura poblacional de las áreas bajo manejo

En cada parcela de 400 m² se instaló un sitio concéntrico de 100 m² para la evaluación de la regeneración natural, se contabilizaron las plántulas de pino, se midió el diámetro a la base en mm, esto se efectuó para el tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos por el escaso tiempo de haber aplicado el tratamiento (1 a 4 años). Para evaluar el estrato arbustivo en el cual se incluyeron individuos con alturas mayores a 25 cm, se delimitaron dos sitios de 9 m² de forma cuadrada, se registró la especie, el diámetro (cm) a la base se midió con un vernier *Truper*® cal-6mp, con un estadal *Geo-surv*® modelo geosw-5-5m se midió la altura total (m) (Rendón-Pérez *et al.*, 2021). En cada cuadrante se delimitaron sitios de 1 m² para evaluar el estrato herbáceo y se registraron las especies existentes (Figura 2). Las mediciones se llevaron a cabo en temporada de lluvias y de estiaje.

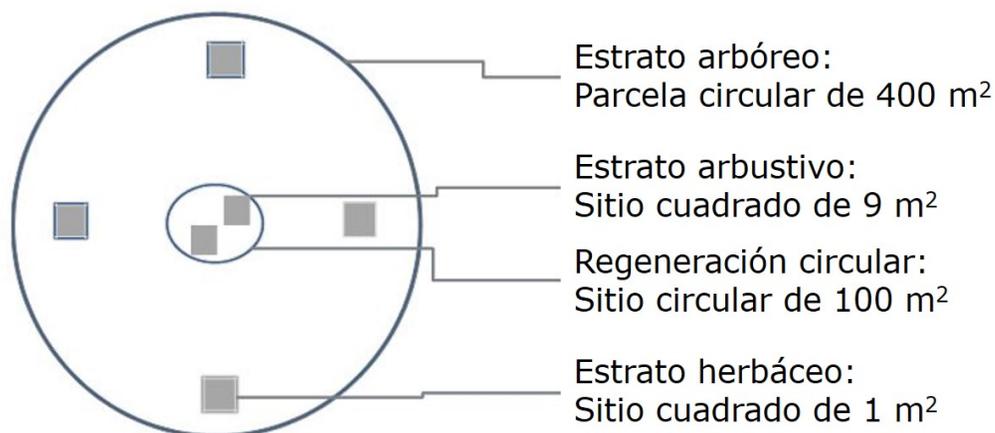


Figura 2. Diseño de las parcelas y sitios para la toma de datos.

Se evaluó la diversidad estructural, riqueza y composición del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en los diferentes tratamientos aplicados, mediante los índices de diversidad alfa y beta, con el programa *Excel*[®]. Para determinar la diversidad alfa se aplicaron los índices *Margalef*, *Shannon* y para la diversidad beta el Índice de Semejanza de *Sørensen* (Juárez-Agis et al., 2016; Leyva-López et al., 2010; Moreno, 2001).

Análisis estadístico

Se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianzas usando la prueba de *Shapiro-Wilk* y *Bartlett* ($\alpha=0.05$) con el procedimiento *UNIVARIATE* (Chávez-Pascual et al., 2017; García-Aguilar et al., 2021). Se transformaron las variables mediante

$\sqrt{\frac{x}{100}} + 1$ (Espinoza-Zúñiga et al., 2023); los tratamientos silvícolas se diferenciaron

utilizando el modelo general lineal (*PROC GLM*) y la prueba de medias (*Tukey*, $\alpha=0.05$). Los análisis se realizaron en el programa estadístico SAS 9.0 (SAS Institute Inc., 2021).

Resultados y Discusión

Composición y riqueza de especies

Durante la temporada de lluvias se registraron un total de 49 especies vegetales pertenecientes a 25 familias (Cuadro 1). La mayor riqueza se presentó en el estrato herbáceo con 31 taxa, seguido del estrato arbóreo con 11 y con siete el estrato arbustivo; **los dos primeros estratos compartieron siete especies**. Luna-Bautista et al. (2015) identificaron en áreas bajo manejo forestal 41 especies, con dominancia de taxa pertenecientes a las familias Asteraceae, Fagaceae y Fabaceae; Vázquez-Cortez et al. (2018) obtuvieron 12 especies en el estrato arbustivo.

Cuadro 1. Riqueza de especies durante la temporada de lluvias en bosques con manejo forestal (las especies se presentan en orden alfabético).

Espece	Nombre común	Familia
Estrato: Arbustivo		
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	Ericaceae
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Chamizo	Asteraceae
<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C. K. Schneid.	Limoncillo	Rosaceae
<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	Jicarillo	Clethraceae
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	Laurel	Lauraceae
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Cerezo	Rosaceae
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Lengua de vaca	Polygonaceae

Estrato: Arbóreo

<i>Pinus ayacahuite</i> C. Ehrenb. ex Schltldl.	Pino gretado	Pinaceae
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	Pino hoja gruesa	Pinaceae
<i>Pinus lawsoni</i> Roetzl ex Gordon	Pino hoja delgada	Pinaceae
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltldl. & Cham. var. <i>leiophylla</i>	Pino negro	Pinaceae
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	Pino zarcina grande	Pinaceae
<i>Pinus patula</i> Schltldl. & Cham.	Pino hoja triste	Pinaceae
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Pino negro liso	Pinaceae
<i>Quercus corrugata</i> Hook.	Encino roble	Fagaceae
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Encino hoja ancha	Fagaceae
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	Encino hoja delgada	Fagaceae
<i>Quercus rugosa</i> Neé	Encino roble hoja ancha	Fagaceae

Estrato: Herbáceo

<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.	Orégano silvestre	Asteraceae
<i>Alchemilla pectinata</i> Kunth	Malva montés	Rosaceae
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.	Nube	Caryophyllaceae
<i>Arracacia moschata</i> (Kunth) DC.	Hoja de triangulo	Apiaceae
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	Cabeza de Ángel	Fabaceae
<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.	Hoja de menta	Rhamnaceae
<i>Centropogon grandidentatus</i> (Schltldl.) Zahlbr.	Chilito	Campanulaceae
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC.	Rompe platos	Fabaceae
<i>Commelina tuberosa</i> L.	Cochinito	Commelinaceae
<i>Crusea coccinea</i> DC.	Flor roja	Rubiaceae
<i>Dahlia imperialis</i> Roetzl ex Ortgies	Dalia	Asteraceae
<i>Elaphoglossum latifolium</i> (Sw.) J. Sm.	Lengua de ciervo	Dryopteridaceae
<i>Fragaria mexicana</i> Schltldl.	Fresa silvestre	Rosaceae
<i>Fuchsia thymifolia</i> Kunth	Palo rosa	Onagraceae
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	Chaparrera	Ericaceae
<i>Gnaphalium viscosum</i> Kunth	Gordolobo	Asteraceae
<i>Iostephane heterophylla</i> Benth.	Camorreal	Asteraceae
<i>Maianthemum paniculatum</i> (M. Martens & Galeotti) LaFrankie	Uva montes	Asparagaceae
<i>Matudanthus nanus</i> (M. Martens &	Hierba de pollo	Commelinaceae

Galeotti) D. R. Hunt		
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Trébol	Oxalidaceae
<i>Phytolacca rugosa</i> A. Braun & C. D. Bouché	Perla china	Phytolaccaceae
<i>Polypodium californicum</i> Kaulf.	Palmita	Polypodiaceae
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Helecho	Dennstaedtiaceae
<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Hoja de estrella	Asteraceae
<i>Roldana candicans</i> (Née) Villaseñor, S. Valencia & Coombes	Hoja de zorrillo	Asteraceae
<i>Rubus adenotrichos</i> Schltldl.	Zarzamora montes	Rosaceae
<i>Rubus glaucus</i> Benth.	Zarzaparrilla	Rosaceae
<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	Mirto	Plantaginaceae
<i>Salvia patens</i> Cav.	Hoja de ángel	Lamiaceae
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sauco	Viburnaceae
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Asteraceae

Litsea glaucescens Kunth fue la única especie registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM-059-SEMARNAT-2010, 2010) como especie en peligro de extinción; *Matudanthus nanus* (M. Martens & Galeotti) D. R. Hunt es un taxón endémico del estado de Oaxaca (García-Mendoza & Meave, 2011).

La mayor parte de la riqueza correspondió a la familia Asteraceae (ocho especies), en la que dominan las herbáceas; seguida de la familia Pinaceae (siete especies), Rosaceae (seis especies) y Fagaceae (cuatro especies). Asteraceae es la de mayor diversidad (1 040 especies) en el estado de Oaxaca (Villaseñor, 2018). Rendón-Pérez et al. (2021) indican que los géneros *Pinus* L. y *Quercus* L. presentan un mayor número de especies, con las familias Pinaceae y Asteraceae como dominantes.

Durante la temporada de estiaje se observó una menor riqueza, con un total de 41 especies que representó una disminución de 16.4 % (Figura 3). Destaca que durante la temporada de sequía se condiciona el establecimiento de algunas

herbáceas (Yan et al., 2015). Estos resultados sustentan que en la estacionalidad de lluvias se presenta mayor riqueza y diversidad de especies.

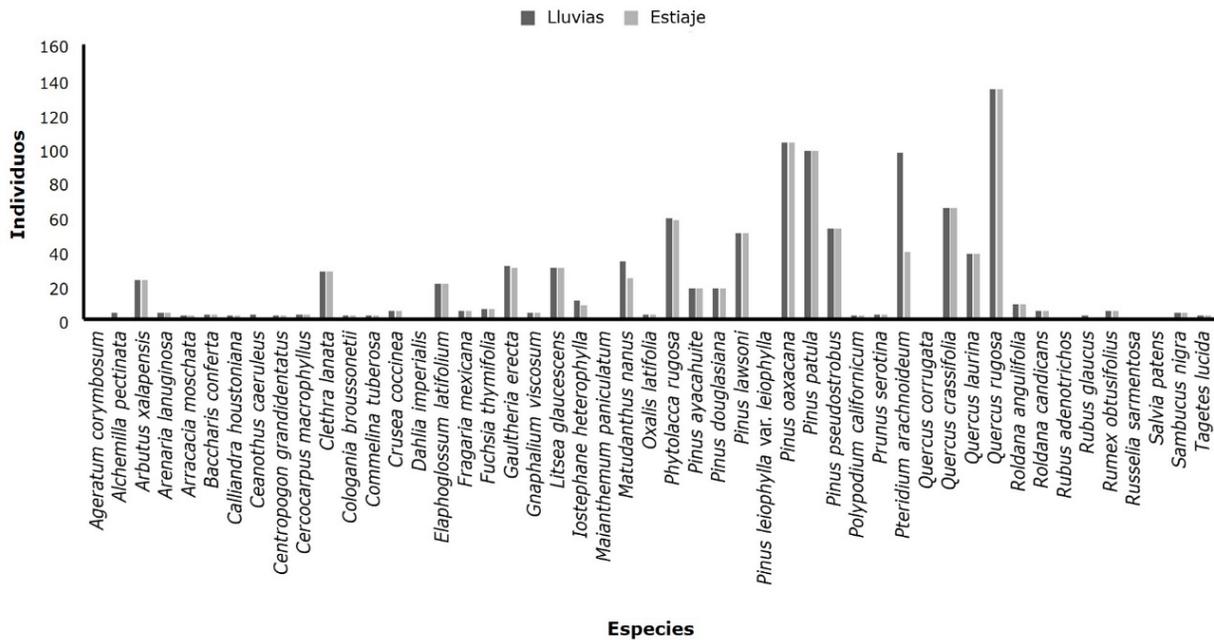
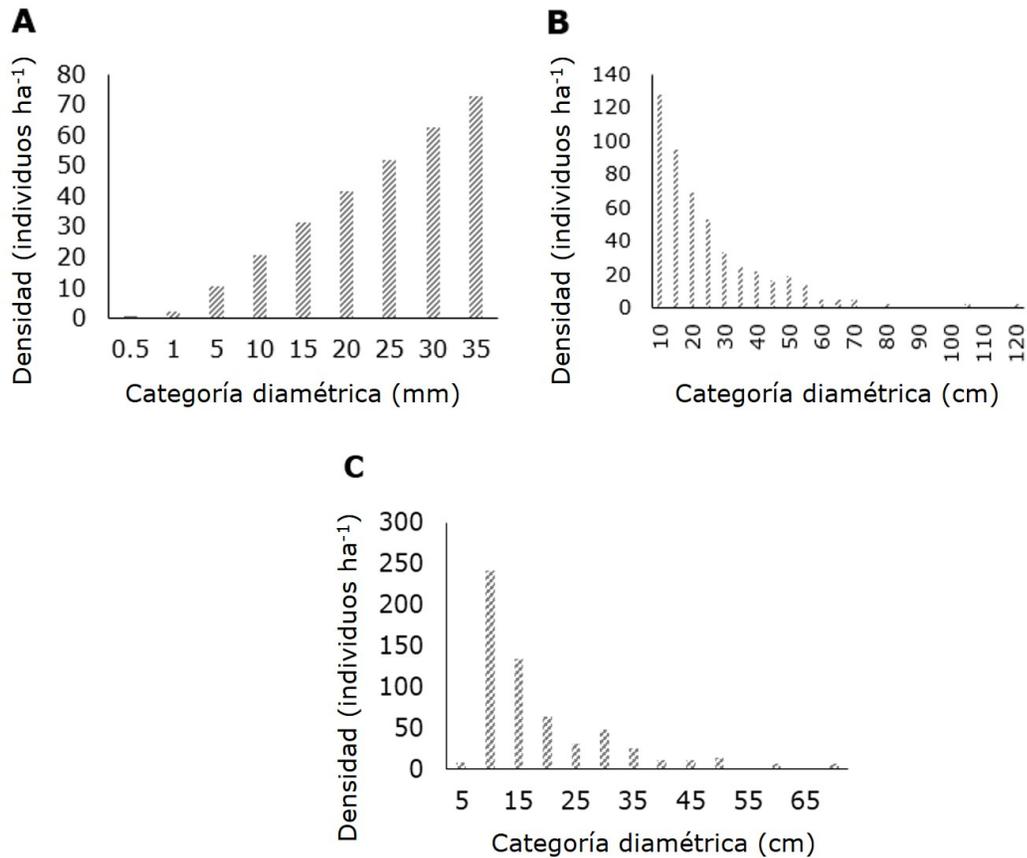


Figura 3. Densidad de individuos en la temporada de lluvias y de estiaje.

Efecto del manejo forestal en la estructura diamétrica

El tratamiento de corta de regeneración por selección en grupos en las anualidades 2018-2021 mantiene una estructura cuya distribución es de forma ascendente conforme incrementa el diámetro. La regeneración del arbolado con edades de 1, 2, 3 y 4 años incrementan su densidad como respuesta del nuevo bosque que se desarrolla (Figura 4A), lo que favorece la renovación de las especies de *Pinus*, ya que con el tratamiento referido se abren claros que brindan mejores condiciones para el establecimiento de los pinos.



A = Tratamiento de selección de grupos; B = Tratamiento corta de regeneración; C = Tratamiento de selección individual.

Figura 4. Estructura diamétrica de los tratamientos silvícolas evaluados.

Para el tratamiento de cortas de regeneración de árboles Padre aplicado en el ciclo de corta 1993-2003, se observa una distribución diamétrica de "J invertida", que muestra un número alto de individuos en las etapas iniciales de desarrollo de la masa y reduce su frecuencia gradualmente a medida que se incrementa el diámetro. En este tratamiento, las especies predominantes fueron de los géneros *Pinus*, *Quercus* y otras hojosas; *Pinus* todavía mantiene un volumen considerable debido a una mayor densidad de árboles Padre en pie, árboles de dimensiones

considerables con diámetros entre 60 y 105 cm con altura total media de 46 m. La falta de una corta de liberación ha impedido la liberación del renuevo ya establecido, y ha limitado la capacidad de generar espacio para una regeneración natural más amplia del género *Pinus* (Figura 4B). La corta de regeneración es la etapa en la cual se extrae la mayor parte del estrato arbóreo y se reduce significativamente el número de especies arbóreas (Pérez-López et al., 2020).

El tratamiento de selección individual presentó una distribución diamétrica irregular (Figura 4C); esto se debe a la presencia de diferentes clases diamétricas, originadas por la implementación del Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares. Ese enfoque se caracteriza por favorecer la regeneración natural de las especies con mayor presencia de individuos en las categorías de diámetros más pequeños; entre las que destacan *Quercus* sp., *Pinus* sp. y otras hojosas. Es crucial considerar este aspecto en el manejo de esas especies y promover el crecimiento de aquellas que tienen valor económico y ecológico.

Leyva-López et al. (2010) consideran que no siempre se realiza la aplicación de los tratamientos silvícolas con la intensidad requerida y ello origina una composición de diferentes especies.

Destacó que, en la aplicación del tratamiento silvícola de corta de regeneración en selección en grupos, el género del estrato arbóreo con menor densidad fue *Pinus*, con un total de 390 individuos ha⁻¹ (Cuadro 2), esto por haberse derribado el arbolado para propiciar condiciones de regeneración durante las anualidades 2018-2021. Para el estrato arbustivo se obtuvo una abundancia de 3 796 individuos ha⁻¹ y las herbáceas con un total de 174 167 individuos ha⁻¹. Rzedowski (2006) señala que la dominancia de las herbáceas obedece a la mayor cantidad de luz y espacio, ya que su presencia se atribuye a las características anemócora de propagación de las semillas. Además, se desplazan con mucha facilidad, lo que permite su distribución anual y se relaciona con la cantidad de agua disponible.

Cuadro 2. Abundancia, dominancia, frecuencia e Índice de Valor de Importancia (IVI) entre los tratamientos silvícolas aplicados en el estrato arbóreo en bosques bajo manejo.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI (%)
	Absoluta (N ha ⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta (m ² ha ⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
Tratamiento selección en grupos							
<i>Pinus ayacahuite</i> C. Ehrenb. ex Schltdl.	38	9.63	0.00	0.27	4	16.67	8.85
<i>Pinus lawsoni</i> Roetzl ex Gordon	6	1.60	0.01	1.20	2	8.33	3.71
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	133	34.22	0.15	18.32	3	12.50	21.68
<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham.	131	33.69	0.28	33.98	8	33.33	33.67
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	81	20.86	0.38	46.23	7	29.17	32.08
Total	390	100	0.82	100	24	100	100
Tratamiento corta de regeneración							
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	11	2.22	0.13	0.34	2	5.26	2.61
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	11	2.22	1.45	3.91	3	7.89	4.68
<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C. K. Schneid.	6	1.11	0.14	0.37	1	2.63	1.37
<i>Clethra lanata</i> M. Martens & Galeotti	69	13.89	1.22	3.29	4	10.53	9.23
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	8	1.67	1.04	2.81	2	5.26	3.25
<i>Pinus lawsoni</i> Roetzl ex Gordon	44	8.89	1.64	4.41	1	2.63	5.31
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	56	11.11	4.77	12.87	4	10.53	11.50
<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham.	97	19.44	8.33	22.46	7	18.42	20.11
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	39	7.78	8.32	22.46	3	7.89	12.71
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	42	8.33	3.05	8.23	3	7.89	8.15
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	56	11.11	5.00	13.49	4	10.53	11.71

<i>Quercus rugosa</i> Neé	61	12.22	1.99	5.37	4	10.53	9.37
Total	500	100	37.07	100	38	100	100
Tratamiento selección individual							
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	31	5.12	0.30	1.31	5	14.71	7.04
<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	42	6.98	6.67	28.74	5	14.71	16.81
<i>Pinus lawsoni</i> Roezl ex Gordon	86	14.42	4.98	21.47	7	20.59	18.83
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham. var. <i>leiophylla</i>	3	0.47	0.38	1.66	1	2.94	1.69
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	53	8.84	4.23	18.22	2	5.88	10.98
<i>Quercus corrugata</i> Mirov	3	0.47	0.07	0.30	1	2.94	1.24
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	108	18.14	1.14	4.91	5	14.71	12.58
<i>Quercus rugosa</i> Neé	272	45.58	5.43	23.39	8	23.53	30.83
Total	597	100	23.20	100	34	100	100

El tratamiento de regeneración de árboles Padre en el estrato arbóreo tuvo una abundancia de 500 árboles ha⁻¹, de los cuales 48.9 % pertenecieron al género *Pinus* y 31.7 % a *Quercus* y otras hojosas (19.4 %) (Cuadro 2). Hernández-Salas et al. (2013) citan que la implementación de cortas intensivas para promover la regeneración de los árboles Padre, no asegura exclusivamente la regeneración de los individuos del género seleccionado como árbol Padre, ya que en las áreas intervenidas existen otros taxa con mecanismos diferentes de regeneración. Asimismo, en el estrato arbustivo se registraron 4 321 arbustos ha⁻¹, el encino (51.43 %) y otros arbustos (48.57 %) fueron los dominantes; mientras que para el estrato herbáceo se registraron 54 444 individuos ha⁻¹ (Cuadro 2). Castelán-Lorenzo y Arteaga-Martínez (2009) documentan densidades de 4 200 árboles ha⁻¹, lo cual se atribuye a una buena aplicación y seguimiento del tratamiento silvícola para asegurar la regeneración del bosque. El tratamiento de árboles Padre modifica la diversidad en

la regeneración y con la aplicación de tratamientos silvícolas se mantiene la riqueza de especies arbóreas, pero tiende a cambiar la abundancia del número de individuos (Hernández-Salas *et al.*, 2013).

En las áreas de selección individual, la abundancia del estrato arbóreo fue de 597 árboles ha⁻¹, de los cuales 64.19 % fueron encinos, 30.70 % *Pinus* y 5.11 % otras hojosas. El estrato arbustivo tuvo 1 605 árboles ha⁻¹ con 53.9 % de encinos y 46.2 % de otras hojosas (Cuadro 2). Ríos-Altamirano *et al.* (2016) obtuvieron resultados de mayor abundancia en el estrato arbóreo dominado por *Pinus*, el cual es de interés comercial. Graciano-Ávila *et al.* (2020) consignan resultados de mayor abundancia de *Pinus* en bosques templados de Puebla y Durango. La abundancia absoluta arbórea se diferenció entre tratamientos de corta de regeneración de selección en grupos, corta de regeneración de árboles Padre y selección individual presentaron diferencias altamente significativas ($p=0.02$); la dominancia fue de 0.82 m² ha⁻¹ en las áreas donde se aplicó el tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos para el género *Pinus*; de 37.07 y 23.20 m² ha⁻¹ en el tratamiento de regeneración de árboles Padre y selección individual, respectivamente. La reducción de la dominancia del género *Pinus* es por el crecimiento de las nuevas masas arbóreas como resultado de la aplicación del tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos; la mayor dominancia se obtuvo en el tratamiento de regeneración de árboles Padre por concentrarse arbolado con más diámetro. Las especies con registros superiores de frecuencia en el tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos fueron *Pinus patula* Schlttdl. & Cham. y *Pinus pseudostrabus* Lindl.; donde se aplicaron cortas de regeneración de árboles Padre, los taxa más frecuentes fueron *Pinus patula*, seguida de *Pinus oaxacana* Mirov, *Quercus laurina* Bonpl., *Q. rugosa* Neé y *Clethra lanata* M. Martens & Galeotti; mientras que, en las áreas de selección individual, correspondieron a *Q. rugosa* y *P. lawsoni* Roezl ex Gordon. *Pinus patula* fue la especie más frecuente en las áreas bajo manejo forestal y *Pinus leiophylla* Schiede ex Schlttdl. & Cham. var. *leiophylla* la de menor frecuencia. Hernández-Salas *et al.* (2013)

señalan frecuencias absolutas dominadas por el género *Pinus* en 89.1 %, seguido de *Quercus* con 6.5 %.

Las diferencias en abundancia entre tratamientos fueron significativas, la dominancia mayor se presentó en el tratamiento de corta de regeneración de árboles Padre. Las especies de mayor frecuencia variaron según las áreas de distribución, destacó *Pinus patula*, lo cual es importante ya que se diferencian genéticamente con el fin de adaptarse a los cambios del clima; ejemplos de tales rasgos adaptativos son el tiempo y la tasa de crecimiento, la resistencia al daño por heladas o al estrés por sequía, (Sáenz-Romero et al., 2016). Estos resultados son relevantes para la conservación de los recursos forestales, lo cual sustenta la hipótesis de que los tratamientos de regeneración modifican la estructura de los bosques bajo manejo forestal.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el tratamiento silvícola de corta de regeneración de selección en grupos, el IVI del estrato arbóreo fue de 100 % para las especies de *Pinus*, en particular sobresalió *Pinus patula* (33.67 %); esto obedece a que son áreas donde el tratamiento silvícola contribuye al establecimiento de la regeneración natural y favorece a los pinos, y en menor cantidad a especies asociadas que aún no sobresalen. Para las áreas de cortas de regeneración de árboles Padre el género *Pinus* obtuvo un IVI de 52.88 %, *Pinus patula* también fue la de mayor importancia (IVI=20.1 %). En las áreas con tratamiento de selección individual, nuevamente sobresalió el género *Pinus* con un valor de 48.3 %. Hernández-Salas et al. (2013) obtuvieron valores de IVI de 85.1 % para *Pinus*, mientras que Silva-González et al.

(2022) registraron un *IVI* de 62.4 % para este mismo género. Moreno (2001) menciona que el análisis del *IVI* permite monitorear y dar seguimiento a los cambios en el manejo de las especies.

Diversidad de especies

Los tratamientos silvícolas presentaron diferencias significativas ($p=0.05$) en los índices de diversidad evaluados. El tratamiento silvícola de corta de regeneración de selección en grupos para el estrato arbóreo fue de los más bajos con un valor de diversidad de *Shannon-Wiener* (H') de 1.35. Vásquez-Cortez et al. (2018) determinaron un valor de H' de 1.14 para un área con aplicación de matarrasa, lo cual obedece a que existe dominancia de una especie (Silva-González et al., 2021). El Índice H' del estrato herbáceo dominó con un valor de 1.96 (Cuadro 3), valor que representó una diversidad baja. En las áreas donde se aplicaron tratamientos de cortas de regeneración (árboles Padres), para el estrato arbóreo se obtuvo un valor de H' de 2.25, mientras que el valor más alto fue en el estrato herbáceo con H' de 2.37, lo cual evidenció una diversidad mediana. Donde se aplicaron tratamientos de selección individual, el estrato herbáceo dominó con H' de 1.89, mientras el estrato arbóreo presentó un H' de 1.55, valor ligeramente mayor al indicado por Solís et al. (2006) de 1.21 en un área bajo manejo con un tratamiento de selección. Ramírez et al. (2019) obtuvieron un valor de H' de 1.25, lo cual muestra una diversidad baja. Flores-Morales et al. (2022) registraron valores a partir de los índices de *Margalef* y *Shannon* de 1.53 y 1.74, respectivamente que correspondieron a una riqueza y diversidad bajas. Hernández-Salas et al. (2013) señalan que mediante la intervención silvícola se presenta una disminución en la diversidad arbórea. Los resultados de este estudio coinciden con la hipótesis planteada porque la aplicación

de tratamientos de regeneración modifica la diversidad con una disminución en las especies.

Cuadro 3. Valores de los índices evaluados por estrato en los tratamientos silvícolas aplicados en las áreas de manejo forestal.

Estrato	<i>Shannon-Weiner</i>			Equitatividad			<i>Margalef</i>		
	SG	CR	SI	SG	CR	SI	SG	CR	SI
Arbóreo	1.35	2.25	1.55	0.84	0.90	0.75	0.76	2.12	1.30
Arbustivo	1.65	1.53	1.27	0.79	0.85	0.91	1.88	1.41	1.17
Herbáceo	1.96	2.37	1.89	0.68	0.88	0.74	3.18	3.60	2.81

SG = Selección en grupos; CR = Corta de regeneración; SI = Selección individual.

El Índice de riqueza de especies de *Margalef*, donde se aplicó corta de regeneración de selección en grupos, tuvo los valores más altos en el estrato herbáceo (3.18); en el estrato arbóreo de cortas de regeneración de árboles Padre la estimación fue de 2.12 y para el estrato herbáceo de 3.60; en las áreas con selección individual, el estrato herbáceo resaltó con 2.81 (Cuadro 3). Silva-González et al. (2021) determinaron valores de 2.14 que evidenciaron una mayor riqueza.

Los tratamientos silvícolas de corta de regeneración de selección en grupos y cortas de regeneración de árboles Padre mostraron un Índice cualitativo de *Sørensen* de 0.40, ya que compartieron 62 % de las especies. Para los tratamientos silvícolas de cortas de regeneración de árboles Padre y selección individual se obtuvo un índice de 0.39 con 48 % de similitud. Para los tratamientos de corta de regeneración de selección en grupos y selección individual se estimó un valor de 0.14, y 31 % de disimilitud de especies. Esto obedece a las intervenciones silvícolas selectivas dirigidas a disminuir especies de menor valor comercial para favorecer al género *Pinus* (Solís et al., 2006).

Conclusiones

La evaluación de los dos métodos de manejo aplicados demuestra una distribución desigual en los diámetros de los árboles. En el tratamiento de regeneración de árboles Padre, la abundancia y dominancia son más notables en el estrato herbáceo, con un Índice de diversidad H' de 2.37, y en el arbóreo de 2.25. En el tratamiento de selección individual las herbáceas también tienen mayor abundancia y dominancia, aunque con una diversidad menor, H' de 1.89, en contraste con el estrato arbóreo con H' de 1.55. Para el tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos, la diversidad en el estrato arbóreo es una de las más bajas con H' de 1.35, y al arbustivo le corresponde la mayor diversidad con H' de 1.65 y en el herbáceo H' de 1.96, esto porque al generarse mayores espacios, se favorece la diversidad. Existe una mayor riqueza en los estratos herbáceo y arbustivo; mientras que en el estrato arbóreo del tratamiento corta de regeneración en selección en grupos, *Pinus patula* destaca con un Índice de Valor de Importancia de 33.67 % y en el tratamiento de corta de regeneración de árboles Padre con un *IVI* del 20.11 %, seguido por *Quercus laurina* con un *IVI* de 11.71 %. En el tratamiento de selección individual, *Quercus rugosa* sobresale con un *IVI* de 30.83 %.

El Índice de *Sørensen* muestra una mayor similitud entre las especies bajo los tratamientos silvícolas corta de regeneración de selección en grupos y cortas de regeneración de árboles Padre, pero para el tratamiento de corta de regeneración de selección en grupos y selección individual hay disimilitud de especies. La mayor riqueza se registra en la temporada de lluvias. Los resultados del estudio sustentan que la aplicación de una forma segura de todo programa de manejo forestal maderable, se requiere realizar trabajos periódicos de evaluación y monitoreo con la finalidad de asegurar la persistencia de los recursos forestales.

Agradecimientos

Al Comisariado de Bienes Comunales de la Comunidad Santa María Jaltianguis, Oaxaca, por el permiso y facilidades para el desarrollo de la presente investigación.

Conflicto de interés

No se tiene ningún conflicto de interés por parte de los autores. Eduardo Alanís-Rodríguez declara no haber participado en ninguna de las etapas del proceso editorial del presente artículo.

Contribución por autor

Julio Aurelio Ruiz-Aquino y Javier Jiménez-Pérez: diseño de la investigación, medición de las variables dasométricas en campo y análisis estadístico; Oscar Alberto Aguirre-Calderón: revisión del documento; Eduardo Alanís-Rodríguez y Gerardo Rodríguez-Ortiz: procesamiento de los datos.

Referencias

Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21(Núm. esp.), 17-28. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea2.pdf>
Castelán-Lorenzo, M. y Arteaga-Martínez, B. (2009). Establecimiento de regeneración de *Pinus patula* Schl. et Cham., en cortas bajo el método de árboles padres. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1), 49-57.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182009000100006

Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, O. A., Jiménez-Pérez, J., Musalem-Santiago, M. y López-Aguillon, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51-63. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1421212>

Chávez-Pascual, E. Y., Rodríguez-Ortiz, G., Enríquez-del Valle, J. R., Velasco-Velasco, V. A. y Gómez-Cárdenas, M. (2017). Compartimentos de biomasa aérea en rodales de *Pinus oaxacana* bajo tratamientos silvícolas. *Madera y Bosques*, 23(3), 147-161. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331627>

Corral R., J. J., Aguirre C., O. A., Jiménez P., J. y Corral R., S. (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. <https://doi.org/10.5424/srf/2005142-00885>

Espinoza-Zúñiga, P., Leos-Rodríguez, J. A., Rodríguez-Ortiz, G., Montiel-Batalla, B. M. y Valdivia-Alcalá, R. (2023). Carbono estructural y compartimentos en bosques certificados por el Forest Stewardship Council, en Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(1), Artículo e3474. <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3474>

Flores-Morales, E. A., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Alanís-Rodríguez, E., Ángeles-Pérez, G. y Huizar-Amezcuca, F. (2022). Diversidad y estructura arbórea de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica*, (54), 11-26. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.54.2>

García-Aguilar, J. A., Luna-Cedeño, J. J., Rodríguez-Ortiz, G. y Leyva-López, J. C. (2021). Acumulación de biomasa en estacas de cuatro especies de *Bursera* en Oaxaca. *Ciencia ergo-sum*, 28(2), Artículo e126. <https://doi.org/10.30878/ces.v28n2a9>

García-Mendoza, A. J. y Meave del C., J. A. (2011). *Diversidad Florística de Oaxaca: De musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies)* (2ª edición). Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., Treviño-Garza, E. J. y Mora-Olivo, A. (2017). Caracterización estructural del arbolado en un ejido forestal del noroeste de México. *Madera y Bosques*, 23(3), 137-146. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331480>

Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., Treviño-Garza, E. J., Mora-Olivo, A. y Corral-Rivas, J. J. (2020). Cambios estructurales de la vegetación arbórea en un bosque templado de Durango, México. *Acta Botánica Mexicana*, 127, Artículo e1522. <https://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n127/2448-7589-abm-127-e1522.pdf>

Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Luján-Álvarez, C., Olivas-García, J. M. y Domínguez-Pereda, L. A. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 189-200. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.08.052>

Juárez-Agis, A., Herrera C., N. D., Martínez y P., J. L. y Reyes U., M. (2016). Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 5(10), 50-69. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/58>

Leyva-López, J. C., Velázquez-Martínez, A. y Ángeles-Pérez, G. (2010). Patrones de diversidad de la regeneración natural en rodales mezclados de pino. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16(2), 227-239. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.06.038>

Luna-Bautista, L., Hernández-de la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Gómez-Guerrero, A. & Acosta-Mireles, M. (2015). Understory in the composition and

diversity of managed forest areas in Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 21(1), 109-121. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.08.037>

Missouri Botanical Garden. (2022, 9 de enero). *Tropicos v3.4.2*. <http://www.tropicos.org>

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cyted), Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (Orcyt), y Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad

NOM-059-SEMARNAT-2010. (2010, 26 de noviembre). 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*, de 30 de diciembre de 2010. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf>

Pérez-López, R. I., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N. y Toledo-Aceves, T. (2020). Efectos del "Método de Desarrollo Silvícola" sobre la diversidad arbórea en bosques húmedos de montaña del norte de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91, Artículo e913326. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3326>

Ramírez S., R., Ángeles P., G., Hernández de La R., P., Cetina A., V. M., Plascencia E., O. y Clark-Tapia, R. (2019). Efectos del aprovechamiento forestal en la estructura, diversidad y dinámica de rodales mixtos en la Sierra Juárez de Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 25(3), Artículo e2531818. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531818>

Rendón-Pérez, M. A., Hernández-de la Rosa, P., Velázquez-Martínez, A., Alcántara-Carbajal, J. L. y Reyes-Hernández, V. J. (2021). Composición, diversidad y

estructura de un bosque manejado del centro de México. *Madera y Bosques*, 27(1), Artículo e2712127. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712127>

Ríos-Altamirano, A., Alfonso-Corrado, C., Aguirre-Hidalgo, V., Ángeles-Pérez, G., Mendoza-Díaz, M. M., Rodríguez-Rivera, V., Roldán-Félix, E. y Clark-Tapia, R. (2016). Abundancia y distribución del género *Pinus* en Capulálpam de Méndez, Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, 22(3), 61-74. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2231457>

Romo G., D., Valtierra P., E., González G., M. de J., Valdez L., J. R. y Vivar M., R. (2016). Organización social ejidal y manejo del capital natural forestal maderable en Carbonero-Jacales, Huayacocotla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(34), 85-99. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000200085

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1ª Edición digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

Sáenz-Romero, C., Lindig-Cisneros, R. A., Joyce, D. G., Beaulieu, J., Bradley St. C., J. & Jaquish, B. C. (2016). Assisted migration of forest populations for adapting trees to climate change. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(3), 303-323. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.10.052>

SAS Institute Inc. (2021). *SAS/STAT® User's Guide*. SAS Institute Inc. https://documentation.sas.com/api/collections/pgmsascdc/v_016/docsets/statug/content/sashelp.pdf

Servicios Técnicos Forestales de Santa María Jaltianguis. (2017). *Programa de manejo forestal para el aprovechamiento y conservación de los recursos forestales maderables de Santa María Jaltianguis* (Ciclo de corta 2017-2027). Servicios Técnicos Forestales de Santa María Jaltianguis.

Silva-González, E., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., Alanís-Rodríguez, E. y Corral-Rivas, J. J. (2021). Efecto de tratamientos silvícolas en la diversidad y

estructura forestal en bosques templados bajo manejo en Durango, México. *Madera y Bosques*, 27(2), Artículo e2722082. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722082>

Silva-González, E., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., González-Tagle, M. A., Treviño-Garza, E. J. y Corral-Rivas, J. J. (2022). Evaluación del aprovechamiento forestal en la diversidad y estructura de un bosque templado en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71), 103-132. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1017>

Solís M., R., Aguirre C., O. A., Treviño G., E. J., Jiménez P., J., Jurado Y., E. y Corral-Rivas, J. (2006). Efecto de dos tratamientos silvícolas en la estructura de ecosistemas forestales en Durango, México. *Madera y Bosques*, 12(2), 49-64. <https://doi.org/10.21829/myb.2006.1221242>

Vásquez-Cortez, V. F., Clark-Tapia, R., Manzano-Méndez, F., González-Adame, G. y Aguirre-Hidalgo, V. (2018). Estructura, composición y diversidad arbórea y arbustiva en tres condiciones de manejo forestal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques*, 24(3), Artículo e2431649. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431649>

Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358. <https://doi.org/10.17129/botsci.1872>

Yan, H., Liang, C., Li, Z., Liu, Z., Miao, B., He, C. & Sheng, L. (2015). Impact of precipitation patterns on biomass and species richness of annuals in a dry steppe. *PloS ONE*, 10(4), Article e0125300. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125300>



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.