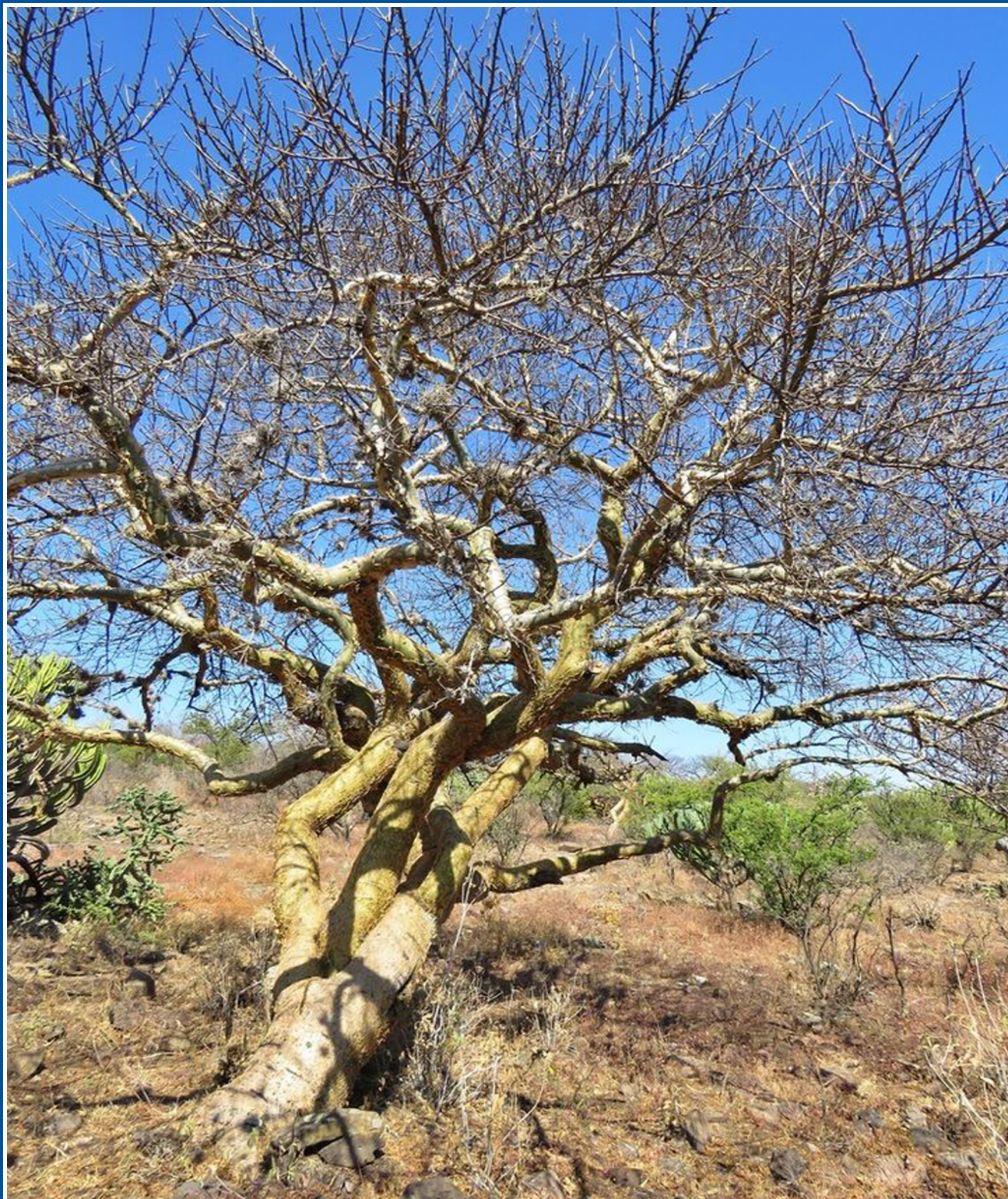


POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768

ISSN 2395-9525



Núm. 60

 **CONAHCYT**
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
Y CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Julio 2025

PÁG.

CONTENIDO

- 1 *Mammillaria scoria* (cactaceae) una nueva especie de Querétaro, Mexico
Mammillaria scoria (Cactaceae) a new species from Querétaro, México
Pedro González-Zamora | David Aquino | Daniel Sánchez
- 15 Revisión del género *Karwinskia* (Rhamnaceae) en México
Review of the *Karwinskia* genus (Rhamnaceae) in Mexico
Rafael Fernández Nava | Maria de la Luz Arreguín Sánchez
- 39 Diversidad florística de las áreas verdes urbanas de Miahuatlán, una ciudad pequeña de Oaxaca, México
Floristic diversity of the urban green areas of Miahuatlán, a small city from Oaxaca, Mexico
Víctor Gutiérrez Pacheco | Deisy Coromoto Rebolledo López
- 61 Caracterización morfológica de especies del género *Hylocereus* (Cactaceae) en una unidad de cultivo localizada en Molcaxac, Puebla, México
Morphological characterization of species of the genus *Hylocereus* (Cactaceae) in a cultivation unit located in Molcaxac, Puebla, Mexico
Vianey del Rocio Torres Pelayo
- 79 Estandarización del proceso de diafanización vegetal en las especies: *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) y una Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder Rosaceae
Standardization of the plant diaphanization process; of *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) and one Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder (Rosaceae)
Ruth Concepción Márquez Juárez | Arantxa Chowell-López | Diego Martínez Mata | Gabriela Sánchez Fabila Sánchez Fabila | Roberto Moreno Colín | Pilar Amellali Badillo-Suárez | Irma Estrella Beatriz Manuell Cacheux | Rogelio Monterrubio Valdivia
- 91 Análisis de la estructura de un bosque en una región del suroeste del estado de Durango
Analysis of the structure of a forest in a southwestern region of the state of Durango
Manuel Antonio Díaz-Vásquez | Pedro Antonio Domínguez-Calleros | Norberto Domínguez-Amaya | Héctor Manuel Loera-Gallegos | Jesús Alejandro Soto-Cervantes
- 107 Estructura y diversidad arbórea de una selva mediana perennifolia en el complejo ecoturístico Agua Selva, Tabasco, México
Tree structure and diversity of a medium evergreen forest in the Agua Selva ecotourism complex, Tabasco, Mexico
Manuel Pérez de la Cruz | Josué García León | José del Carmén Gerónimo Torres | Facundo Sánchez Gutiérrez | Miguel Alberto Magaña Alejandro | Aracely de la Cruz Pérez
- 123 Diversidad del sotobosque; un atributo de evaluación en reforestaciones utilizadas como estrategias de restauración forestal
Understory diversity; an evaluation attribute in reforestations used as a forest restoration strategy
Francisca Ofelia Plascencia Escalante | Isidoro Herrera Ávila | Marlin Pérez Suárez | Patricia Hernández De La Rosa | Gregorio Ángeles Pérez
- 141 Estructura y diversidad arbórea bajo dos esquemas de manejo forestal e influencia de la orientación geográfica en un bosque de Durango, México
Tree structure and diversity under two forest management schemes and the influence of geographic orientation in a forest in Durango, Mexico
José de Jesús Graciano Luna | Eduardo Alanís Rodríguez | Oscar Aguirre Calderón | César Martín Cantú Ayala | José Yerena Yamallel | Cristian Martínez Adriano | José Luján Soto
- 163 Reserva de carbono orgánico y nitrógeno en Luvisol bajo diferentes usos de suelo en Oaxaca, México
Organic carbon and nitrogen reserve in Luvisol under different land uses in Oaxaca, México
Celestino Sandoval García | Israel Cantú Silva
- 177 Estimación de carbono a nivel árbol individual en bosque natural mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT)
Carbon estimation at individual tree level in natural forest using unmanned aerial vehicles (UAV)
Jaime Briseño Reyes | Susana Isabel Hinojosa-Espinoza | José Javier Corral-Rivas | Jesús Aguirre-Gutiérrez | Daniel José Vega-Nieva | Héctor Manuel De los Santos Posadas
- 199 Variación morfométrica y espacial urbana de tres especies arbóreas en función del ancho de camellón en calles de la ciudad de San Luis Potosí, México
Morphometric and urban spatial variation of three tree species in relation to street median width in the city of San Luis Potosí México
Andrea Candia Lomelí | Carlos Renato Ramos Palacios | Jonathan Hammurabi González Lugo | Fredy Alexander Alvarado Roberto
- 229 Descripción inicial de la fenología de *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. árbol endémico de la Sierra Madre Occidental
Initial description of the phenology of *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. endemic tree of the Sierra Madre Occidental
Rosa Elvira Madrid Aispuro | José Ángel Prieto Ruiz | Arnulfo Aldrete | Silvia Salcido Ruiz | Eduardo Daniel Vivar Vivar | Laura Elena Martínez Nevárez
- 245 Registro polínico en miel de *Apis mellifera* L. de dos localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México
Pollen record on honeybee honey of *Apis mellifera* L. of Sierra of Manantlan Biosphere Reserve, Jalisco, México
Xochilt Morales Najarro | Iris Grisel Galván Escobedo | Monserrat Vázquez Sánchez | Montserrat Medina Acosta

PÁG.

CONTENIDO

- 263 Efecto de complejos orgánicos en la micropropagación de *Phalaenopsis* var. Dudu
Effect of organic complexes on micropropagation of *Phalaenopsis* var. Dudu
Amaury Arzate Fernández | Sandra Martínez Martínez | Tomás Norman Mondragón | María Mariezcurrena Berazain | Arely Piña Sampedreño
- 273 Evaluación de las respuestas de tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculadas con bacterias cuando se cultivan en condiciones de estrés por aguas residuales y sulfato de cobre.
Evaluation of the responses of three tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) inoculated with bacteria when grown under stress conditions due to wastewater and copper sulfate
Abdul Khalil Gardezi | Leticia Manuela Inzunza Medina | Guillermo Carrillo Castañeda | Hector Manuel Ortega Escobar | oscar raul mancilla villa | Juan Enrique Rubiños Panta | Jorge flores Velazquez | Mora Meraz Maldonado | Sergio Roberto Marquez Berber | Hector Flores Magdaleno | Gabriel Haro Aguilar
- 291 Especies de *Meloidogyne* asociadas a cultivos hortícolas en el Valle de Tepeaca, Puebla, México
Perineal patterns and isozyme phenotypes for the identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in vegetables from the Tepeaca Valley, Puebla, Mexico
María Gabriela Medina Canales | Ana Karen Alquicira Jimenez | Norma García Aguilar | Ilia Mariana Escobar Ávila | Alejandro Tovar Soto
- 307 Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en el estado nutrimental del nopal-verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variedad Milpa Alta
Effect of soil physical and chemical properties on the nutritional status of nopal-vegetable (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variety Milpa Alta
Bertha Patricia Zamora Morales | Aurelio Báez Pérez | Leticia Bonilla-Valencia | Jorge Artemio Zegbe Domínguez | Marisela Cristina Zamora Martínez | Abel Quevedo-Nolasco
- 325 Evaluación fitoquímica de extractos de la resina de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.
Phytochemical evaluation of resin extracts of *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.
Luis Antonio Flores-Hernández | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Jose Luis Díaz-Núñez | Pablo Noé Núñez-Aragón
- 337 Callogénesis y análisis fitoquímico de *Euphorbia nutans* Lag.
Callogenesis and phytochemical analysis of *Euphorbia nutans* Lag.
Daniel Aguilar Jiménez | Benito Reyes Trejo | José Luis Rodríguez De la O | Juan Martínez Solís
- 355 Evaluación de dos métodos de desinfección de sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*
Evaluation of two substrate disinfection methods for the production of *Pleurotus ostreatus*
Rosa Elena Hernández Hernández | Veronica Rosales Martinez | Carolina Flota Bañuelos | Mónica Leticia Osnaya González | Porfirio Morales Almora
- 367 Conservación genómica de dos especies del orden Asparagales con cariotipo bimodal, empleando hibridación genómica *in situ* (GISH)
Genomic conservation of two species of the order Asparagales with bimodal karyotype, using genomic *in situ* hybridization (GISH)
María José García Castillo | Luis Carlos Rodríguez Zapata | Lorenzo Felipe Sanchez Teyer
- 381 Prácticas de manejo para la producción de (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) en productores del Municipio de Pungarabato, Guerrero, México
Management practices for the production of (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) in producers of the Municipality of Pungarabato, Guerrero, Mexico
Jaime Olivares | Santos Rodríguez Mejía | Saúl Rojas Hernández | Teolincacihualt Romero Rosales | Miguel Ángel Damian Valdéz | Vania Jiménez Lobato | Lucero Sarabia Salgado
- 395 Manejo del ramón *Brosimum alicastrum* Sw. en huertos familiares de Tzucacab, Yucatán, México
Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) management in home gardens of Tzucacab, Yucatán, México
Rosalba Esther Mex Mex | Juan José Jiménez Osornio | Patricia Irene Montañez-Escalante | Héctor Estrada Medina | Guadalupe del Carmen Reyes Solis
- 411 Rescate y conservación del conocimiento tradicional sobre plantas medicinales en la sierra de Taxco, Guerrero, México: El caso del Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)
Rescue and conservation of traditional knowledge on medicinal plants in the Sierra de Taxco, Guerrero, Mexico: The case of Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)
Judith Morales Barrera | Blas Cruz-Lagunas | Miguel Angel Gruintal-Santos | Mirna Vázquez-Villamar | Teolincacihualt Romero-Rosales | Saúl Rojas-Hernández | Tania de Jesús Adame Zambrano
- 441 Etnobotánica de los chiles silvestres en dos comunidades ch'oles de Tacotalpa, Tabasco, México
Ethnobotany of wild chili peppers in two ch'ol communities of Tacotalpa, Tabasco, Mexico
Guadalupe Morales Valenzuela | María Isabel Villegas Ramírez
- 459 Caracterización sensorial para la diferenciación de mezcal ancestral de dos zonas productoras de Oaxaca, México
Sensory characterization for the differentiation of ancestral mezcal from two producing areas of Oaxaca, Mexico
Susana Yareth López García | Anastacio Espejel García | Arturo Hernández Montes | Landy Hernández Rodríguez | Ariadna Isabel Barrera Rodríguez

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

José Angel Villarreal Quintanilla
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Saltillo, Coahuila, México

Hugo Cota Sánchez
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Luis Gerardo Zepeda Vallejo
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Fernando Chiang Cabrera
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Claude Sastre
Muséum National d'Histoire Naturelle
Paris, Francia

Thomas F. Daniel
California Academy of Sciences
San Francisco, California, US

Mauricio Velayos Rodríguez
Real Jardín Botánico
Madrid, España

Francisco de Asis Dos Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemí Waksman de Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, NL, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Julieta Carranza Velázquez
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

José Luis Godínez Ortega
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Tom Wendt
University of Texas
Austin, Texas, US

José Manuel Rico Ordaz
Universidad de Oviedo
Oviedo, España

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Dr. Juan Ramón Zapata Morales
Universidad de Guanajuato
Guanajuato, México

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

POLIBOTÁNICA, revista botánica internacional del Instituto Politécnico Nacional, incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales en el área. Tiene una periodicidad de dos números al año, con distribución y Comité Editorial Internacional.

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación son sometidos por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisan y evalúan y son los que finalmente recomiendan la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS

Se aceptarán aquellos originales que se ajusten a las prescripciones siguientes:

POLIBOTÁNICA incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales que no hayan sido publicados.

1. El autor deberá anexar una carta membretada y firmada dirigida al Editor, donde se presente el manuscrito, así como la indicación de que el trabajo es original e inédito, ya que no se aceptan trabajos publicados o presentados anterior o simultáneamente en otra revista, circunstancia que el autor(es) deberá declarar expresamente en la carta de presentación de su artículo.
2. Al quedar aceptado un trabajo, su autor no podrá ya enviarlo a ninguna otra revista nacional o extranjera.
3. Los artículos deberán estar escritos en español, inglés, francés o portugués. En el caso de estar escritos en otros idiomas diferentes al español, deberá incluirse un amplio resumen en este idioma.
4. Como parte de los requisitos del CONACYT, POLIBOTÁNICA ahora usa la plataforma del Open Journal System (OJS); para la gestión de los artículos sometidos a la misma. Así que le solicitamos de la manera más atenta sea tan amable de registrarse y enviar su artículo en la siguiente liga: www.polibotanica.mx/ojs/index.php/polibotanica
 - a) cargar el trabajo en archivo electrónico de office-word, no hay un máximo de páginas con las siguientes características:
 - b) en páginas tamaño carta, letra times new roman 12 puntos a doble espacio y 2 cm por margen
5. Las figuras, imágenes, gráficas del trabajo deben estar incluidas en el documento de Word original:
 - a) en formato jpg
 - b) con una resolución mínima de 300 dpi y un tamaño mínimo de 140 mm de ancho
 - c) las letras deben estar perfectamente legibles y contrastadas
6. Todo trabajo deberá ir encabezado por:
 - a) Un título tanto en español como en inglés que exprese claramente el problema a que se refiere. El formato para el título es: negritas, tamaño 14 y centrado;
 - b) El nombre del autor o autores, con sus iniciales correspondientes, sin expresión de títulos o grados académicos. El formato para los autores es: alineados a la izquierda, cada uno en un párrafo distinto y tamaño 12. Cada autor debe tener un número en formato superíndice indicando a qué afiliación pertenece;
 - c) La designación del laboratorio e institución donde se realizó el trabajo. La(s) afiliación(es) debe(n) estar abajo del grupo de autores. Cada afiliación deberá estar en un párrafo y tamaño

12. Al inicio de cada afiliación estará el número en superíndice que lo relaciona con uno o más autor/es.

d) El autor para correspondencia deberá estar en el siguiente párrafo, alineado a la izquierda, tamaño 12.

7. Todo trabajo deberá estar formado por los siguientes capítulos:

a) RESUMEN y ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. El resumen debe venir después de la afiliación de los autores, alineado a la izquierda, tamaño 12. La palabra “Resumen: / Abstract:” debe venir en negritas y con dos puntos. El texto del resumen debe empezar en el párrafo siguiente, tamaño 12 y justificado. El texto “Palabras clave / Key Words:” debe venir en negritas seguido de dos puntos. Cada una de las palabras clave deben estar separadas por coma o punto y coma, finalizadas por punto.

b) INTRODUCCIÓN y MÉTODOS empleados. Cuando se trate de técnicas o métodos ya conocidos, solamente se les mencionará por la cita de la publicación original en la que se dieron a conocer. El formato para todas las secciones en esta lista es: negritas, tamaño 16 y centrado.

c) RESULTADOS obtenidos. Presentación acompañada del número necesario de gráficas, tablas, figuras o diagramas de tamaño muy cercano al que tendrá su reproducción impresa (19 x 14 cm).

d) DISCUSIÓN concisa de los resultados obtenidos, limitada a lo que sea original y a otros datos relacionados directamente y que se consideren nuevos.

e) CONCLUSIONES.

ESPECIFICACIONES DE FORMATO PARA EL CUERPO DEL TRABAJO

1. Secciones/Subtítulos de párrafo: Fuente tamaño 16, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula.
2. Subsecciones/Subtítulos de párrafo secundarios : Fuente tamaño 14, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula. Cuando existan subsecciones de subsección formatear en tamaño 13 negrita y centrado.
3. Cuerpo del texto: Fuente tamaño 12, justificado. NO debe haber saltos de línea entre párrafos.
4. Las notas de pie de página deben estar al final de cada página, fuente tamaño 12 justificadas.
5. Cita textual con mas de tres líneas: Fuente tamaño 12, margen izquierdo de 4 cm.
6. Título de imágenes: Fuente tamaño 12, centrado y en negritas, separado por dos puntos de su descripción. Descripción de las imágenes: tamaño 12.
7. Notas al pie de las imágenes: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la imagen, la primera letra debe estar en mayúsculas.
8. Imágenes: deben estar en el cuerpo del texto, insertadas en formato png o jpg, a por lo menos 300 dpi de resolución y centradas. Las imagenes deben estar en línea con el texto. Se consideran imágenes: gráficos, cuadros, fotografías, diagramas y, en algunos casos, tablas y ecuaciones.
9. Tablas de tipo texto: El título de las columnas de las tablas debe estar en negritas y los datos del cuerpo de la tabla con fuente normal. Los nombres científicos deben estar en *italicas*. Se recomienda utilizar las Tablas como imágenes, estas deberán de ir centradas (a por lo menos 300 dpi de resolución).
10. Notas al pie de la tabla: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la tabla, la primera letra debe estar en mayúsculas.
11. Ecuaciones pueden estar en Mathtype 1 o en imagen. En este último caso, seguir instrucciones del punto 8.
12. Citas del tipo autor y año deben estar entre paréntesis, con el apellido del autor seguido por el año (Souza, 2007), primera letra en mayúscula.

- 8. LITERATURA CITADA,** Se tomara como base el Estilo APA para las Referencias Bibliográficas, formada por las referencias mencionadas en el texto del trabajo y en orden alfabético. Es obligatorio utilizar Mendeley® (software bibliográfico). El propósito de utilizar este tipo de software es asegurar que los datos contenidos en las referencias están correctamente estructurados y corresponden a las citas del cuerpo del texto.

ESTRUCTURA Y FORMATO DE LOS AGRADECIMIENTOS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Los Agradecimientos deberán estar después de la última sección del cuerpo del texto. Esta información debe tener como título la palabra “Agradecimientos”, o su equivalente en otro idioma, en negritas, tamaño 12 y centrado. El texto de esta información debe estar en tamaño 12 justificado.
2. Las Referencias bibliográficas deben estar en orden alfabético sin salto de línea de párrafo, alineados a la izquierda, en tamaño 12.
3. Apéndices, anexos, glosarios y otros materiales deben incluirse después de las referencias bibliográficas. En caso de que estos materiales sean extensos deberán ser creados como archivos PDF.

9. REVISIÓN Y PUBLICACIÓN

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación serán sometidos a una revisión “doble ciego”, se enviarán por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisarán y evaluarán y serán los que finalmente recomienden la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

Una vez aceptado el trabajo, se cobrarán al autor(es) \$299 por página más IVA, independientemente del número de fotografías que contenga.

PUBLICATION GUIDELINES

POLIBOTÁNICA, an international botanical journal supported by the National Polytechnic Institute, only publishes material resulting of original research in the botanic area. It has a periodicity of two issues per year with international distribution and an international Editorial Committee.

All articles submitted to POLIBOTÁNICA for publication are reviewed by at least a couple of referees. National or international recognized experts will evaluate all submitted materials in order to recommend the appropriateness or otherwise of a publication. Therefore, the quality of published papers in POLIBOTÁNICA is of the highest international standards.

FOR PUBLICATION OF ARTICLES

Originals that comply with the following requirements will be accepted:

1. POLIBOTÁNICA includes only items that represent the results of original research which have not been published. The author should attach an official and signed letter to Editor stating that the work is original and unpublished. We do not accept articles published or presented before or simultaneously in another journal, a fact that the author (s) must expressly declare in the letter.
2. When an article has been accepted, the author can no longer send it to a different national or foreign journal.
3. Articles should be written in Spanish, English, French or Portuguese. In the case of be written in

languages other than Spanish, it should include an abstract in English.

4. The article ought to be sent to the POLIBOTÁNICA's Open Journal System <http://www.polibotanica.mx/ojs> in an office-word file without a maximum number of pages with the following features:

a) on letter-size pages, Times New Roman font type, 12-point font size, double-spaced and 2 cm margin

5. The figures, images, graphics in the article must be attached as follows:

a) in jpg format

b) with a minimum resolution of 300 dpi and a minimum size of 140 mm wide

c) all characters must be legible and contrasted

6. All articles must include:

a) a title in both Spanish and English that clearly express the problem referred to. The format for this section is: bold, font size 14 and centered.;

b) the name of the author or authors, with their initials, no titles and no academic degrees. The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number indicating the affiliation;

c) complete affiliations of all authors (including laboratory or research institution). The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number at the beginning of the affiliation;

d) correspondence author should be in the next paragraph, font size 12 and aligned to the left.

7. All work should be composed of the following chapters:

a) RESUMEN and ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. The format for this section is: bold, font size 12 and centered. Both words (RESUMEN: and ABSTRACT:) must include a colon, be in bold and aligned to the left. The body of the abstract must be justified and in font size 12. Both palabras clave: and keywords: must include a colon, be in bold and aligned to the left. Keywords must be separated by a comma or semicolon, must be justified and in font size 12.

b) INTRODUCTION y METHODS. In the case of techniques or methods that are already known, they were mentioned only by appointment of the original publication in which they were released.

c) RESULTS. Accompanied with presentation of the required number of graphs, tables, figures or diagrams very close to the size which will be printed (19 x 14 cm).

d) DISCUSSION. A concise discussion of the results obtained, limited to what is original and other related directly and considered new data.

e) CONCLUSIONS. The format for sections Introduction, Results, Discussion and Conclusions is: bold, font size 16 and centered.

FORMAT SPECIFICATIONS FOR THE BODY OF WORK

1. Sections: Font size 16, centered, bold, with the first letter capitalized.
2. Subsections / Secondary Subtitles: Font size 14, centered, bold, with the first letter capitalized. When there are second grade subsections format in size 13 bold and centered.
3. Body: Font size 12, justified. There should NOT be line breaks between paragraphs.
4. Footnotes should be at the bottom of each page, font size 12 and justified.
5. Textual quotation with more than three lines: Source size 12, left margin of 4 cm.
6. Image Title: Font size 12, centered and bold, separated by two points from its description. Description of the images: size 12.
7. Images Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the image, the first letter must be in capital letters.
8. Images: must be in the body of the text, inserted in png or jpg format, at least 300 dpi resolution and centered. Images should be in line with the text. Graphs, charts, photographs, diagrams and, in some cases, tables and equations are considered images.
9. Text Tables: Only The title of the columns of the tables must be in bold. Scientific names must be in italics. It is recommended to use the Tables as images, they should be centered (at least 300 dpi resolution).
10. Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the table, the first letter must be in upper case.
11. Equations can be in Mathtype 1 or in image. In the latter case, follow the instructions in point 8.
12. Quotations of the author and year type must be in parentheses, with the author's last name followed by the year (Souza, 2007), first letter in capital letters.

8. LITERATURE CITED. All references must be cited using the APA stile. POLIBOTÁNICA requires the use of Mendeley® (free reference manager) for the entire bibliography.

STRUCTURE AND FORMAT OF ACKNOWLEDGMENTS AND BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

1. Acknowledgments must be after the last section of the body of the text. This information should be titled the word "Acknowledgments", or its equivalent in another language, in bold, size 12 and centered. The text of this information must be in size 12 justified.
2. Bibliographical references should be in alphabetical order without paragraph line jump, aligned to the left, in size 12.
3. Appendices, annexes, glossaries and other materials should be included after the bibliographic references. If these materials are extensive they should be created as PDF files.

9. REVIEW AND PUBLICATION

All articles submitted to the journal for publication will undergo a review "double-blind", they will be sent at least a couple of referees, recognized national or international experts that reviewed and evaluated and will be finally recommended the relevance or the publication of the article, it is noteworthy that this is the means that we have to take care of the level and quality of published articles.

Once accepted the article, the author will be charged \$15 USD per text page, regardless of how many pictures it contains.

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

Dr. Rafael Fernández Nava

Editor en Jefe de

POLIBOTÁNICA

Departamento de Botánica

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:

polibotanica@gmail.com

rfernand@ipn.mx

Dirección Web

http://www.polibotanica.mx

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONAHCYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica
del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América
Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.





Polibotánica

ISSN electrónico: 2395-9525

polibotanica@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional

México

<http://www.polibotanica.mx>

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA BAJO DOS ESQUEMAS DE MANEJO FORESTAL E INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA EN UN BOSQUE DE DURANGO, MÉXICO

TREE STRUCTURE AND DIVERSITY UNDER TWO FOREST MANAGEMENT SCHEMES AND THE INFLUENCE OF GEOGRAPHIC ORIENTATION IN A FOREST IN DURANGO, MEXICO

Graciano Luna, J.J., E. Alanís Rodríguez, O. Aguirre Calderón, C.M. Cantú Ayala, J. Yerena Yamallel, C. Martínez Adriano, J. Luján Soto

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA BAJO DOS ESQUEMAS DE MANEJO
FORESTAL E INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA EN UN BOSQUE
DE DURANGO, MÉXICO

TREE STRUCTURE AND DIVERSITY UNDER TWO FOREST MANAGEMENT
SCHEMES AND THE INFLUENCE OF GEOGRAPHIC ORIENTATION IN A FOREST
IN DURANGO, MEXICO



Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 141-161 México. Julio 2025

DOI: 10.18387/polibotanica.60.9



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0
Atribución-No Comercial ([CC BY-NC 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)).

Estructura y diversidad arbórea bajo dos esquemas de manejo forestal e influencia de la orientación geográfica en un bosque de Durango, México

Tree structure and diversity under two forest management schemes and the influence of geographic orientation in a forest in Durango, Mexico

Graciano Luna, J.J.,
E. Alanís Rodríguez,
O. Aguirre Calderón, C.M.
Cantú Ayala, J. Yerena
Yamalle, C. Martínez Adriano,
J. Luján Soto

ESTRUCTURA Y
DIVERSIDAD ARBÓREA
BAJO DOS ESQUEMAS DE
MANEJO FORESTAL E
INFLUENCIA DE LA
ORIENTACIÓN
GEOGRÁFICA EN UN
BOSQUE DE DURANGO,
MÉXICO

TREE STRUCTURE AND
DIVERSITY UNDER TWO
FOREST MANAGEMENT
SCHEMES AND THE
INFLUENCE OF
GEOGRAPHIC
ORIENTATION IN A
FOREST IN DURANGO,
MEXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 141-161. Julio 2025

DOI:
10.18387/polibotanica.60.9

José de Jesús Graciano-Luna <https://orcid.org/0000-0001-8499-5989>

Eduardo Alanís-Rodríguez / eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx 

<http://orcid.org/0000-0001-6294-4275>

Oscar Alberto Aguirre-Calderón <https://orcid.org/0000-0001-5668-8869>

Cesar Martín Cantú-Ayala <https://orcid.org/0000-0003-3903-9802>

José Israel Yerena-Yamalle <https://orcid.org/0000-0002-9216-7427>

Cristian Adrián Martínez-Adriano <https://orcid.org/0000-0002-4427-0913>

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Linares-Cd. Victoria, Km 145. Apartado Postal 41. CP 67700, Linares, N.L., México

José Encarnación Luján-Soto <https://orcid.org/0000-0001-9427-1909>

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de El Salto. Calle Tecnológico # 101, Colonia La Forestal, C.P. 34942, El Salto, P.N., Durango, México

RESUMEN: La estructura y la diversidad de una comunidad vegetal son parámetros importantes para conocer la dinámica de un ecosistema. En el presente estudio se analizó el efecto de dos tipos de manejo, el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) con el tratamiento de selección y el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) con tratamientos de aclareo, en la estructura y diversidad de especies arbóreas en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango, México. Se determinaron los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia, frecuencia y valor de importancia (IVI) y se compararon la riqueza y diversidad entre cortas selectivas y aclareos. La información se obtuvo de 52 sitios circulares de 1000 m² intervenidos con los dos tipos de manejo. La diversidad Alfa (α) se midió mediante el índice de Margalef para la riqueza de especies, y para la diversidad, los índices de Shannon, verdadero de Shannon, Simpson y equitativo de Simpson. Para la diversidad beta (β) se utilizó el algoritmo de Bray-Curtis. Los resultados muestran que los valores mayores de IVI fueron para *Pinus durangensis* y *Pinus cooperi*. Se observó una menor riqueza y diversidad cuando se aplican aclareos, existen diferencias en diversidad entre las diferentes orientaciones geográficas y hay un 45% de similitud de en cuanto a riqueza especies entre tratamientos de selección y aclareos.

Palabras clave: Índices de diversidad, Aclareos, Selección, Ecosistemas forestales.

ABSTRACT: The structure and diversity of a plant community are important parameters for understanding ecosystem dynamics. This study analyzed the effect of two management methods the Mexican Method for the Management of Irregular Forests (MMOBI) with selection treatment and the Silvicultural Development Method (MDS) with thinning treatments on the structure and diversity of tree species in the El Brillante ejido, Pueblo Nuevo, Durango, Mexico. The ecological parameters of abundance, dominance, frequency, and importance value (IVI) were determined, and richness and diversity were compared between selective felling and thinning. Information was obtained from 52 circular sites of 1,000 m² each, intervened with the two management methods. Alpha diversity (α) was measured using the Margalef index for species richness, and diversity was measured using the Shannon, true Shannon, Simpson, and

Simpson equitable indices. Beta diversity (β) was measured using the Bray-Curtis algorithm. The results show that the highest IVI values were for *Pinus durangensis* and *Pinus cooperi*. Lower species richness and diversity were observed when thinning was applied; there were differences in diversity between the different geographic orientations, and there was a 56% similarity in species richness between selection and thinning treatments.

Key words: Diversity indices, Thinning, Selection, Forest ecosystems.

INTRODUCCIÓN

La estructura de la comunidad vegetal es uno de los aspectos más importantes para la toma de decisiones en el manejo forestal, ya que de esta depende la productividad y las interacciones intra e interespecíficas dentro de los ecosistemas (Bettinger *et al.*, 2017). Evaluar las diferencias en la estructura de las comunidades forestales es esencial para valorar los cambios que pueden llegar a sufrir estas comunidades por las actividades de gestión (Ramos-Hernández *et al.*, 2024). Los impactos que generan los aprovechamientos forestales son importantes en la modificación de las etapas sucesionales de un ecosistema, debido a que el manejo conlleva a modificaciones significativas en la estructura y la composición de especies (Graciano, 2001). Por lo que el conocer la estructura y composición de los bosques antes de las operaciones del manejo forestal (corta), permite entender los cambios que pueden presentar los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema determinado (Luján-Soto *et al.*, 2008).

La complejidad estructural y la diversidad arbórea en la productividad de los ecosistemas forestales generan una sinergia, siendo la diversidad una característica estructural y la variabilidad un elemento de la biodiversidad (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2010; Monárrez-González *et al.*, 2018). Los estudios de estructura y biodiversidad generan conocimientos para asegurar de manera perpetua y óptima servicios ecosistémicos para las necesidades de las generaciones futuras, a través de decisiones y actividades pertinentes sobre el manejo forestal (Aguirre-Calderón *et al.*, 2015; Zúñiga-Vásquez *et al.*, 2018; Ramos-Hernández *et al.*, 2024).

Varios trabajos han aportado evidencias de que los esquemas de manejo pueden afectar significativamente la composición de especies (Graciano-Luna, 2001; Corral-Rivas *et al.*, 2005; Solís-Moreno *et al.*, 2006; Castellanos-B, 2008; Návar-Cháidez & González-Elizondo, 2009; Leyva-López *et al.*, 2010; Hernández-Salas *et al.*, 2013; Graciano-Ávila *et al.*, 2017; Silva-González *et al.*, 2021 & Galván-Moreno *et al.*, 2024). La mayoría de estos trabajos se han enfocado en describir la diversidad alfa de manera excelente, sin embargo, en la actualidad, ante los nuevos compromisos internacionales sobre la conservación de la biodiversidad y la incursión para demostrar un buen manejo a través de la certificación forestal, se requiere generar conocimientos sobre aspectos estructurales por unidad de manejo más específicas, considerando los métodos silvícolas y características ecológicas como la orientación geográfica, la pendiente o la altura sobre el nivel del mar. Los estudios para evaluar la diversidad también son muy necesarios para poder comprender las relaciones entre comunidades forestales con las diferentes orientaciones geográficas y los esquemas de manejo forestal que se prescriben. (Flores-Morales *et al.*, 2022).

La región de El Salto, ubicada al sur de la capital del estado de Durango, posee una amplia diversidad vegetal, en la cual los géneros *Pinus*, *Quercus* y *Juniperus* son de gran importancia económica para la región. Los bosques de esta zona se han manejado y aprovechado desde 1926, primero con el Método Mexicano de Ordenación de Montes (MMOM) en 1944 y modificado en 1984 a Método de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), aplicando el tratamiento de selección, así como por el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) mediante tratamientos de aclareos desde la década de los setentas para tener bosques regulares. Sin embargo, existe la necesidad de evaluar los efectos de los tratamientos silvícolas en la estructura y diversidad de los dos métodos de manejo en función de la orientación geográfica, para comprender de qué manera influyen en la riqueza, abundancia y dominancia de las especies, ya que se argumenta que cuando se aplican tratamientos como aclareos, se eliminan algunas especies raras de poca abundancia y la diversidad se modifica porque esa nueva área es colonizada por las especies dominantes que suelen ser las de mayor interés económico (Silva-González *et al.*, 2021).

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el efecto del MMOBI y del MDS en la estructura horizontal del bosque manejado, mediante la abundancia, frecuencia, dominancia, valor de importancia (IVI), riqueza y diversidad, así como conocer la influencia de la orientación geográfica en la composición de especies en bosques del ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. La hipótesis planteada fue que la estructura y la diversidad es modificada por el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) con el tratamiento de selección y el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) con tratamientos de aclareo y que la orientación geográfica influye en dicha modificación. La información generada contribuirá al conocimiento biológico de los ecosistemas forestales en el Noroeste de México y generará conocimiento para la toma de decisiones del manejo de las masas forestales.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el sistema montañoso de la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango, en el ejido El Brillante, del municipio de Pueblo Nuevo, entre las coordenadas geográficas 23°50'44.85" latitud N, 105°22'2.95" longitud O y 23°46'49.38" N, 105°20'28.62" O con una Altura de 2600 m s.n.m. (Figura 1). De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (INEGI, 2007), el clima predominante en el área es el tipo C (E) (w), que corresponde a semifrío subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación oscila entre los 1 000 a 1 200 mm anuales, con las temperaturas medias anuales de 11.5 °C, las extremas más frías registradas de 8.3 °C y las extremas más calurosas de 14.3 °C (Quiñónez-Barraza *et al.*, 2012). Los tipos de suelo conforman asociaciones entre Regosol, Litosol y Cambisol (UPSE, 2007). Los tipos de vegetación existentes son bosque de pino, bosque de encino, bosque de pino-encino, encino-pino y vegetación secundaria arbustiva en todas las comunidades vegetales (González-Elizondo *et al.*, 2012).

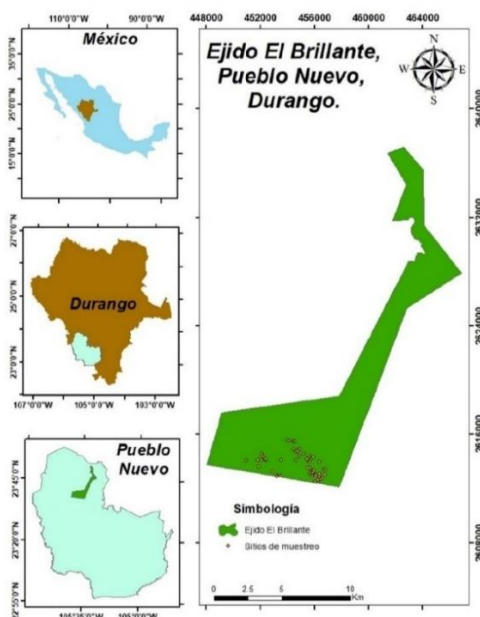


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo (puntos en color naranja) en el área de estudio.
Figure 1. Location of sampling sites (orange dots) in the study area.

Evaluación en campo

La información dasométrica se obtuvo de 52 sitios de monitoreo forestal de forma circular de 1000 m², 38 para MMOBI, y 13 de MDS (Tabla 1), ubicados aleatoriamente en diferentes áreas de corta del actual programa de manejo. Los sitios se establecieron donde se aplicaron tratamientos silvícolas con el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), incluyendo primero, segundo, tercer aclareo y cortas de liberación, así como en áreas con el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI) bajo el tratamiento de selección. Los sitios se dividieron por orientación geográfica 12 sitios para la orientación Norte, Noreste, Noroeste en el grupo (N NE NO); 12 para Sur, Sureste, Suroeste en el grupo (S SE SO) y 14 para Este-Oeste en otro grupo (EO) para MMOBI, 4 sitios (N NE NO), 8 para (S SE SO) y 4 para (EO) en MDS. Se colectó información silvícola dasométrica de cada sitio, por estratos y por tratamiento. Para los análisis se consideraron el diámetro normal ($D_n > 7.5$ cm), el cual se midió con cinta diamétrica Ben Meadows; altura total (H), con un clinómetro Suunto Pm5/360pc; diámetro de copa Norte-Sur y Este-Oeste, así como el registro de la especie de cada individuo. Los formatos utilizados fueron los recomendados por el Sistema de Planeación Forestal para Bosques Templados SiPlaFor (Ávila-Márquez, 2021). Los nombres científicos se consultaron en la página web *The World flora On line List* (<http://www.worldfloraonline.org/>).

Tabla 1. Características silvícolas, ecológicas y geográficas de los sitios de estudio.

Table 1. Silvicultural, ecological and geographic characteristics of the study sites.

Sitio	AS.N.M.	Pendiente (%)	Orientación	Tratamiento	Manejo	Sitio	AS.N.M.	Pendiente (%)	Orientación	Tratamiento	Manejo
2217	2839	26	Norte	aclareo	MDS	1773	2710	87	Oeste	selección	MMOBI
2040	2792	53	Sur	aclareo	MDS	2047	2785	32	Este	selección	MMOBI
2218	2858	30	Norte	aclareo	MDS	1900	2761	39	Oeste	selección	MMOBI
1908	2852	20	Oeste	2 aclareo	MDS	2713	2255	64	Noroeste	selección	MMOBI
1905	2882	60	Oeste	2 aclareo	MDS	1759	2266	74	Noreste	selección	MMOBI
2302	2828	40	Sur	2 aclareo	MDS	1763	2277	49	Noroeste	selección	MMOBI
2305	2852	60	Sur	2 aclareo	MDS	1767	2290	45	Oeste	selección	MMOBI
2216	2833	17	Noreste	aclareo	MDS	1747	2302	80	Oeste	selección	MMOBI
2316	2708	65	Noreste	aclareo	MDS	1822	2302	40	Norte	selección	MMOBI
2304	2830	30	Sur	2 aclareo	MDS	1845	2507	60	Oeste	selección	MMOBI
2311	2753	15	Sur	aclareo	MDS	2686	2658	65	Suroeste	selección	MMOBI
2037	2765	34	Sureste	aclareo	MDS	2032	2800	68	Norte	selección	MMOBI
1313	2752	21	Este	4 aclareo	MDS	1932	2683	65	Noreste	selección	MMOBI
2303	2804	60	Sur	selección	MMOBI	2319	2865	64	Sureste	selección	MMOBI
1957	2560	80	Suroeste	selección	MMOBI	2048	2784	29	Oeste	selección	MMOBI
1747	2302	80	Oeste	selección	MMOBI	1940	2517	72	Sureste	selección	MMOBI
2210	2893	10	Este	selección	MMOBI	2309	2644	67	Este	selección	MMOBI
1981	2572	60	Noroeste	selección	MMOBI	1899	2743	64	Oeste	selección	MMOBI
1952	2550	80	Sur	selección	MMOBI	1948	2815	62	Suroeste	selección	MMOBI
1793	2298	60	Oeste	selección	MMOBI	2315	2702	75	Sur	selección	MMOBI
1806	2272	35	Sur	selección	MMOBI	1947	2750	62	Sur	selección	MMOBI
1932	2683	64	Noreste	selección	MMOBI	2320	2808	60	Sureste	selección	MMOBI
1996	2758	64	Noroeste	selección	MMOBI	2760	2768	24	Noroeste	selección	MMOBI
1958	2682	34	Sur	selección	MMOBI	2317	2736	58	Sur	selección	MMOBI
1926	2815	20	Oeste	selección	MMOBI	1992	2760	58	Este	selección	MMOBI
1847	2770	19	Noroeste	selección	MMOBI	1976	25666	80	Norte	selección	MMOBI

Análisis de la información

Con la información de campo y para cada tratamiento por tipo de manejo y orientación geográfica se realizó un análisis de la composición de especies entre los métodos de manejo MMOBI y MDS, se calculó el área basal y la cobertura en función del diámetro normal y diámetro de copa, con la fórmula del cilindro ($A = \pi r^2$), se estimaron los parámetros estructurales (dominancia, abundancia y frecuencia relativas) y el Índice de Valor de Importancia Ecológica (IVI) (Whittaker, 1972; Franco-López J., 1985; Magurran, 1988 y Moreno, 2001).

Para estimar la diversidad en las comunidades forestales evaluadas, se aplicaron los índices de Margalef [DM_g], Shannon [H'] y el número efectivo de especies con base en la exponencial del índice de Shannon ($\exp(H')$) llamado también índice verdadero de Shannon, conocido como (₁D), los cuales estiman la diversidad alfa (Moreno, 2011, 2019; Cultid-Medina C & Escobar F., 2019).

Con la identificación de cada especie y su abundancia en ambos tipos de manejo, se calculó el Índice de Dominancia de Simpson (D). Este índice varía de cero a uno, donde 0 significa que no hay dominancia y 1 significa dominancia por especies dentro de la comunidad (Simpson, 1949). Con el índice D, se estimó el Índice de Diversidad de Simpson (IDS = 1 - D), también llamado complemento de Simpson, el cual oscila entre 0 donde solo hay una especie y 1 donde hay mucha diversidad. Se realizó una prueba "t" para determinar diferencias estadísticas entre los índices de diversidad en ambos métodos de manejo. Para los análisis de diversidad se utilizó el Excel 2021 (18.0) y el software PAST 3.22 (Hammer, 2001).

Para evaluar la diversidad entre hábitats (grado de reemplazamiento de especies) o cambio biótico a través de condiciones ambientales, se generó un modelo de ordenación Bray-Curtis, el cual es una representación gráfica de la variación de la composición vegetal (Bray & Curtis, 1957).

El análisis se realizó entre tratamientos (Selección, Selección N NO NE, Selección S SE SO, Selección EO, Aclareo, Aclareo N NO NE, Aclareo S SE SO y Aclareo EO). El modelo es un algoritmo que determina el porcentaje de similitud en una medida de distancia, proporciona valores entre 0 y 100, donde el 100 significa que los sitios tienen la misma composición y 0 significa que no comparten especies entre comunidades (Bray & Curtis, 1957). Esta gráfica se elaboró con el algoritmo UPGMA y 999 permutaciones para respaldar el valor de cada rama (Hammer, 2001). Para determinar la distribución de los datos se realizaron pruebas de normalidad Shapiro-Wilk cuando $n \leq 2000$ con $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

Composición de especies

En cuanto a composición de especies, se registraron 24 especies para sitios con MMOBI y 11 para sitios con MDS, distribuidas en cinco familias (Tabla 2). La familia Fagaceae fue la mejor representada con un 46% (11 especies), seguida por Pinaceae con 42% (ocho especies) y 12% por las familias Cupressaceae, Betulaceae y Ericaceae. La familia Fagaceae fue representada por el género *Quercus*, mientras que Pinaceae tuvo nueve especies del género *Pinus* y una de *Pseudotsuga*; en la familia Cupressaceae aparecen el género *Juniperus*, en la Betulaceae *Alnus* y en Ericaceae *Arbutus*.

Tabla 2. Listado del arbolado del área de estudio y densidades (Árboles ha⁻¹) por tipo de manejo. Los nombres de las especies son acordes a la (WFO's, 2024).

Table 2. List of trees in the study area and densities (Trees ha⁻¹) by management type. Species names are according to (WFO's, 2024).

Familia	Especie	Densidad (n ha ⁻¹)			
		MMOBI	(%)	MDS	(%)
Betulaceae	<i>Alnus spp</i> Kunth	19.2	4.34	46.9	9.65
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	12.9	2.92	20	4.11
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	50	11.31	28.5	5.86
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i> Née	0.5	0.11	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus coccolobifolia</i> Trel.	1.8	0.41	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	9.2	2.08	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus durifolia</i> Seemen ex Loes.	5.5	1.24	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus eduardii</i> Trel.	1.8	0.41	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus emoryi</i> Porter & J.M.Coult.	0.3	0.07	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus fulva</i> Liebm.	3.9	0.88	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	35.5	8.03	21.5	4.42
Fagaceae	<i>Quercus sideroxyla</i> Bonpl.	46.6	10.54	18.5	3.81
Fagaceae	<i>Quercus urbanii</i> Trel.	11.6	2.62	0	0.00
Fagaceae	<i>Quercus viminea</i> Trel.	2.9	0.66	0	0.00
Pinaceae	<i>Pinus chihuahuana</i> Martínez	3.9	0.88	0.8	0.16
Pinaceae	<i>Pinus cooperi</i> C.E. Blanco	27.9	6.31	160	32.91
Pinaceae	<i>Pinus durangensis</i> Martínez	136.6	30.90	149.2	30.69
Pinaceae	<i>Pinus engelmannii</i> Carrière	9.7	2.19	0	0.00
Pinaceae	<i>Pinus herrerae</i> Martínez	11.3	2.56	0	0.00
Pinaceae	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.	8.2	1.86	6.9	1.42
Pinaceae	<i>Pinus lumholtzii</i> B. L. Rob et Fernald	3.2	0.72	0	0.00
Pinaceae	<i>Pinus strobiformis</i> Engelm.	27.1	6.13	33.1	6.81
Pinaceae	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl. et Cham.	12.1	2.74	0.8	0.16
Pinaceae	<i>Pseudotsuga spp</i> (Mirb.) Franco	0.3	0.07	0	0.00
TOTALES		442	100	457.7	100

Se muestra que con las cortas selectivas en el MMOBI existen muchas especies exclusivas (13 especies), principalmente del género *Quercus* y algunas especies de baja densidad como el *Pseudotsuga spp.* y otras del género *Pinus*. En el MDS, las 11 especies que aparecen también se pueden encontrar cuando se aplica MMOBI (Tabla 2).

En cuanto a las densidades, para el MMOBI, el *P. durangensis*, *Arbutus spp* y *Q. sideroxyla* resultaron ser las especies que representan el mayor número de árboles por unidad de superficie, mientras que para MDS el *P. cooperi*, el *P. durangensis* y el *Alnus spp*. Existen otras especies con poca abundancia de los géneros *Quercus* y *Pinus* con porcentajes menores al 3%, principalmente en el MMOBI. Se observa que el *P. durangensis* y *P. cooperi* son las especies con mayor densidad, aunque en MDS cuando se aplican aclareos se aprecia como el *P. cooperi* incrementa su densidad. El *Q. sideroxyla* juega un papel importante en la composición de especies, sin embargo, se observa que con los aclareos del MDS se reduce significativamente su densidad.

Se puede observar también que las especies de interés comercial son las que van dejando los técnicos cuando se aplica MDS, el *P. cooperi* (160 árboles ha⁻¹) y el *P. durangensis* (149 árboles ha⁻¹), representando éstas dos especies el 64% de la densidad total. Sin embargo, se aprecia en este método, que se están incluyendo otras especies que cohabitan como el *P. leiophylla*, *P. teocote*, *Juniperus depeana*, *Q. sideroxyla*, *Q. rugosa*, *Arbutus* y *Alnus*, especies que anteriormente se eliminaban por la técnica llamada chaponeo.

Parámetros estructurales (Dominancia, abundancia y valor de importancia)

Selección (MMOBI) vs Aclareos (MDS)

En cuanto a la dominancia, en rodales con selección (MMOBI) el *P. durangensis* y *Q. sideroxyla* son las especies que presentan mayor área basal con 6.52 m² ha⁻¹ y 1.84 m² ha⁻¹ respectivamente. En densidad, el *P. durangensis* y *A. xalapensis* ocuparon los primeros lugares, con 137 y 50 árboles por hectárea en selección (MMOBI), además en el 84% de los sitios con MMOBI se encontraron estas especies, seguidas por *Q. sideroxyla* y *Q. rugosa*. (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Parámetros ecológicos relativos para selección y aclareos para los dos métodos de manejo.
Table 3. Relative ecological parameters for selection and thinning for the two management methods.

ESPECIE	Dominancia (Área Basal)		Densidad		Frecuencia		IVI (%)	
	MMOBI (%)	MDS (%)	MMOBI (%)	MDS (%)	MMOBI (%)	MDS (%)	MMOBI	MDS
<i>Pinus cooperi</i>	7.65	19.4	6.31	32.91	3.8	10.5	5.93	20.95
<i>Pinus durangensis</i>	36.13	37.5	30.89	30.70	13.7	15.8	26.90	28.00
<i>Pinus leiophylla</i>	1.87	1.79	1.85	1.42	4.7	5.3	2.80	2.83
<i>Pinus teocote</i>	2.54	0.44	2.74	0.16	2.6	1.3	2.61	0.64
<i>Pinus engelmannii</i>	1.62		2.20		1.7		1.84	
<i>Pinus lumholtzii</i>	0.56		0.71		1.3		0.85	
<i>Pinus ayacahuite</i>	3.12	4.51	6.13	6.80	10.7	13.2	6.65	8.16
<i>Pinus chihuahuana</i>	1.10	0.03	0.89	0.16	1.3	1.3	1.09	0.50
<i>Pinus herrerae</i>	2.57		2.56		2.1		2.42	
<i>Juniperus depeana</i>	2.64	2.78	2.92	4.11	3.4	11.8	2.99	6.25
<i>Pseudotsuga spp</i>	0.11		0.06		0.4		0.20	
<i>Quercus sideroxyla</i>	10.21	10.0	10.54	3.80	11.1	10.5	10.62	8.13
<i>Quercus durifolia</i>	0.42		1.25		0.4		0.70	
<i>Quercus coccolobifolia</i>	0.58		0.42		1.3		0.76	
<i>Quercus eduardii</i>	0.80		0.42		1.3		0.83	
<i>Quercus urbanii</i>	3.78		2.62		3.8		3.42	
<i>Quercus crassifolia</i>	2.53		2.08		3.0		2.53	
<i>Quercus viminea</i>	0.30		0.65		1.7		0.89	
<i>Quercus emoryi</i>	0.06		0.06		0.4		0.18	
<i>Quercus fulva</i>	1.47		0.89		0.9		1.07	
<i>Quercus candicans</i>	0.19		0.12		0.9		0.39	
<i>Quercus rugosa</i>	9.54	12.3	8.04	4.43	9.8	7.9	9.14	8.19
<i>Alnus spp</i>	2.40	6.53	4.35	9.65	6.0	11.8	4.24	9.34
<i>Arbutus xalapensis</i>	7.80	4.69	11.31	5.85	13.7	10.5	10.93	7.02
TOTALES	100	100	100	100	100	100	100	100

La dominancia mayor en aclareos la representa el *P. cooperi* (7.92 m² ha⁻¹) y el *P. durangensis* con 4.10 m² ha⁻¹. Se observa también que con la aplicación del MDS a través de los sitios de aclareo, muchas especies del género *Quercus* ya no se encuentran, posiblemente por el chaponeo o a factores abióticos o bien a otras actividades complementarias que se realizan. En el 92.3% de

los sitios con aclareo se encontró el *P. durangensis* y en el 76.9 % el *P. strobiformis*, en 69.2% el *Alnus* spp. y el *Juniperus deppeana*, el *P. cooperi* en un 61.5%, luego *Q. rugosa* en un 46.2% de los sitios.

El *P. durangensis* y el *P. cooperi* presentaron los mayores porcentajes de IVI en sitios con MDS y con el tratamiento de aclareos (Tabla 4), las especies que aparecieron en aclareos con menores IVI entre 9% y 1% fueron: *Alnus* spp, *Q. rugosa*, *P. strobiformis*, *Q. sideroxyla*, *A. xalapensis*, *Juniperus deppeana*, *P. leiophylla*, *P. teocote* y *P. chihuahuana*, estas dos últimas especies se encontraron en un 7% de los sitios.

En la tabla 4 se presentan los parámetros de dominancia, densidad, frecuencia y Valor de Importancia para las primeras 5 especies con mayor IVI por orientación geográfica y por método de manejo.

Tabla 4. Parámetros estructurales por tratamiento para las cinco especies con mayor IVI, ordenadas de manera descendente.

Table 4. Structural parameters by treatment for the five species with the highest IVI, ordered in descending order.

ESPECIE	Dominancia (Área Basal)		Abundancia (Densidad)		Frecuencia		IVI (%)
	Absoluta (m² ha⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta (N ha⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta (%)	Relativa (%)	
Selección							
<i>Pinus durangensis</i>	6.52	36.13	136.6	30.89	84.2	13.7	26.90
<i>Arbutus</i>	1.41	7.80	50.0	11.31	84.2	13.7	10.93
<i>xalapensis</i>							
<i>Quercus</i>	1.84	10.21	46.6	10.54	68.4	11.1	10.62
<i>sideroxyla</i>							
<i>Quercus rugosa</i>	1.72	9.54	35.5	8.04	60.5	9.8	9.14
<i>Pinus strobiformis</i>	0.56	3.12	27.1	6.13	65.8	10.7	6.65
Aclareos							
<i>Pinus durangensis</i>	7.92	37.50	149.2	30.70	92.3	15.8	28.00
<i>Pinus cooperi</i>	4.10	19.40	160.0	32.91	61.5	10.5	20.95
<i>Alnus</i> spp.	1.38	6.53	46.9	9.65	69.2	11.8	9.34
<i>Quercus rugosa</i>	2.59	12.26	21.5	4.43	46.2	7.9	8.19
<i>Pinus strobiformis</i>	0.95	4.51	33.1	6.80	76.9	13.2	8.16
Selección N NE NO							
<i>Pinus durangensis</i>	8.19	38.63	124.5	30.79	72.7	10.7	26.69
<i>Quercus</i>	2.24	10.55	64.5	15.96	54.5	8.0	11.50
<i>sideroxyla</i>							
<i>Arbutus</i>	1.27	5.97	34.5	8.54	72.7	10.7	8.39
<i>xalapensis</i>							
<i>Pinus strobiformis</i>	0.77	3.64	22.7	5.62	81.8	12.0	7.09
<i>Quercus rugosa</i>	1.49	7.02	19.1	4.72	36.4	5.3	5.69
Aclareo N NE NO							
<i>Pinus cooperi</i>	8.49	50.71	330.0	63.46	75.0	13.6	42.60
<i>Pinus durangensis</i>	3.48	20.76	75.0	14.42	75.0	13.6	16.27
<i>Pinus strobiformis</i>	1.49	8.87	47.5	9.13	100.0	18.2	12.06
<i>Quercus rugosa</i>	2.50	14.93	17.5	3.37	25.0	4.5	7.61
<i>Juniperus</i>	0.39	2.36	15.0	2.88	75.0	13.6	6.29
<i>deppeana</i>							
Selección S SE SO							
<i>Pinus durangensis</i>	7.09	40.63	166.2	35.01	92.3	14.0	29.86
<i>Quercus</i>	2.10	12.06	66.2	13.94	84.6	12.8	12.93
<i>sideroxyla</i>							

ESPECIE	Dominancia (Área Basal)		Abundancia (Densidad)		Frecuencia		IVI (%)
	Absoluta (m ² ha ⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta (N ha ⁻¹)	Relativa (%)	Absoluta (%)	Relativa (%)	
<i>Arbutus xalapensis</i>	1.76	10.11	53.8	11.35	100.0	15.1	12.19
<i>Quercus rugosa</i>	2.06	11.83	41.5	8.75	92.3	14.0	11.51
Aclareo S SE SO							
<i>Pinus durangensis</i>	11.39	49.19	200.0	42.70	100.0	16.2	36.04
<i>Pinus cooperi</i>	2.11	9.11	75.0	16.01	50.0	8.1	11.08
<i>Arbutus xalapensis</i>	1.78	7.69	50.0	10.68	83.3	13.5	10.63
<i>Quercus rugosa</i>	3.15	13.61	30.0	6.41	66.7	10.8	10.28
<i>Quercus sideroxyla</i>	2.71	11.69	28.3	6.05	66.7	10.8	9.52
Selección E O							
<i>Pinus durangensis</i>	4.75	25.75	132.5	25.85	87.5	14.89	22.16
<i>Arbutus xalapensis</i>	1.67	9.05	78.8	15.37	87.5	14.89	13.10
<i>Quercus rugosa</i>	2.34	12.69	70	13.66	50	8.51	11.62
<i>Pinus cooperi</i>	1.96	10.62	40	7.80	12.5	2.13	6.85
<i>Quercus sideroxyla</i>	1.21	6.56	8.8	1.71	62.5	10.64	6.30
Aclareo E O							
<i>Pinus durangensis</i>	6.16	28.57	126.7	28.57	100.00	17.65	24.93
<i>Alnus spp</i>	5.21	24.15	126.7	28.57	100.00	17.65	23.46
<i>Pinus cooperi</i>	2.16	10.01	100	22.56	66.67	11.76	14.78
<i>Quercus sideroxyla</i>	3.63	16.84	6.7	1.50	66.67	11.76	10.04
<i>Pinus strobiformis</i>	0.68	3.15	33.3	7.52	66.67	11.76	7.48

Selección N NE NO vs Aclareos N NE NO

En el tratamiento Selección N NE NO (MMOBI) se encontraron 21 especies y 10 en aclareos orientación N NE NO (MDS). Se observó que varias especies del género *Quercus* como *Q. viminea*, *Q. urbanii*, *Q. candicans*, *Q. eduardii*, *Q. coccolobifolia* y *Q. crassifolia* y *P. lumholtzi* y el *P. teocote* que se encuentran en Selección N NE y NO ya no aparecen en el Aclareo N NE y NO. El *Pseudotsuga* spp. se ve afectado quizás por la falta de sombra y humedad de la orientación norte, ya que no aparece cuando se aplican aclareos.

La densidad de *A. xalapensis* disminuyen de 34 árboles ha⁻¹ en Selección N NE NO a 10 árboles por hectárea en Aclareo N NE NO. El *P. cooperi* y el *P. durangensis* se encontraron en el 75% de los sitios en Aclareo N NE NO, sin embargo, resulta interesante que el *P. strobiformis* aparece en el 100% de los sitios con Aclareo N NE NO pero con área basal pequeña (1.49 m² ha⁻¹). Los valores mayores de IVI en Selección N NE NO los presenta el *P. durangensis* con 26.69%, *Q. sideroxyla* con 11.50%, *A. xalapensis* con 8.39% y *P. strobiformis* con 7.09%. Es importante que los técnicos pongan especial cuidado cuando apliquen cortas de selectivas con *P. engelmannii*, *P. lumholtzii* y *Pseudotsuga* spp, ya que observaron valores de IVI muy pequeños debido a sus bajas abundancias. En Aclareo N Ne NO esta dominando el *P. cooperi* con 8.49% y con más del 50% de las áreas basales (8.5m² ha⁻¹), con una densidad de 330 árboles ha⁻¹ y con un IVI de 42.69%. El *P. durangensis* ocupó el segundo lugar con un IVI de 16.27 y el *P. strobiformis* con 12.02%. En Aclareo N Ne NO las especies con índices de valor de importancia menores fueron: *P.*

strobiformis, *Q. rugosa*, *Juniperus deppeana*, *Q. sideroxyla*, *Alnus* spp., *A. xalapensis*, *P. leiophylla*, y *P. chihuahuana*.

Selección S SE SO vs Aclareo S SE SO

En el tratamiento de Selección S SE SO se encontraron 15 especies y con Aclareos S SE SO nueve especies, proliferan las hojosas, pero cuando se aplican los tratamientos también cambian las especies. En selección S SE SO el *P. durangensis* ocupa el primer lugar en el IVI con 29.86%, se presenta en el 92.3% de los sitios analizados, tiene densidades de 166 árboles ha⁻¹, con 7 m² ha⁻¹, ocupando el 40% de área basal, le sigue el *Q. sideroxyla* apareciendo en el 84.6% de los sitios y con un IVI de 12.93%, luego *Arbutus xalapensis* con 53.8 árboles ha⁻¹ y un IVI de 12.19% pero se encuentra en todos los sitios muestreados con área basal de 1.76 m² ha⁻¹. El *Q. rugosa* también es importante en los sitios de Selección Sur con 41 árboles ha⁻¹ y con un IVI de 11.51% encontrándose en el 92% de los sitios de muestreo con Selección S SE SO.

Resulta interesante saber que en este tratamiento (Selección S SE SO) aparecen muchas especies de hojosas y algunas coníferas de bajas abundancias; en orden descendente por su valor del IVI del quinto lugar en adelante son: *P. strobiformis*, *P. cooperi*, *P. teocote.*, *J. deppeana*, *Q. crassifolia*, *Alnus* spp., *P. leiophylla*, *P. engelmannii*, *Q. fulva*, *Q. candicans* y *Q. urbanii*. El *Juniperus deppeana*, *Alnus* spp. y *P. leiophylla*.

En el Aclareo S SE SO es dominado por el *P. durangensis* con 200 árboles ha⁻¹, apareciendo en el 100% de los sitios y con el máximo IVI de 26.04%, además el 49.19% de la áreas basales es ocupada por ésta especie, sigue el *P. cooperi* con 76 árboles ha⁻¹, estando presente en el 50% de los sitios y un IVI de 11.08%, las otras especies tienen un IVI que va de 10 a 3% y con densidades promedio de 50 a 21 árboles ha⁻¹, esas especies son el *Arbutus xalapensis* apareciendo en el 83% de los sitios, el *Quercus rugosa* con 13.61% del área basal con 3.15 m² ha, *Q. sideroxyla*, *Juniperus deppeana*, *Alnus* spp., *P. strobiformis* y *P. leiophylla* apareciendo en el 60% de los sitios y con IVI de 9.5, 6.68, 6.3, 6.1 y 3.35% respectivamente.

Selección EO vs Aclareo EO

Para el tratamiento Selección EO y Aclareo EO, el IVI más alto fue para el *P. durangensis*, con 132.5 árboles ha⁻¹ en Selección EO y 126 en Aclareo EO, sin embargo, para Selección EO siguen el *Arbutus xalapensis* y el *Q. rugosa*, mientras que para el Aclareo EO el *Alnus* spp. y el *P. cooperi*. El *P. durangensis* se presentó en 87 de los sitios, el *Arbutus* 78% en Selección EO y el *P. durangensis* y el *Alnus* spp. en el 100% de los sitios con Aclareo EO. Para Selección EO se presentaron 18 especies y nueve para el Aclareo EO.

Diversidad Alfa

Con respecto a los índices de riqueza y diversidad, para el tratamiento Selección, Selección N NE NO, Selección S SE SO y Selección EO; el índice de riqueza de Margalef (Dmg) mostró promedios de 2.85 ± 0.48 , para Shannon (H⁺) 2.32 ± 0.15 y para la diversidad de Simpson (1-D) 0.85 ± 0.02 . Estos valores del MMOBI, fueron superiores que para MDS con Aclareo, Aclareo N NE NO, Aclareo S Se SO y Aclareo EO, donde, el índice de Margalef fue en promedio de 1.57 ± 0.12 , el de Shannon de 1.6 ± 0.24 , y para la diversidad de Simpson un promedio de 0.72 ± 0.11 . Con el tratamiento de selección del MMOBI se observó que la riqueza es mayor, encontrando 23 especies y tan solo 11 con el MDS, se aprecia la diferencia de riqueza y diversidad entre tratamientos, observando una diversidad media para los tratamientos de Selección (MMOBI) y baja para Aclareos (MDS). Con los valores anteriores, se muestra poca dispersión entre los índices sobre todo para los tratamientos de selección, donde presenta una desviación estándar muy baja, como es el caso del índice de Simpson. Los índices para los aclareos muestran una diversidad baja y poca variación entre ellos (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de índices de riqueza y diversidad por tipo de manejo MMOBI (selección) y MDS (Aclareos) en diferentes orientaciones geográficas.

Table 5. Richness and diversity index values by management type MMOBI (selection) and MDS (thinning) in different geographic orientations.

Tratamiento	Manejo	Especies (S)	Margalef (Dmg)	Diversidad de Shannon (H')	Número de especies efectivas (¹ D)	Dominancia de Simpson (D)	Diversidad de Simpson (1-D)
Selección	MMOBI	24	3.09	2.43	11.36	0.14	0.86
Selección N NE NO	MMOBI	21	3.28	2.37	10.65	0.15	0.85
Selección S SE SO	MMOBI	15	2.18	2.1	8.2	0.17	0.82
Selección E O	MMOBI	18	2.83	2.38	10.88	0.12	0.87
Aclareo	MDS	11	1.55	1.77	5.9	0.22	0.78
Aclareo N NE NO	MDS	10	1.68	1.28	3.6	0.44	0.56
Aclareo S SE SO	MDS	9	1.42	1.77	5.9	0.24	0.76
Aclareo E O	MDS	9	1.64	1.71	5.52	0.22	0.78

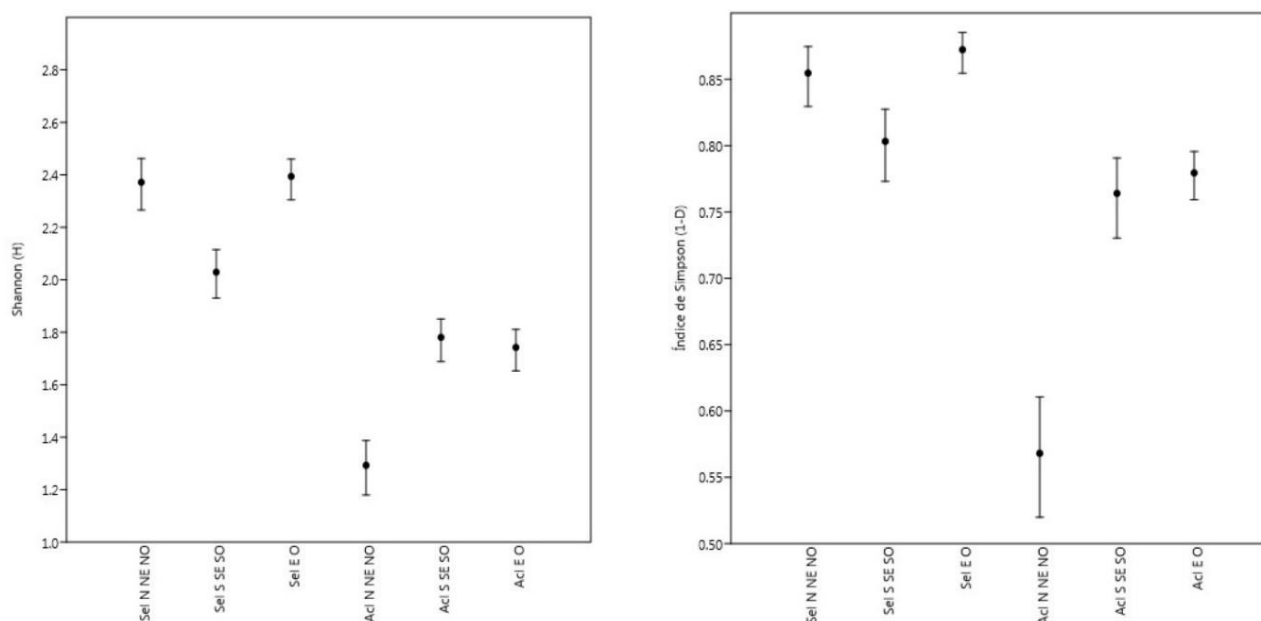


Figura 2. Índices de diversidad de Shannon-Weiner y Simpson por tratamiento para los dos métodos de estudio (Selección MMOBI y Aclareos MDS). Los valores graficados representan la media $\pm$ error estándar.

Figure 2. Shannon-Weiner and Simpson diversity indices by treatment for the two study methods (MMOBI Selection and MDS Thinning). Values plotted represent the mean $\pm$ standard error.

Existen diferencias entre tratamientos de selección y aclareos, mostrando una mayor diversidad el tratamiento de selección en exposiciones N NE NO que en S SE SO. Se observa también como el Aclareo N NE NO presentó la menor diversidad (Figura 2).

Se muestra también en la figura anterior que en el índice efectivo de especies (¹D) se observan valores altos de las especies más abundantes para las diferentes orientaciones geográficas en el MMOBI, en cambio para el MDS valores muy bajos, lo que se puede demostrar que en este tipo de manejo y con tratamientos con aclareos la diversidad se reduce y pocas especies ocupan las mayores abundancias (*P. cooperi*, *P. durangensis* y *Arbutus xalapensis* ó *Q. sideroxyla*). El índice de dominancia de Simpson (D) representa poca probabilidad de que dos individuos seleccionados

al azar sean de la misma especie en tratamientos de selección, habiendo mayor probabilidad en aclareos y sobre todo mayor en Aclareos N NE NO. El complemento de Simpson muestra que los rodales manejados con selección en las diferentes orientaciones presentan mayor diversidad como lo es el de Selección E O (0.86), Selección (0.85) y Selección N NE NO (0.82). El Aclareo N NE NO fue el que mostró menor diversidad de acuerdo al complemento de Simpson de 0.56.

Similitud entre comunidades

Los resultados obtenidos del análisis de similitud mediante la técnica de Bray-Curtis, muestran un 45% de similitud entre ambos métodos de manejo forestal. Se observan cuatro grupos de comunidades vegetales bien definidos, considerando un valor de referencia de 0.675, el primero conformado por Aclareo S SE SO, Selección S SE SO y Selección N NE NO, estas comunidades presentaron la mayor similitud de especies. El tratamiento Selección EO forma otro grupo. el tercer Aclareo EO y el cuarto grupo el Aclareo N NE NO que representó la comunidad vegetal con menor similitud de especies ocurriendo por separado del resto de las comunidades evaluadas (Figura 3).

Las especies generalistas que se registraron en todos los tratamientos analizados fueron: *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. leiophylla*, *P. strobiformis*, *J. deppeana*, *Q. sideroxyla*, *Q. rugosa*, *Alnus spp.* y *A. xalapensis*, mientras que las especies especialistas se presentaron en el MMOBI y fueron: *P. engelmannii*, *P. lumholtzii*, *P. herrerae*, *Pseudotsuga spp.*, *Q. durifolia*, *Q. coccolobifolia*, *Q. eduardii*, *Q. urbanii*, *Q. crassifolia*, *Q. viminea*, *Q. emoryi*, *Q. fulva*, *Q. candicans*.

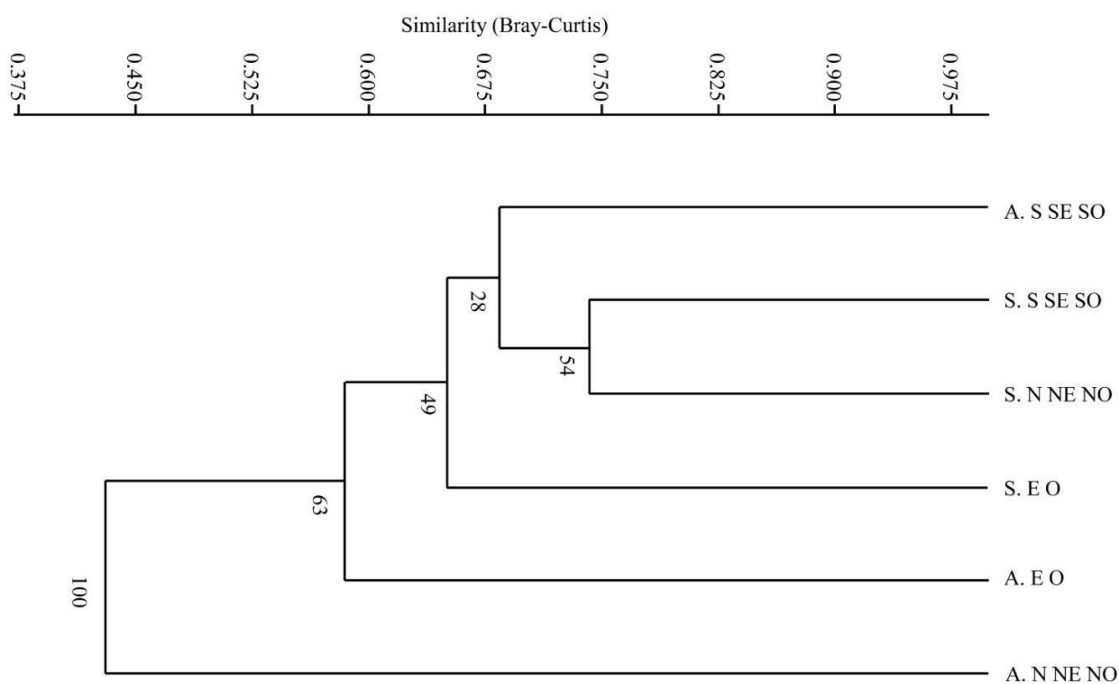


Figura 3. Dendrograma de similitud basado en análisis Bray Curtis entre tratamientos con diferentes orientaciones. A: aclareos y S es selección; N, S, E, O, NE, NO, SE, SO se refieren a las exposiciones donde se encontraron las comunidades vegetales estudiadas. Los números cercanos a cada rama son el porcentaje de permutaciones que respaldan cada nodo de separación en el dendrograma de agrupación final.

Figure 3. Dendrogram of similarity based on Bray Curtis analysis between treatments with different orientations. A: thinning and S is selection; N, S, E, W, W, NE, NW, SE, SW refer to the exposures where the studied plant communities were found. The numbers near each branch are the percentage of permutations supporting each split node in the final clustering dendrogram.

La correlación cofenética (Cophen. corr. 0.901) obtenida mostró una buena medida del grado de ajuste para la clasificación de nuestro conjunto de datos (Saraçlı *et al.*, 2013).

DISCUSIÓN

Composición de especies

En el manejo de recursos forestales, la diversidad y la estructura son variables que aportan bases para la toma de decisiones en la silvicultura, manejo y aprovechamiento, así lo mencionan (García & Sánchez, 2005); López-Hernández *et al.* (2017); Flores-Morales *et al.* (2022). Estos últimos autores, reportan 24 especies y siete familias en su estudio “Diversidad y estructura arbórea de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México”, resultados semejantes en el tratamiento de selección del presente trabajo, ya que el de referencia también está manejado con MMOBI con el tratamiento de selección.

Las familias representadas en los métodos de manejo analizados coinciden con las reportadas por García Arévalo & González Elizondo (1998) Graciano-Ávila *et al.* (2017) para las cadenas montañosas de Durango, dominadas por Pinaceae y Fagaceae. Las especies con mayor abundancia pertenecen al género *Pinus*, concordando con López-Hernández *et al.* (2017) que mencionan a este género como el de mayor abundancia en los bosques templados. El número de especies resultó mayor que el reportado por Graciano-Ávila *et al.* (2020) de 16 especies en 4 familias, en el estudio de cambios estructurales de la vegetación arbórea en un bosque templado de Durango, México con MMOBI.

Los más de 40 estudios revisados por Monárrez-González *et al.* (2018) con respecto al manejo de ecosistemas y la diversidad, donde se destaca que los tratamientos silvícolas modifican la estructura y diversidad, coinciden con los resultados de este trabajo, ya que se demuestra que al aplicar MDS se modifica la riqueza de especies, aunque faltaría comparar con rodales donde no se ha realizado ningún tipo de manejo. Algunos autores encontraron una relación entre el manejo forestal y la diversidad arbórea (Solís-Moreno *et al.*, 2006; Alanís-Rodríguez *et al.*, 2010; Leyva-López *et al.*, 2010 y Graciano-Ávila *et al.*, 2020), donde se modifica la riqueza, pero se incrementa después del manejo por reclutamiento de rodales adyacentes o por los tipos de propagación vegetativa de algunas especies (Graciano, 2001 y Hernández-Salas *et al.*, 2013).

Parámetros estructurales

La diferencia estructural encontrada entre sitios con MMOBI y MDS es consistente con la estructura documentada por diversos autores como Graciano (2001), Solís-Moreno *et al.* (2006), Hernández-Salas *et al.* (2013), Graciano-Ávila *et al.* (2017, 2020), Flores-Morales *et al.* (2022) y Silva-González *et al.* (2021) en bosques templados. Estas conclusiones semejantes se deben a que el área de estudio está localizada en la llamada Región de El Salto, donde a nivel paisaje comparten factores abióticos como algunas características geofísicas, por lo que se prescriben los mismos tratamientos silvícolas, bajo los dos tipos de manejo analizados.

Los resultados obtenidos en densidad coinciden con los citados por Delgado Zamora *et al.* (2016) y Graciano-Ávila *et al.* (2017) de 565 y 575 árboles ha⁻¹, en bosques templados de Durango. Silva-García *et al.* (2022), en su trabajo sobre la influencia de la altitud y orientación geográfica en la estructura y composición de un bosque templado reportan densidades y áreas basales que coinciden con los resultados de este trabajo en un intervalo altitudinal de 2400 a 2500 m s.n.m. Flores-Morales *et al.* (2022), reporta a *P. cooperi* con 158 árboles ha⁻¹, *Q. Sideroxyla* con 130 árboles ha⁻¹ y al *P. durangensis* con 75 árboles ha⁻¹ como las especies de mayor densidad en un trabajo similar en bosques de Durango. Por el contrario, (López-Hernández *et al.* (2017) registraron valores más bajos, de 389 árboles ha⁻¹ y 11 especies en bosques del estado de Puebla, lo cual puede atribuirse a que los bosques evaluados presentan actividades más intensivas de aprovechamiento, en comparación con las del presente estudio.

Silva-García *et al.* (2022) reportan que, al aumentar la altitud, el área basal aumenta, asimismo, también mencionan que la orientación y la pendiente pueden influir en la productividad de diversas áreas. Los resultados de este estudio muestran que el área basal total es mayor en aclareos

con $21.12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. esto se debe a que, desde el punto de vista fisiológico, al abrir la masa, se incrementa la cantidad de luz solar que detona una mayor tasa fotosintética y por lo tanto mayor desarrollo, sin embargo, no hay diferencias significativas por orientación geográfica. Estos autores concluyen que las características topográficas influyen en la estructura y riqueza de especies, que la mayor diversidad florística se encuentra en altitudes bajas y exposiciones sur. Los resultados son similares a los estimados por (Graciano-Ávila *et al.* (2017), quienes calcularon un área basal de $23.54 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ en bosques templados de Durango con MMOBI. El área basal estimada es mayor a la encontrada por Caballero-Cruz *et al.* (2022) quienes obtuvieron valores de (22.21, 19.30 y $32.28 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) en el análisis de la estructura y diversidad arbórea de bosques templados en la ladera oriental del volcán Iztaccíhuatl, México. También es superior al reportado por Dávila-Lara *et al.* (2019), para un bosque templado en San Luis Potosí y similar a lo registrado para bosques templados de Nuevo León por Ramos-Hernández *et al.* (2024) y en Chihuahua por Hernández-Salas *et al.* (2013), es decir que los bosques de Durango presentan mayores dominancias (área basal total por especies).

Los resultados del IVI, muestran que en selección con MMOBI *P. durangensis* presenta la mayor importancia relativa (26%), sin embargo, en sitios con aclareos del MDS, se observó que *P. cooperi* llega a tener hasta más del 40% de IVI. Graciano-Ávila *et al.* (2017) reportan que *P. Cooperi*, *P. durangensis* y *Q. sideroxyla* ocupan el 26, 23 y 15% respectivamente en un bosque de Durango con MMOBI. En 2020 en el estudio “Cambios estructurales de la vegetación en un bosque templado de Durango, México”, estos mismos autores coinciden con las especies de mayor porcentaje de IVI (*P. durangensis* 46%, *Q. sideroxyla* 16% y *P. cooperi* con 11%). Lo anterior obedece a que los principios del MDS es uniformizar la estructura con las especies de mejor calidad de la madera y de mayor productividad, por lo que *P. cooperi* y *P. durangensis* son las especies ideales para dichos fines. Cuando se aplica un tratamiento, se dejan espacios donde ecológicamente serán ocupados por individuos que se reclutarán para aprovechar los recursos y generalmente lo van a hacer las especies con mejor capacidad de reproducción, de competencia y de dispersión. Flores-Morales *et al.* (2022) también coinciden con que *P. cooperi* con 20%, *Q. sideroxyla* con 16% y *P. durangensis* con 11% son las especies que presentan mayores valores de IVI en los bosques templado de Durango. Domínguez-Gómez *et al.* (2018) realizaron un estudio en la zona norte de la región de El Salto, donde las condiciones de calidad de sitio son pobres y ahí encuentran que *Q. sideroxyla* con 34%, *P. teocote* y *Arbutus jalapensis* ocupan los primeros lugares en el IVI. En este estudio la orientación geográfica influyó en la riqueza de especies, así como en su productividad, ya que las orientaciones sur, sureste y suroeste ofrecen mayor cantidad de luz, favoreciendo la fotosíntesis y la oportunidad de ocupar espacios más rápidamente. La consociación de *P. cooperi* y la asociación de *P. durangensis* con otras especies de *Pinus* y *Quercus*, se cuentan entre las más representativas de la vegetación de la Sierra Madre Occidental en Durango (Delgado Zamora *et al.*, 2016).

Diversidad

Con respecto a la diversidad alfa, el índice de diversidad de Shannon de 2.3 para tratamientos de selección fueron semejantes a los estimados en bosque templados por Solís-Moreno *et al.* (2006) de 2.05, y a los de Domínguez-Gómez *et al.* (2018) quienes reportaron 2.53, fue inferior al de López-Hernández *et al.* (2017) de 3.94, para bosques templado de Puebla, también a los reportados por Graciano-Ávila *et al.* (2017) en bosques de la misma región que el área de estudio que fueron de 5.75. Estos resultados muestran que el MMOBI permite que, con el tratamiento de selección, se mantenga la biodiversidad, ya que se observó que la composición florística no se ve afectada, faltaría estudiar dicha diversidad a través de rasgos funcionales para comprobar que se conservan los procesos y servicios ecosistémicos. El índice de Shannon para aclareos de 1.6, fue muy similar a los 1.91 y 1.51 encontrados por Dávila-Lara *et al.* (2019), en bosques templados de San Luis Potosí. Los resultados también muestran mayor diversidad de la Sierra Madre Occidental que la Oriental, ya que Ramos-Hernández *et al.* (2024) muestran índices de Shannon-Wiener de 1.6, 1.24 y 1.15 para bosques de pino, encino pino y encino respectivamente en la Sierra Madre Oriental. El número efectivo de especies (1D) fue más alto para selección con MMOBI (11.36) que en aclareos con MDS (5.9), estos valores concuerdan con los trabajos

reportados por Solís-Moreno *et al.* (2006), Graciano-Ávila *et al.* (2017) y Domínguez-Gómez *et al.* (2018) donde los valores más altos son para bosques irregulares y más antiguos, tal como el patrón general para matorrales encontrado en estudios donde las comunidades de plantas más antiguas tienen mayor riqueza y diversidad de especies (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2018, 2023). El complemento de Simpson se utilizó para describir cual tratamiento es el más diverso, encontrando valores que van desde 0.56 a 0.87, más altos que los que reporta Solís-Moreno *et al.* (2006) y parecidos a los de López-(Hernández-Salas *et al.*, 2013 y Graciano-Ávila *et al.*, 2017). Los resultados de este trabajo coinciden con los de Flores-González *et al.* (2021), donde demuestran que no existen diferencias significativas en la dominancia y abundancia, sin embargo, a diferencia de los resultados de este autor donde no encontró diferencias entre la riqueza con aclareos, en este estudio si presentaron diferencias, reduciendo el número de especies.

Similitud Florística

A través del algoritmo de Bray Curtis se muestra que algunos tratamientos comparten varias especies entre orientaciones, quizás por la intensidad de luz y la cantidad de sombra y humedad, tal como lo consideran Martínez-Pastur *et al.* (2007) donde mencionan que la prescripción de métodos silvícolas se basa para mantener un equilibrio entre la apertura del dosel para la llegada de la lluvia al suelo y favorecer el ingreso de luz, así como para mantener una cobertura arbórea para la protección y la generación de semillas. Siles *et al.* (2017) mencionan que la orientación, la inclinación y la altitud, tienen gran influencia en la composición florística y la riqueza de especies. Para orientaciones sur se presentó mayor riqueza en los tratamientos de Selección, donde aparecieron más especies de hoja ancha que en comparación con las orientaciones Norte donde *P. cooperi* y *P. durangensis* son los dominantes en Aclareos, esto se debe a que las condiciones geográficas y factores abióticos del área de estudio son favorables para el desarrollo de estas especies, principalmente en orientaciones norte. La asociación es mayor a la obtenida por Ramos-Hernández *et al.* (2024) que fue de 21% en bosques de la Sierra Madre Oriental. Los resultados también prueban que la similitud entre comunidades está ligada a la altitud y orientación geográfica, como lo dice Chust *et al.* (2006) y Silva-García *et al.* (2022) que va de 46 a 65%, donde estos factores pueden determinar las especies que deberán de adaptarse a diferentes comunidades. La similitud depende en gran medida de la adaptación de los taxones (Hernández-Salas *et al.* 2013) y a las condiciones naturales y de disturbio del hábitat (Delgado-Zamora *et al.*, 2016). Luna-Bautista *et al.* (2015) mencionan que la similitud de especies aumenta con el tiempo de aplicación de tratamientos silvícolas, debido a los factores bióticos y abióticos asociados al ecosistema. Domínguez-Gómez *et al.* (2018) reportan baja similitud en el dendrograma de ordenación Bray-Curtis al estudiar la estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de la Sierra Madre Occidental, y esto se atribuye a las condiciones del sitio y a los métodos de manejo.

MMOBI y MDS

Solís-Moreno *et al.* (2006) en su estudio sobre el efecto de dos tratamientos silvícolas en la estructura de ecosistemas forestales en Durango, México, concluyen también como los resultados de este trabajo que en los tratamientos de selección (MMOBI) existe mayor mezcla y diversidad de especies que en aquellos sitios donde se aplican cortas por aclareos (MDS). Silva-González *et al.* (2021), realizaron un estudio del efecto de tratamientos silvícolas en la diversidad y estructura forestal en bosques templados bajo manejo en Durango, en el cual concluyen que el aprovechamiento forestal no modifica la diversidad y estructura de especies del estrato arbóreo, esto contrasta con los resultados obtenidos en el presente trabajo donde no se observan diferencias en ciertos parámetros estructurales como en la dominancia y abundancia, pero si en la diversidad de especies.

Hernández-Salas *et al.* (2013), realizaron una investigación sobre los cambios en la estructura y composición del bosque bajo dos tratamientos silvícolas en Oaxaca, los resultados demostraron que en las zonas de aprovechamiento forestal, después de la aplicación de los tratamientos, se formó un sólo tipo de bosque del género *Pinus*, por lo que las tendencias de los resultados del presente trabajo demuestran que si se sigue utilizando el MDS a través de aclareos, se debe

considerar la composición de especies, dado que pueden desaparecer especies diferentes a las pináceas que comparten hábitat de manera natural.

Bhat *et al.* (2020) concluyen que la orientación geográfica influye en la riqueza, abundancia y dominancia de las especies, así como en la distribución en las cadenas montañosas. Es necesario seguir evaluando dichos cambios a nivel rodal, haciendo énfasis en las principales orientaciones, ya que las comunidades vegetales difieren de acuerdo a su orientación geográfica (Santiago *et al.*, 2019).

La aplicación del MDS en superficies mayores, requiere de evaluaciones para entender los cambios en la estructura a largo plazo. Los resultados también muestran que se requiere el conocimiento de factores ecológicos que propicien una buena diversidad de especies no compartidas entre MMOBI y MDS para el apoyo de acciones efectivas de regeneración natural de las especies sensibles a la aplicación del MDS, tal como lo menciona Ramírez-Marcial *et al.* (2001) y Pérez-López *et al.* (2020) en su estudio sobre los efectos del “Método de Desarrollo Silvícola” sobre la diversidad arbórea en bosques húmedos de montaña del norte de Chiapas, México, donde registran principalmente efectos de bajo impacto sobre los principales parámetros de la estructura y diversidad.

CONCLUSIONES

El método de manejo es determinante para la composición florística, la riqueza y la estructura silvícola dasométrica, ya que el MMOBI a través del tratamiento de selección, se puede considerar como una técnica conservadora que promueve la permanencia de la diversidad y mantiene una estructura heterogénea y el MDS a través de los aclareos reduce la riqueza y modifica los parámetros estructurales de dominancia, densidad, frecuencia y valor de importancia, manteniendo una estructura homogénea.

Los resultados indican que dentro de las áreas evaluadas en las diferentes orientaciones geográficas y por método de manejo se presentaron algunas diferencias en cuanto a la diversidad, lo que hace suponer que la orientación influye en la riqueza y diversidad, densidad e IVI pero no así en los parámetros de área basal y cobertura. Es importante tomar medidas de conservación de las especies con valores de IVI bajos al momento de hacer el manejo para que se conserve la riqueza de los bosques. Estas especies son: *Q. candicans*, *Pseudotsuga* spp en Selección y Selección N NE NO al igual que *el P. lumholtzii*, *Q. fulva*, *Q. candicans* y *Q. urbanii* en Selección S SE SO.

El impacto de los dos tipos de manejo MMOBI y MDS, así como de sus tratamientos sobre la conservación de la diversidad vegetal y la estructura está relacionado con la intensidad y la calidad productiva del bosque, ya que de esto depende su resiliencia para mantener dicha estructura.

AGRADECIMIENTOS

JJGL agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca de estudios de doctorado otorgada y al Tecnológico Nacional de México, Campus El Salto y al Colegio de Bachilleres del Estado de Durango por las facilidades para realizar sus estudios de Doctorado. CAMA agradece al CONAHCYT por la asignación de estancia posdoctoral.

LITERATURA CITADA

- Aguirre- Calderón Ó. A. (2015). Manejo forestal en el Siglo XXI. Madera y Bosques, 21 (81), 17–28.
Alanís-Rodríguez, E., Aranda-Ramos, R., Mata-Balderas, J. M., Canizales-Velázquez, P. A., Jiménez-Pérez, J., Uvalle-Sauceda, J. I., Valdecantos-Dema, A., & Ruiz-Bautista, M. G.

- (2010). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México.
- Alanís-Rodríguez, E., Martínez-Adriano, C. A., Sanchez-Castillo, L., Rubio-Camacho, E. A., & Valdecantos, A. (2023). Land abandonment as driver of woody vegetation dynamics in Tamaulipan thornscrub at Northeastern Mexico. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.15438/>
- Alanís-Rodríguez, E., Valdecantos-Dema, A., Canizales-Velázquez, P. A., Collantes Chávez-Costa, A., Rubio-Camacho, E., Mora-Olivo, A., Alanís-Rodríguez, E., Valdecantos-Dema, A., Canizales-Velázquez, P. A., Collantes Chávez-Costa, A., Rubio-Camacho, E., & Mora-Olivo, A. (2018). Análisis estructural de un área agroforestal en una porción del matorral xerófilo del noreste de México. *Acta Botánica Mexicana*, 2018(125), 133–156. <https://doi.org/10.21829/ABM125.2018.1329>
- Ávila-Márquez H. L., C.-R. J. (2021). Instructivo para el llenado de datos de inventario con fines de elaboración de programas de manejo forestal (versión Durango). 1–25.
- Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. P., & Grebner, D. L. (2017). *Forest Management and Planning: Second Edition*. Forest Management and Planning: Second Edition, 1–349. https://www.researchgate.net/publication/312136918_Forest_Management_and_Planning_Second_Edition
- Bhat, J. A., Kumar, M., Negi, A. K., Todaria, N. P., Malik, Z. A., Pala, N. A., Kumar, A., & Shukla, G. (2020). Species diversity of woody vegetation along altitudinal gradient of the Western Himalayas. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01302. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2020.E01302>
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325–349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- Caballero-Cruz, P., Treviño-Garza, E. J., Mata-Balderas, J. M., Alanís-Rodríguez, E., Yereña-Yamallel, J. I., Cuéllar-Rodríguez, L. G.C (2022). Análisis de la estructura y diversidad arbórea de bosques templados en la ladera oriental del volcán Iztaccíhuatl, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71), 76–102. <https://doi.org/10.29298/RMCF.V13I71.1253>
- Carlos-Monárrez-González, J., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Antonio Márquez-Linares, M., del, M., & González-Elizondo, S. (2018). Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>
- Castellanos, B. J. F. (2008). Composición y estructura de bosques de pino encino bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Facultad de Ciencias Forestales, UANL*.
- Chust, G., Chave, J., Condit, R. S., Aguilar, S., Lao, S., & Pérez, R. A. (2006). Determinants and spatial modeling of tree B-diversity in a tropical forest landscape in Panama. *Journal of Vegetation Science*, 17(1), 83–92. <https://doi.org/10.1111/J.1654-1103.2006.TB02426.X>
- Corral Rivas, J. J., Aguirre Calderon, O. A., Jimenez Perez, J., & Corral Rivas, S. (2005). An analysis of the forest utilization effect on the structural diversity in «El Cielo» cloud forest, Tamaulipas, Mexico. *Forest Systems*, 14(2), 217–228. <https://doi.org/10.5424/SRF/2005142-00885>
- Cultid-Medina C, & Escobar F. (2019). (PDF) Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (qD). <https://www.researchgate.net/publication/340104672>
- Dávila-Lara, M. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Jurado-Ybarra, E., Treviño-Garza, E., González-Tagle, M. A., & Trincado-Villagrán, G. F. (2019). Estructura y diversidad de especies arbóreas en bosques templados de San Luis Potosí, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(18). <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2112>
- Delgado Zamora, M., Alfredo, D., Silerio, H., Alonso, S., Quiñones, M., Daniela, M., Leandro, P., Leticia, N., Rentería, R., Isela, F., Corral, R., Hernández, V., Ituriel, A. & González, E, MS. (2016). Diversidad y estructura arbórea de dos rodales en Pueblo Nuevo,

- Durango. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63445804007>
- Domínguez-Gómez, T. G., Hernández-González, B. N., González-Rodríguez, H., Cantú-Silva, I., Alanís-Rodríguez, E., & Alvarado, M. del S. (2018). Estructura y composición de la vegetación en cuatro sitios de la Sierra Madre Occidental. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.227>
- Flores-Morales, E. A., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Alanís-Rodríguez, E., Angeles-Pérez, G., & Huizar-Amezcu, F. (2022). Diversidad y estructura arbórea de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica*, 0(54), 11–26. <https://doi.org/10.18387/POLIBOTANICA.54.2>
- Franco-López J. (1985). *Manual de Ecología* (Trillas, Ed.; 1st ed., Vol. 1).
- Galván-Moreno, V. S., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., Olivas-García, J. M., & Cuéllar-Rodríguez, L. G. (2024). Efecto del manejo forestal en los ecosistemas forestales: Effect of forest management on forest ecosystems. *E-CUCBA*, 22(22), 27–33. <https://doi.org/10.32870/E-CUCBA.VI22.345>
- García-Arévalo, Abel., & González-Elizondo, M. Socorro. (1998). *Pináceas de Durango*. 179. https://books.google.com/books/about/Pin%C3%A1ceasde_Durango.html?hl=es&id=5T5iAAAAMAAJ
- García, R. G. G., & Sánchez, A. R. (2005). ¿Pueden los índices de diversidad biológica ser aplicados como parámetros técnicos de la gestión forestal? *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 20. <https://doi.org/10.31167/CSEF.V0I20.9521>
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J. A., Ruacho-González, L., & López-Enríquez, I. L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis. *Acta Botanica Mexicana*, 100(100), 351–403. <https://doi.org/10.21829/ABM100.2012.40>
- Graciano, J. J. (2001). Técnicas de evaluación dasométrica y ecológica de los bosques de coníferas bajo manejo de la Sierra Madre Occidental del centro sur de Durango, México. Facultad de Ciencias Forestales, UANL.
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., & Luján-Soto, J. E. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 535. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114>
- Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., Treviño-Garza, E. J., Mora-Olivo, A., & Corral-Rivas, J. J. (2020). Structural changes of arboreal vegetation in a temperate forest of Durango, Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 127. <https://doi.org/10.21829/ABM127.2020.1522>
- Hammer, Ø. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. https://www.academia.edu/3448604/PAST_paleontological_statistics_software_package_for_education_and_data_analysis
- 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., & 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), 189–199. <https://doi.org/10.5154/R.RCHSCFA.2012.08.052>
- INEGI. (2007). *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Serie II Continuo Nacional Durango. Escala 1:250 000*.
- Leyva-López, J. C., Velázquez-Martínez, A., & Ángeles-Pérez, G. (2010). Patrones de diversidad de la regeneración natural en rodales mezclados de pinos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVI (2), 227–240. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.06.038>

- López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., González-Tagle, M. A., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23(1), 39–51. <https://doi.org/10.21829/MYB.2017.2311518>
- Luján, S. J. E. (2008). Análisis estructural de los ecosistemas de *Pinus cembroides* y su aprovechamiento en el estado de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, UANL.
- Luna-Bautista, L., De La Rosa, P. H., Velázquez-Martínez, A., Gómez-Guerrero, A., & Acosta-Mireles, M. (2015). El sotobosque en la composición y diversidad de áreas bajo manejo forestal en 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>
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. *Ecological Diversity and Its Measurement*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Morales, E. A. F., Calderón, O. A. A., Garza, E. J. T., Tagle, M. A. G., Rodríguez, E. A., Pérez, G. Á., & Amezcua, F. H. (2022). Diversidad y estructura de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica*, 0(54). <https://doi.org/10.18387/Polibotanica.54.2>
- Moreno, C. E. (n.d.). M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Primera Edición: 2001 Título del volumen: Métodos para medir la biodiversidad. <http://entomologia.rediris.es/sea>
- Moreno, C. E. (2019). La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio (LiberMex, Ed.).
- Martínez Pastur G, MV Lencinas, PL Peri, M Arena. 2007. Photosynthetic plasticity of *Nothofagus pumilio* seedlings to light intensity and soil moisture. *Forest Ecology and Management* 243(2): 274-282.
- Návar-Cháidez, J. de J., & González-Elizondo, S. (2009). Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica*, 27(27), 71–87. <https://polibotanica.mx/index.php/polibotanica/article/view/785>
- Pérez-López, R. I., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Toledo-Aceves, T., Pérez-López, R. I., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., & 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(4). <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2020.91.3326>
- Quiñónez Barraza, G., Cobos, F. C., Vargas Larreta, B., & Hernández, F. J. (2012). Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del tocón para especies forestales de Durango. Diameter, height and volume estimation from the stump of forest species of Durango State. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(9), 23-39. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322012000100003
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M., & Williams-Linera, G. (2001). Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 154(1–2), 311–326. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00639-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00639-3)
- Ramos-Hernández, C. G., López-Hernández, J. M., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V., & González-Rodríguez, H. (2024). Estructura y diversidad en tres ecosistemas forestales del noreste de México. In *Polibotánica* (Vol. 0, Issue 57). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.57.3>
- Santiago, R. R., Pérez, G. Á., De La Rosa, P. H., Alcalá, V. M. C., Escalante, O. P., & 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). <https://doi.org/10.21829/MYB.2019.2531818>
- Saraçlı, S., Doğan, N., & Doğan, I. (2013). Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*, 2013(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1029-242X-2013-203/TABLES/2>
- Siles G., P., T. A. Patricia, F. A. Rugama, L. Alaniz y W. O. González. 2017. Composición florística, estructura y biomasa de los bosques de Pino-Encino en la reserva Santa Rosa,

Recibido:
3/agosto/2024

Aceptado:
12/enero/2025

- Tisey, Estelí, Nicaragua. *Revista de Biología Tropical* 65 (2): 763–776. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i2.22928>
- Silva-García, J. E., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., Jurado-Ybarra, E., Jiménez-Pérez, J., Vargas-Larreta, B., & Rivas, J. J. C. (2022). Influencia de la altitud y exposición en la estructura y composición de un bosque templado en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(70), 64–84. <https://doi.org/10.29298/RMCF.V13I70.1163>
- Silva-González, E., Aguirre-Calderón, O. A., Treviño-Garza, E. J., Alanís-Rodríguez, E., & 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). <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722082>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity [16]. *Nature*, 163(4148), 688. <https://doi.org/10.1038/163688A0>
- Solís-Moreno, R., Aguirre-Calderón, Ó. A., Treviño-Garza, E. J., Jiménez-Pérez, J., Jurado-Ybarra, E., & 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>
- UPSE. (2007). Programa de manejo forestal sustentable 2007- 2016.
- WFO's Release World Flora Online. (2024). <https://about.worldfloraonline.org/june-2024-release>
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *taxon*, 21(2–3), 213–251. <https://doi.org/10.2307/1218190>
- Zúñiga Vásquez, J. M., Martínez López, E. A., Navarrete Gallardo, C., Graciano Luna, J. d. J., Maldonado Ayala, D., & Cano Mejía, B. (2018). Análisis ecológico de un área de pago por servicios ambientales hidrológicos en el ejido La Ciudad, Pueblo Nuevo, Durango, México. *Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 73, 27–36. <https://doi.org/10.33064/IYCUAA201873204>