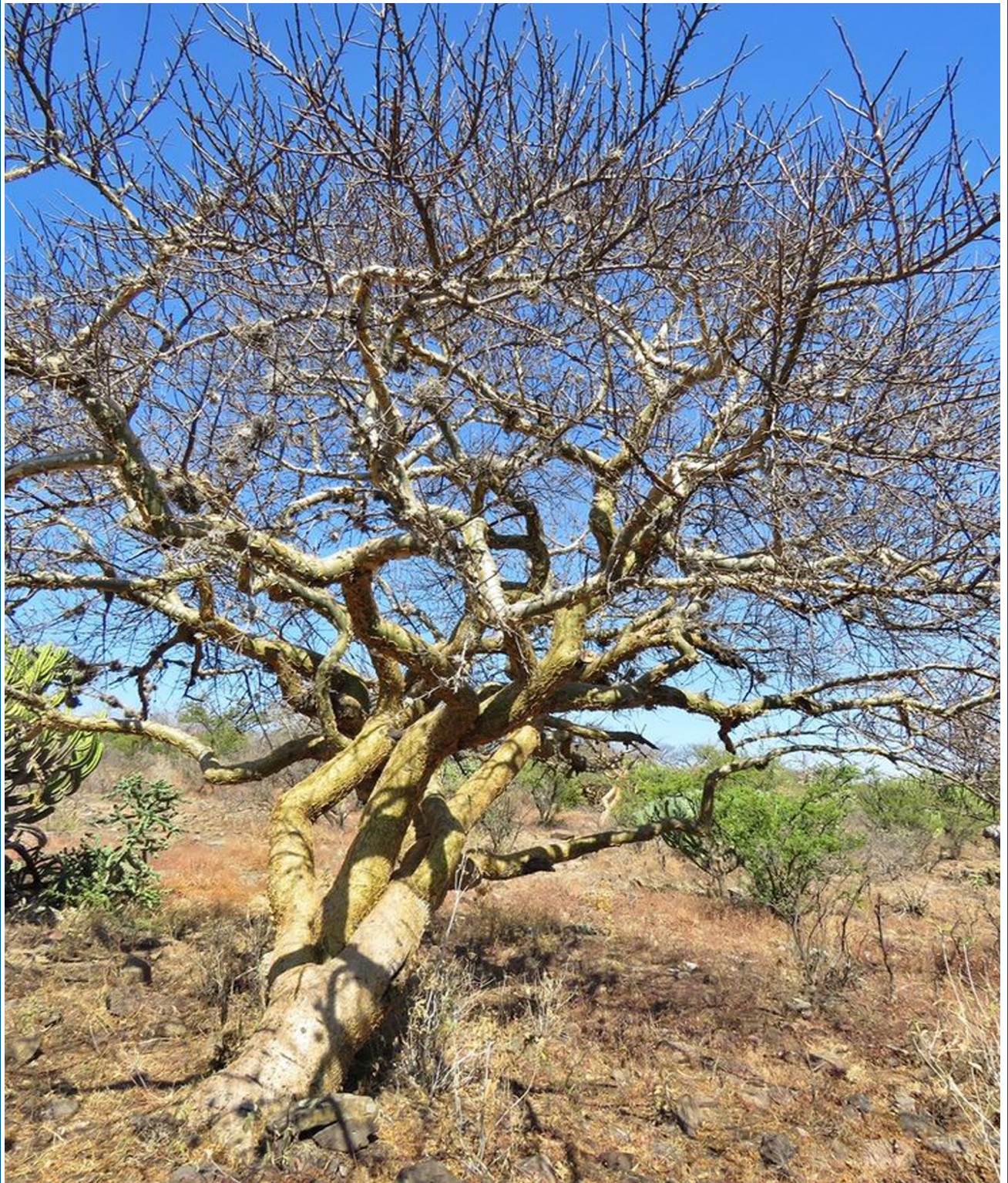


POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768

ISSN 2395-9525



Núm. 60

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

Julio 2025

PÁG.

CONTENIDO

- 1 *Mammillaria scoria* (cactaceae) una nueva especie de Querétaro, México
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 | María 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 Rocío 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 | Marfín 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 Yamalle | 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 Mexico
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 Ruíz | 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
Universidad Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemi 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>

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE UN BOSQUE EN UNA REGIÓN DEL SUROESTE DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF A FOREST IN A SOUTHWESTERN REGION OF THE STATE OF DURANGO, MEXICO

Díaz-Vásquez; M. A.; P.A. Domínguez-Calleros, N. Domínguez-Amaya, H.M. Loera-Gallegos, J.A. Soto-Cervantes

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE UN BOSQUE EN UNA REGIÓN DEL
SUROESTE DEL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF A FOREST IN A SOUTHWESTERN REGION
OF THE STATE OF DURANGO, MÉXICO



Análisis de la estructura de un bosque en una región del suroeste del estado de Durango, México**Analysis of the structure of a forest in a southwestern region of the state of Durango, México**

Díaz-Vásquez; M. A.;
P.A. Domínguez-Calleros,
N. Domínguez-Amaya,
H.M. Loera-Gallegos
y J.A. Soto-Cervantes

ANÁLISIS DE LA
ESTRUCTURA DE UN
BOSQUE EN UNA REGIÓN
DEL SUROESTE DEL
ESTADO DE DURANGO,
MÉXICO

ANALYSIS OF THE
STRUCTURE OF A FOREST
IN A SOUTHWESTERN
REGION OF THE STATE OF
DURANGO, MÉXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 91-105. Julio 2025

DOI:
10.18387/polibotanica.60.6

Manuel Antonio Díaz-Vásquez

Pedro Antonio Domínguez-Calleros / pedroantonio.dominguez@ujed.mx ✉

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Universidad Juárez del estado de Durango, Durango, México

Norberto Domínguez-Amaya

Silviculture and Forest Ecology of the Temperate Zones

University of Goettingen Germany

Héctor Manuel Loera-Gallegos

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Universidad Juárez del estado de Durango, Durango, México

Jesús Alejandro Soto-Cervantes

Tecnologico nacional de México, Instituto Tecnológico de El Salto

Durango México

RESUMEN: La conservación de la estructura de los bosques permite el cumplimiento de las funciones ecológicas y de producción, según sea el caso. En este sentido, se deben realizar evaluaciones periódicas con el propósito de conocer la respuesta de los bosques a perturbaciones naturales y/o antropogénicas. En el presente trabajo se calcularon los índices de Margalef, índice de Shannon, índice de diferenciación diamétrica, índice de diferenciación de altura e índice de dominancia referentes a la diversidad vegetal en un bosque localizado en la Sierra Madre Occidental en el suroeste del estado de Durango. El estudio se realizó con datos de dos inventarios registrados en 14 parcelas permanentes de investigación. En general, los valores de los índices calculados permanecen estables o son mayores en el segundo inventario; los bajos valores de importancia ecológica estimados indican que se trata de un bosque de pocas especies, sin embargo, se recomienda conservar la estructura del bosque promoviendo la permanencia de las especies de importancia ecológica en beneficio del eventual aprovechamiento de las especies comerciales.

Palabras clave: Estructura del bosque, indicadores ecológicos, bosques mixtos.

ABSTRACT: Conserving forest structure is essential for maintaining ecological and production functions. Periodic evaluations are necessary to understand the response of forests to natural and anthropogenic disturbances. In this study, we calculated the Margalef index, Shannon index, diameter differentiation index, height differentiation index, and dominance index for a forest in the Sierra Madre Occidental, located in the southwestern part of Durango. Data were obtained from two inventories conducted in 14 permanent research plots. Overall, the values of the calculated indices remained stable or increased in the second inventory. The low values of ecological importance indicate that the forest has few species. Nevertheless, it is recommended to conserve the forest structure by promoting the permanence of ecologically important species, as this will support the eventual use of commercial species.

Key words: Forest structure, ecological indicators, mixed forests.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen investigaciones recientes útiles para la mejorar el monitoreo de ecosistemas forestales (González, 2018). Sus principales propósitos son incidir en la planeación para optimizar a los ecosistemas en sus capacidades (Suárez *et al.*, 2022) y a la vez dar cumplimiento a la legislación correspondiente (SEMARNAT, 2018), así como generar información científica de vanguardia para fortalecer proyectos intercontinentales (Aguirre-Calderón, 2015). En México se han emprendido diversos esfuerzos con apoyo del gobierno (Corral-Rivas *et al.*, 2013) aunque las limitaciones en recursos han incidido en su seguimiento (Sosa-Rodríguez, 2015). El monitoreo es necesario para conocer los cambios que suceden en los componentes bióticos y abióticos del bosque como respuesta a las operaciones de manejo forestal, esto es posible a través de indicadores. Cuando no se cuenta con un sistema de monitoreo, se pierde la oportunidad de realizar posibles modificaciones al programa de manejo en curso, tampoco es posible demostrar y estar conscientes del nivel de impacto de las prácticas de manejo y realizar revisiones periódicas al programa de manejo (Solís Moreno *et al.*, 2006). Los indicadores a seleccionar dependen de los niveles y escalas del análisis del ecosistema a monitorear, y de la definición misma del desarrollo sostenible (Corral-Rivas *et al.*, 2013; Díaz Vásquez *et al.*, 2018). En este sentido es importante contar con sitios de monitoreo permanente que ofrezcan la posibilidad de censar y remedir en varias ocasiones la masa forestal (Condit *et al.*, 2014). Gracias a esto es posible prevenir los procesos de deforestación, degradación de suelos y de biodiversidad; obteniendo, además, beneficios económicos que mejoren los niveles de vida de los pobladores de las comunidades forestales (Mongabay, 2020).

Dado el limitado conocimiento sobre las especies indicadoras y su estructura, Lindenmayer *et al.* (2000), proponen cuatro estrategias para incrementar la conservación de la biodiversidad de los bosques, las cuales intentan proveer información reciente a los encargados del manejo forestal y mejorar la efectividad de las actuales estrategias de manejo: (1) establecer áreas de prioridad para la biodiversidad; (2) dentro de bosques productivos, aplicar indicadores basados en estructura incluyendo la complejidad, la conectividad y la heterogeneidad; (3) dispersar el riesgo en bosques de producción maderera, utilizando estrategias múltiples de conservación; y (4) adoptar una estrategia de manejo para probar la validez de los índices de diversidad biológica basados en la estructura, al tratar a las prácticas de manejo como experimentos.

Para entender el funcionamiento de los ecosistemas es importante la caracterización estructural, lo cual puede aportar elementos de decisión para contribuir al manejo adecuado de los bosques (Aguirre *et al.*, 2003; Castellanos-Bolaños *et al.*, 2008). Existen algunos de los trabajos que relacionan la complejidad estructural y la diversidad arbórea, con la productividad de los ecosistemas forestales templados, estos se basan en índices estructurales y variables dasométricas (Aguirre *et al.*, 2003). En México se han realizado diversos estudios sobre la diversidad de especies arbóreas en clima templado (Návar-Cháidez & González-Elizondo, 2009; Leyva-López *et al.*, 2010; Díaz Vásquez *et al.*, 2018). Uno de los indicadores más utilizados para evaluar la diversidad de especies, es el Índice de Shannon (1948), el cual aumenta con el número de especies y toma mayores valores cuando las proporciones de las distintas especies son similares. Otro indicador es el de Margalef, el cual evalúa la riqueza de especies y se basa en el número de especies presentes y el número total de individuos.

El ejido “El Brillante” Municipio de Pueblo Nuevo, Durango es uno de los más prósperos y representativos del suroeste del Estado de Durango, donde la actividad de mayor importancia es la maderable en sus distintas etapas de aprovechamiento y transformación forestal (Figueroa-González *et al.*, 2013). Destaca también por la diversidad de especies vegetales correspondiente a bosque de coníferas, mezclado algunas veces con latifoliadas, las cuales son de gran importancia económica y ecológica, principalmente las del género *Pinus* y *Quercus*, dada su gran abundancia y su buena calidad de madera a (Cruz-Cobos *et al.*, 2008; Pompa-García *et al.*, 2013; Díaz-Vásquez *et al.*, 2018). Tradicionalmente el aprovechamiento forestal se ha realizado mediante la aplicación de tratamientos silvícolas bajo un plan de manejo derivado de los

métodos de desarrollo silvícola (MDS) y de ordenación de bosques irregulares (MOBI). La presente investigación tiene como principal objetivo describir la estructura del bosque en función de indicadores estructurales para los ecosistemas forestales del ejido. Partiendo de la hipótesis que los bosques intervenidos a través del tiempo tienen efectos positivos en cuanto a sus componentes estructurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en los ecosistemas forestales del ejido el Brillante, el cual se ubica en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, en la Sierra Madre Occidental (Figura 1), entre las coordenadas $23^{\circ} 40' 04''$ y $23^{\circ} 47' 54''$ de latitud norte y $105^{\circ} 21' 31''$ y $105^{\circ} 29' 52''$ de longitud Oeste (Figuroa-González *et al.*, 2013). La altitud oscila entre 2,200 y 2,800 msnm.

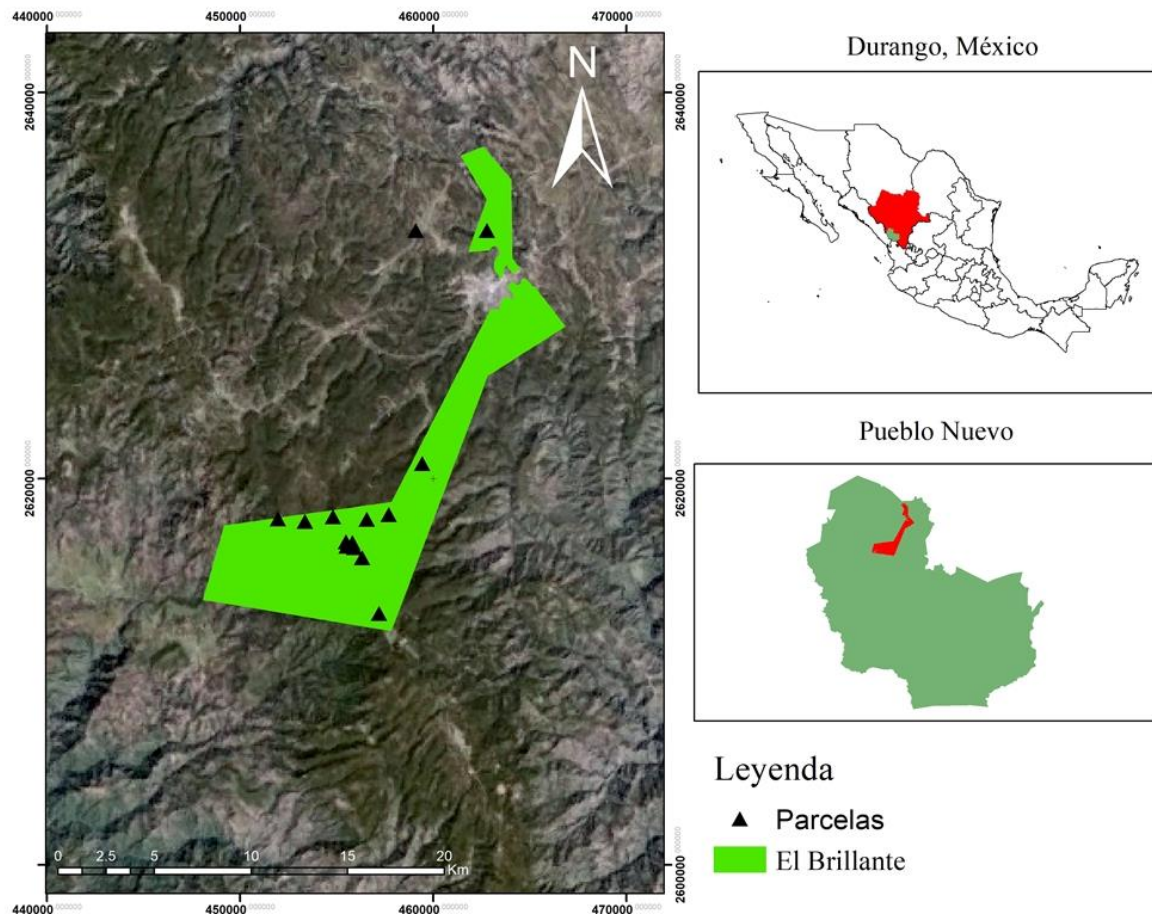


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo permanente en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango.
Figure 1. Location of the permanent research plots in the Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango.

En el área se reconocen 2 tipos de clima, el primero es C (E)(m); correspondiendo a semifrío húmedo con lluvias en verano y es C (w), lo que significa templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2015). Las temperaturas oscilan entre 10 y 18°C; la precipitación registrada promedio entre 700 y 1300 mm (Figuroa-González *et al.*, 2013). El ejido abarca una superficie

total de 9,516 ha, donde predominan los suelos de tipos Luvisol y Regosol (INEGI, 2015). La vegetación la componen bosques mezclados, cuyas especies predominantes son: *Pinus cooperi* C. E. Blanco, *Quercus sideroxyla* Humb. & Bonpl y *Pinus durangensis* Martínez. En menor escala, en sitios más húmedos se encuentran individuos aislados del género *Cupressus* (Díaz-Vásquez *et al.*, 2018).

Obtención de datos

Se utilizó información proveniente de 14 parcelas permanentes de investigación silvícola, instaladas estratégicamente en el año 2007 dentro de la superficie forestal del ejido, bajo un muestreo dirigido. Cabe mencionar que en todas las parcelas se han aplicado tratamientos silvícolas bajo el Método de Desarrollo Silvícola (MDS) y el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MOBI), además previamente se han realizado trabajos de investigación similares al que aquí se presenta. En este caso se pretende realizar un estudio complementario que proporcione más información sobre la estructura de los ecosistemas forestales. Se tomaron datos de dos inventarios, el primero en 2009 y el segundo durante el año 2014. Las parcelas se establecieron siguiendo el procedimiento propuesto por Corral-Rivas *et al.* (2013). Cada parcela consta de una superficie de 2,500 m² (50x50 m) divididas en cuatro cuadrantes numerados en el orden del sentido de las manecillas del reloj. Una vez definidos los cuadrantes, se obtuvieron para todos los árboles con un diámetro normal \geq a 7.5 cm (árboles inventariables) las siguientes variables: especie, diámetro normal (cm), altura total (m), su clase social Según (Kraft, 1984) referente a la dominancia en función de la altura de un árbol con respecto a los árboles vecinos, la ubicación espacial mediante el uso de coordenadas geográfica (X, Y) y distancia desde el centro de la parcela. A partir de los datos anteriores se obtuvo para cada parcela los siguientes datos: número de árboles ha⁻¹, altura, diámetro medio (cm), y área basal (m²), requeridos para calcular los indicadores estructurales (Assmann, 2013).

Obtención de los indicadores estructurales

Gran parte de este trabajo se basa en la metodología utilizada por (Corral-Rivas *et al.*, 2005) para evaluar la diversidad estructural de una masa forestal; algunos de los componentes considerados, se describen a través de índices utilizados para la caracterización de la estructura de un rodal o unidad de manejo, y se estiman tomando en cuenta la información del total de árboles, mientras que otros se obtienen mediante un método de muestreo conocido como grupo estructural de los cinco árboles (Gadow *et al.*, 2007; Corral-Rivas *et al.*, 2013). La metodología de cálculo se describe a continuación.

1. Número de árboles por parcela

Se tomaron en cuenta el número de árboles existentes en cada parcela y se relacionó con los tratamientos silvícolas aplicados en cada una.

2. Diversidad de especies

- a) Número de especies por parcela. Se determinaron todas las especies arbóreas existentes y se clasificaron en función de cada parcela.
- b) Índice de Margalef. Utilizado para determinar la riqueza de especies (Ecuación 4) en cada parcela de investigación.

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)} * 100 \quad (1)$$

Donde: S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos y \ln es el logaritmo natural.

- c) Índice de Shannon. Usado para definir la diversidad de especies, se estimó a partir de la siguiente expresión:

$$H_i' = - \sum p_i \ln p_i \quad (2)$$

Donde: p_i es la abundancia proporcional de la i -ésima especie y \ln es el logaritmo natural.

3. Diferenciación dimensional. Otra de las principales características que definen la estructura arbórea de un ecosistema forestal, es la variación existente entre los tamaños de los árboles que lo constituyen. Para evaluar este componente estructural se estimaron los siguientes parámetros:
- a) Índices de diferenciación diamétrica (TD_i) y de altura (TH_i) de acuerdo con Corral-Rivas *et al.* (20013), con los cuales se obtienen índices de relaciones de vecindad entre los árboles de las parcelas (Ecuaciones 3 y 4).

b)

$$TD_i = \frac{\text{desviación estándar del diámetro}}{\text{diámetro medio}} \quad (3)$$

$$TH_i = \frac{\text{desviación estándar de la altura}}{\text{altura media}} \quad (4)$$

- Para hacer compatibles estas variables con el resto de los índices estructurales, en este trabajo se definieron cinco grupos de diferenciación dimensional de acuerdo al trabajo de (Hui & Gadow, 2002), a partir del cual la diferenciación puede ser: i) Escasa $Ti = 0.00$: $CV = 0.05$; ii) Moderada $Ti = 0.25$: $0.05 < CV < 0.15$; iii) Media $Ti = 0.50$: $0.15 \leq CV < 0.30$; iv) Alta $Ti = 0.75$: $0.30 \leq CV < 0.60$; o v) Muy alta $Ti=1$: $CV \geq 0.60$.

- c) Índice de dominancia. La dominancia de un árbol de referencia i (U_i) se define como la proporción de los cuatro vecinos que son más grandes que dicho árbol (Hui & Gadow, 2002) y se estiman mediante un método de muestreo conocido como grupo estructural de los cinco árboles (Gadow *et al.*, 2007; Corral-Rivas *et al.*, 2013).

$$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j \quad (5)$$

Al igual que en la mayoría de los índices, los de U_i van de 0 a 1, y se definen de la siguiente manera: $U_i = 0.00$ si los cuatro vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (suprimido); $U_i = 0.25$ si tres de los vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (intermedio); $U_i = 0.50$ si dos de los vecinos son más grandes que el árbol de referencia i (codominante); $U_i = 0.75$ si uno de los cuatro vecinos es más grande que el árbol de referencia i (dominante) y $U_i = 1$ si ninguno de los cuatro vecinos es más grande que el árbol de referencia i (muy dominante).

Comparación de los resultados de las dos mediciones

Una vez obtenidos los valores de los indicadores para las dos mediciones, se realizó una comparación de los mismos para detectar los cambios ocurridos durante el periodo transcurrido entre las remediciones; para lo cual se calcularon los valores máximos, mínimos, promedios y desviaciones estándar utilizando el paquete de Microsoft Excel ® para su procesamiento y análisis. El análisis comparativo se realizó en función de los resultados obtenidos en las 14 parcelas de investigación, esto se logró a través de una prueba de F con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los tratamientos que fueron aplicados y el número de árboles observados en las parcelas en los dos inventarios realizados. Respecto al número de árboles registrados en el segundo inventario, se destacan las parcelas 9 y 10, las cuales mostraron los mayores valores a pesar que la intervención silvícola fue diferente MOBI y MDS, respectivamente. En las parcelas donde no se aplicó ninguna intervención, el número de árboles permaneció prácticamente estable, excepto en la parcela 13 donde se registró un leve incremento. El número de árboles entre los dos inventarios y las condiciones ecológicas de las parcelas fueron quizá la base que se tomó en cuenta para la utilización del MOBI en todas las parcelas a partir del segundo inventario.

Tabla 1. Tratamientos silvícolas aplicados y número de árboles por parcela, estimados el ejido el Brillante.**Table 1.** Silvicultural treatments applied and number of trees per plot estimated in the Ejido El Brillante.

Parcela	Tratamiento aplicado		Número de árboles		
	2009	2014	2009	2014	Diferencia
1	A	A	91	101	10
2	A	A	159	169	10
3	B	A	174	179	5
4	A	A	197	205	8
5	B	A	107	117	10
6	A	A	188	214	26
7	B	A	245	269	24
8	C	A	184	190	6
9	A	A	84	157	73
10	B	A	149	218	69
11	C	A	139	139	0
12	C	A	174	187	13
13	C	A	165	168	3
14	B	A	249	294	45
Total			2305	2607	302

A=Método de ordenación de bosques irregulares; B=Método de Desarrollo Silvícola; C= sin tratamiento

En la tabla 2 se muestran las especies registradas en las parcelas en los dos inventarios. En total se observaron 25 especies de árboles pertenecientes a 10 géneros. Las especies más abundantes fueron *Quercus sideroxyla.*, *Pinus cooperi* y *Juniperus deppeana*, ya que se registraron en 12 parcelas, sobresaliendo la 2, 1 y 11 con el mayor número de especies, mientras que las parcelas 7, 10 y 14 registraron el menor número de especies. La inclusión de especies en las parcelas, obedece quizá a que los árboles alcanzaron mayores dimensiones que permitieron ser tomados en cuenta en el segundo inventario.

Tabla 2. Especies presentes en cada parcela en el ejido el Brillante, P.N., Durango.**Table 2.** Presence of species in each plot in the Ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango.

Especies	Parcelas														2009	2014
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
<i>Abies durangensis</i> Martínez	=							=			=	=	=		5	5
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	=	=							+						2	3
<i>Arbutus arizonica</i> A.Gray	=														1	1
<i>Arbutus bicolor</i> S. González	=	=	=	=	+			=							5	6
<i>Arbutus madrensis</i> S. González					=										1	1
<i>Arbutus tessellata</i> Sorensen	=														1	1
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth		=	=												2	2
<i>Cupressus lusitánica</i> Mill								=			=	=	=		4	4
<i>Juniperus deppeana</i> Steud	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=			=	=	12	12
<i>Picea chihuahuana</i> Martínez								=			=	=	=		4	4

<i>Pinus cooperi</i> C.E. Blanco	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	12	12
<i>Pinus durangensis</i> Martínez		=	=	=	=	=		=	=	=			=		9	9
<i>Pinus engelmannii</i> Carr	=														1	1
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltld. & Cham	=														1	1
<i>Pinus strobiformis</i> Engelmann		=	=	=	=	=		=	=	=	=	=			11	11
<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltld. & Cham	=	=	=	=	=			=					=	=	7	7
<i>Prunus serótina</i> Bark												=	=		3	3
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb. Franco	+							=			=	=	=	=	5	6
<i>Quercus candicans</i> Née												=	=		1	1
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.												=			1	1
<i>Quercus eduardii</i> Trelease	=														1	1
<i>Quercus laeta</i> Liemb	=														1	1
<i>Quercus obtusata</i> Bonp		=													1	1
<i>Quercus rugosa</i> Née					=				+		=				2	3
<i>Quercus sideroxyla</i> Bonp	=	=	=	=	=	=	=	=	=		=	=	=		12	12
Número de especies 2009	10	11	9	8	8	5	4	9	6	4	8	10	9	4	25	25
Número de especies 2014	10	12	9	8	8	6	4	9	8	4	8	10	9	4	25	25

(=) permanece sin cambio; (+) especie agregada

A simple vista se puede observar que los valores del índice de Margalef en las parcelas 2 y 9 mostraron un incremento de un inventario a otro (Figura 2). Sin embargo, los valores obtenidos con la prueba de F indican que estadísticamente estos cambios no son diferentes. Como puede observarse en esta figura, las parcelas con los valores más altos para este índice (Mg) fueron la 2, 1 y 12, lo cual indica una mayor riqueza de especies. Mientras que los valores más bajos corresponden a las parcelas 7, 14 y 10. El resto de las parcelas son consideradas con una diversidad y una riqueza intermedia de especies.

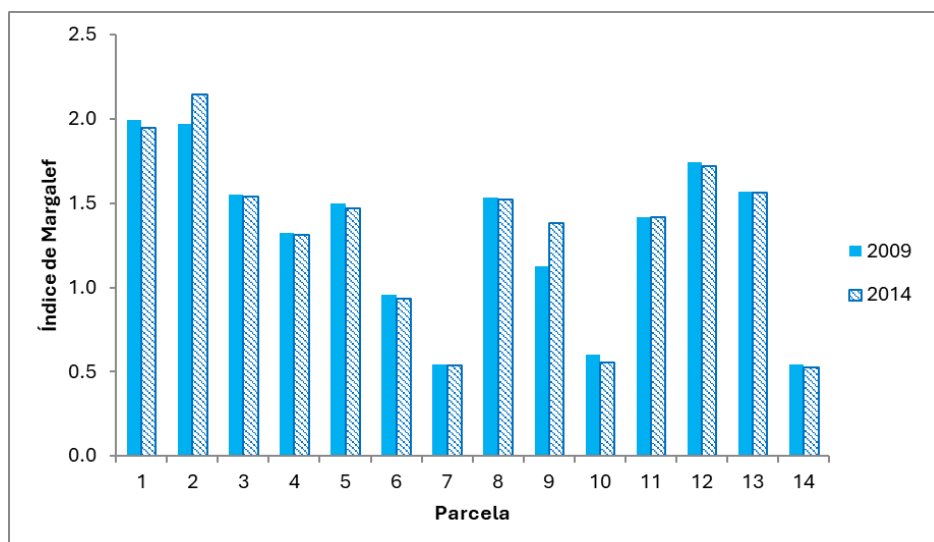


Figura 2. Índice de Margalef, estimado en el ejido el Brillante, registrado en dos inventarios (2009 y 2014).

Figure 2. Margalef index estimated in the Ejido El Brillante, recorded in two inventories (2009 and 2014).

Los resultados del índice de Shannon (Figura 3) indican que las parcelas con mayor diversidad de especies son la 13, 1 y 2, y las de menor diversidad la 7, 14 y 10. En las parcelas 2, 3, 5, 6 y 7 se registró un incremento en el valor de este índice, en el resto de las parcelas se observa que el índice de Shannon se mantuvo estable o presentó una ligera disminución durante el periodo evaluado. siendo esta disminución, no significativa estadísticamente.

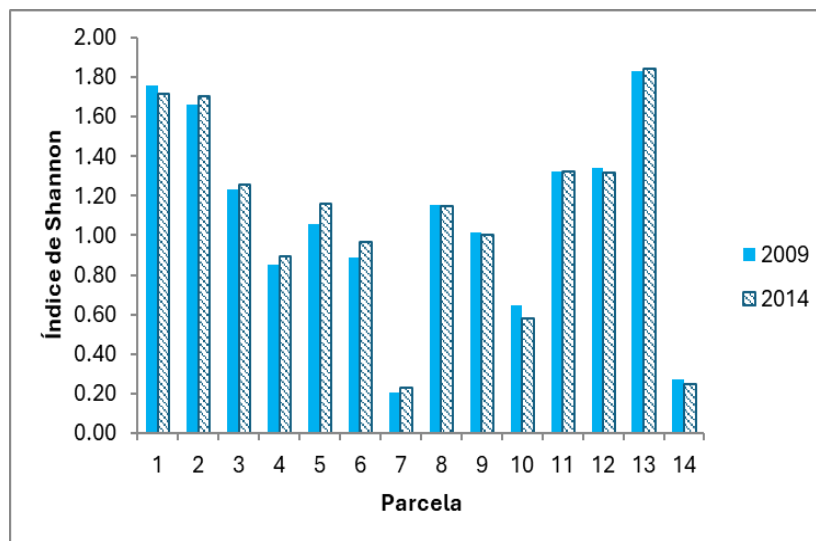


Figura 3. Índice de Shannon, estimado en el bosque del ejido el Brillante, registrado en dos inventarios (2009 y 2014).
Figure 3. Shannon index estimated in the Ejido El Brillante, recorded in two inventories (2009 and 2014).

Los parámetros (TD, TH y U_i) de la tabla 3 corresponden a los cambios en la diferenciación dimensional vertical y horizontal de las parcelas. Como puede notarse los promedios del diámetro y altura es el mismo. Sin embargo, estos valores al ser analizados a través de una prueba de F con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$), mostraron no ser diferentes estadísticamente. Lo anterior indica que la intervención silvícola no afectó las dimensiones de los árboles de un inventario a otro. Por otra parte, de acuerdo con los valores obtenidos para la dominancia (U_i) existe poca variación entre las parcelas. Lo que indica que, por lo general, dos de los vecinos son más grandes que el árbol de referencia i y en este caso los árboles “codominantes” son los que más abundan en el bosque del ejido el Brillante. Al analizar los cambios de U_i en los dos inventarios, según los valores de F los valores no son significativos.

Tabla 3. Índices de diferenciación diamétrica, de altura, e índice de dominancia en el ejido el Brillante.
Table 3. Indices of diametric differentiation, height differentiation, and dominance in the Ejido El Brillante

Parcela	TDi (2009)	TDi (2014)	THi (2009)	THi (2014)	Ui1 (2009)	Ui2(2014)
1	0.62	0.65	0.56	0.54	0.53	0.54
2	0.71	0.71	0.64	0.66	0.50	0.51
3	0.69	0.69	0.54	0.60	0.51	0.54
4	0.67	0.66	0.62	0.61	0.52	0.51
5	0.79	0.78	0.76	0.76	0.45	0.53
6	0.68	0.70	0.62	0.61	0.54	0.53
7	0.55	0.57	0.48	0.45	0.51	0.52
8	0.83	0.82	0.75	0.72	0.50	0.51
9	0.78	0.68	0.71	0.67	0.51	0.50

10	0.54	0.55	0.39	0.39	0.49	0.50
11	0.85	0.84	0.69	0.74	0.51	0.51
12	0.90	0.89	0.78	0.76	0.51	0.53
13	0.80	0.80	0.77	0.79	0.51	0.53
14	0.49	0.52	0.34	0.33	0.48	0.51
Promedio	0.71	0.71	0.62	0.62	0.50	0.52
F	0.69433106		0.94401274		0.11605916	

TDi =Índice de diferenciación diamétrica, THi =Índice de diferenciación de altura, Ui =Índice de dominancia.

Comparación de los resultados de las dos remediciones

Los indicadores estructurales que se encuentran en la tabla 4 mostraron, en términos generales, ligeros cambios en sus promedios. La dominancia (Ui) calculada para los dos inventarios reflejó el mayor valor. Los otros indicadores tuvieron cambios ligeros, algunos de ellos con valores positivos (incremento) y otros negativos (caída).

Al hacer la comparación mediante una prueba de F con un nivel de significancia ($\alpha=0.05$) y tomando en cuenta los valores promedio de cada indicador, se concluye que los cambios ocurridos no son estadísticamente significativos. Lo que indica que los tratamientos silvícolas aplicados no tuvieron mucha influencia en la composición y estructura del bosque.

Tabla 4. Tasa de cambio de los indicadores ecológicos en el ejido el Brillante.
Table 4. Ecological indicators for inventory 1 and 2 (2009 and 2014 respectively).

Año	Parámetro	Dmg	Hi	TDi	THi	Ui
2009	Máximo	1.995	1.834	0.903	0.78	0.537
	Mínimo	0.544	0.202	0.488	0.34	0.453
	Media	1.313	1.088	0.707	0.62	0.504
	STD	0.493	0.499	0.126	0.14	0.021
2014	Máximo	2.144	1.843	0.888	0.789	0.544
	Mínimo	0.528	0.230	0.524	0.330	0.502
	Media	1.327	1.099	0.705	0.615	0.520
	STD	0.511	0.500	0.112	0.145	0.013
Tasa de cambio (%)		1.12	1.02	-0.23	-0.46	3.13
F		0.88970631	0.9921273	0.99586297	0.99066367	0.92776529

Dmg=Índice de Margalef, Hi= Índice de Shannon, TDi=Índice de diferenciación diamétrica, THi=Índice de diferenciación de altura, Ui=Índice de dominancia.

DISCUSIÓN

Uno de los cambios más significativos al analizar los datos de los dos inventarios, se tuvo con respecto a las especies, los cuales muestran un ligero incremento en la diversidad, resultados que son semejantes a lo observado por Solís-Moreno *et al.*, (2006) quienes reportan un cambio favorable en este aspecto para bosques de pino-encino en la Sierra de la Candela, Tepehuanes, Durango. Por otra parte, resulta opuesto a lo que observaron Corral-Rivas *et al.* (2005) en un estudio realizado en un bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas, donde indican que los aprovechamientos disminuyeron la diversidad de especies y esto se puede atribuir al aprovechamiento forestal tal como lo señalan (Návar-Cháidez & González-Elizondo, 2009;

(Hernández-Salas *et al.*, 2013), quienes también argumentan que el aprovechamiento forestal modifica la diversidad y composición del estrato arbóreo.

Los resultados muestran que las especies con más presencia en las 14 parcelas fueron *P. durangensis*, *P. strobiformis*, *P. cooperi*, *Juniperus deppeana* y *Quercus sideroxylla*; de estas especies, solo *P.s durangensis* coincide con lo reportado por Silva *et al.* (2021), quienes encontraron que las especies dominantes en una comunidad vegetal de un bosque templado del estado de Durango fueron *P. durangensis*, *P. douglasiana*, *P. oocarpa*, *P. herrerae* y *Q. crassifolia*. Los resultados de este estudio son consistentes con los reportados por otros autores, quienes han señalado que *P. cooperi* es la más abundante en la mayoría de los bosques templados de coníferas del estado de Durango (Valenzuela-Nuñez & Granados-Sánchez, 2009; Domínguez-Calleros *et al.*, 2014; (Graciano-Ávila *et al.*, 2017b; Díaz-Vásquez *et al.*, 2018). Así mismo, López-Serrano *et al.* (2022), señalan que el género *Pinus* presenta la mayor riqueza de especies y una de ellas es *P. cooperi* que presentó los valores más altos de densidad (32.15%) y dominancia (37.77%), en la vegetación arbórea en el Parque El Tecuán, Durango, México.

Referente al índice de Margalef que se obtuvo un valor ($Dmg=1.32$), este valor es inferior al registrado por Graciano-Ávila *et al.* (2017a), quienes registraron un valor de ($Dmg=1.53$); sin embargo, es superior al reportado por Hernández-Salas *et al.* (2013), ($Dmg=1.04$) lo que indica que el área de estudio presenta una diversidad de especies promedio, si se compara con áreas de la misma región, pero resulta bajo si se compara con otros ecosistemas (Juárez-Agis *et al.*, 2016; Alanís-Rodríguez *et al.*, 2020; Canizales-Velázquez *et al.*, 2021). Silva *et al.* (2021) reportan un índice de Margalef de 3.78 en un bosque templado del municipio de Pueblo Nuevo, Durango, así mismo estos autores reportan una riqueza específica de 29 especies y señalan que la mayor dominancia se observa entre las familias *Pinaceae* y *Fagaceae* y definen el área como de alta diversidad arbórea.

Respecto al índice de Shannon el valor obtenido fue de 1.09, lo que representa una diversidad baja según la clasificación que presenta Margalef (1972), quien especifica que los valores menores de 2 corresponden a una diversidad baja, de 2 a 3.5 diversidad media, y mayores de 3.5 a 5 como diversidad alta. Sin embargo, el valor resultante en este estudio se considera dentro de los valores promedio de la región, ya que es similar al registrado por Graciano-Ávila *et al.* (2017a) con un valor de 1.74 en los bosques templados del estado de Durango. Así mismo es similar al reportado por López-Serrano *et al.* (2022), con un valor de 1.89 en la vegetación arbórea del Parque El Tecuán, Durango, México.

Méndez Osorio *et al.* (2018), presentan un valor con un índice de 0.78 para un bosque del mismo tipo en la Sierra Madre del Sur, así mismo, Morales-Nieto *et al.* (2022), presenta aún un valor de índice Shannon = 0.37 en poblaciones de *P. arizonica* y *P. durangensis* de la sierra de Chihuahua. Otro caso diferente con diversidad media lo muestra García-García *et al.* (2019), con un valor de 2.77 para un bosque de pino-encino de Guadalupe y Calvo Chihuahua.

Rubio-Camacho *et al.* (2017), en una investigación realizada al sureste del municipio de Iturbide, Nuevo León, reportan un índice de diferenciación diamétrica (TDi) que va de moderada a clara, similar a la obtenida en este trabajo reportada como media a alta, con valores que van de 0.49 a 0.90. Respecto al índice de diferenciación en altura (THi) presentan resultados similares a lo encontrado en la diferenciación diamétrica, con una fuerte inclinación por la categoría moderada, distinto a lo que se tiene en el presente estudio con valores que fluctúan entre 0.33 y 0.79, lo cual representa una variación en altura entre moderada, media y alta.

En relación al índice de dominancia (*Ui*) existe poca variación con valores cercanos a 0.50 lo que muestra en este caso que los árboles “codominantes” son más abundantes en los bosques del ejido El Brillante, lo que resulta muy parecido a lo observado por Gadow *et al.* (2007),

Graciano-Ávila *et al.* (2020) y Silva-González *et al.* (2022), quienes encontraron en un bosque del municipio de Pueblo Nuevo, Durango, valores de índice de dominancia cercanos a 0.5, argumentando que la vegetación es heterogénea y que estos valores son característicos de bosques manejados mediante métodos de selección, así mismo, Solís-Moreno *et al.* (2006), registran valores de índice de dominancia = 0.44 en una parcela intervenida mediante el método de selección.

CONCLUSIONES

La estructura de los rodales puede definirse en función de los indicadores estructurales, cuyos resultados muestran algunos cambios en el periodo evaluado, sin embargo, no son estadísticamente significativos.

Al analizar el número de árboles, es notorio un incremento de un inventario a otro, donde destacan la parcela 9 tratada con el MOBI, la 10 y 14 tratadas con el MDS, lo que pone en evidencia una respuesta positiva a los tratamientos silvícolas aplicados.

Se encontró que las especies de mayor abundancia en el ejido son *Pinus cooperi*, *Quercus sideroxylla*, *Pinus durangensis*, *Juniperus deppeana* y *Pinus strobiformis*, y son a las que se les debe dar un manejo forestal más apropiado con fines de aprovechamiento.

Se observó que existen especies como *Quercus obtusata* Humboldt & Bonpland, *Pinus engelmannii* Carr y *Arbutus arizonica* con menor presencia, sin embargo, estas especies son de menor interés desde el punto de vista comercial.

El número de especies permaneció casi invariable durante el tiempo de cinco años que implicó la evaluación en todas las parcelas, excepto en tres de ellas, en las cuales hubo un ligero aumento.

De acuerdo al índice de Shannon, se aprecia que es variable entre parcelas mostrando un rango de diversidad de especies que va de baja a mediana diversidad. Se observa además que este índice presenta ligeros cambios en todas las parcelas estudiadas.

Los indicadores ecológicos propuestos en este trabajo nos dan una idea clara de la diversidad de especies que se encuentran dentro del ejido y determina cuales son las más importantes, y representan una base fundamental para el manejo forestal, tomando en cuenta la protección y conservación de las especies forestales.

Se recomienda conservar la estructura del bosque promoviendo la permanencia de las especies de importancia económica y ecológica en beneficio del eventual aprovechamiento de las especies comerciales.

Puede observarse también que se tienen sitios representativos para la variedad estructural de los bosques del ejido y se espera que la estimación de los indicadores en nuevos inventarios, proporcione más bases científicas para la conservación de la diversidad de especies forestales y un manejo sustentable en los bosques del ejido El Brillante.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, O., Hui, G., Gadow, K. v., & Jiménez, J. (2003). An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. *Forest Ecology and Management*, 183(1-3), 137-145. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00102-6)
- Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo Forestal en el Siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21, 17-28.

- Alanís-Rodríguez, E., Rubio-Camacho, E. A., Canizales-Velázquez, P. A., Mora-Olivo, A., Pequeño-Ledezma, M. Á., & Buendía Rodríguez, E. (2020). Estructura y diversidad de un bosque de galería en el noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(58), 134-153. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.591>
- Assmann, E. (2013). *The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands*. University of Munich: Pergamon Press.
- Canizales-Velázquez, P. A., Alanís-Rodríguez, E., García-García, S. A., Holguín-Estrada, V. A., & Collantes-Chávez-Costa, A. (2021). Estructura y diversidad arbórea de un bosque de galería urbano en el río Camachito, Noreste de México. *Polibotánica*, 51, 91-105. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.6>
- Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Jiménez-Pérez, J., Musalem-Santiago, M., & López-Aguillón, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51-63.
- Condit, R., Lao, S., Singh, A., Esufali, S., & Dolins, S. (2014). Data and database standards for permanent forest plots in a global network. *Forest Ecology and Management*, 316, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.011>
- Corral-Rivas, J. J., Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., & Corral Rivas, S. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña «El Cielo», Tamaulipas, México. *Investigaciones Agrarias, Sistemas y Recursos Forestales*, 14(2), 217-228.
- Corral-Rivas, J. J., Vargas-Larreta, B., Wehenkel, C., Aguirre-Calderón, O. A., & Crecente-Campo, F. (2013). *Guía para el establecimiento, seguimiento y evaluación de sitios permanentes de monitoreo en paisajes productivos forestales*. México: FONDO SECTORIAL PARA LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA FORESTAL (CONACYT-CONAFOR).
- Cruz-Cobos, F., De los Santos-Posadas, H. M., & Valdez-Lazalde, J. R. (2008). Sistema compatible de ahumamiento-volumen para *Pinus cooperi* Blanco en Durango, México. *Agrociencia*, 42(4), 473-485.
- Díaz-Vásquez, M. A., Bretado-Velázquez, J. L., Torres-Herrera, S. I., & Domínguez-Calleros, P. A. (2018). Indicadores Ecológicos en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo Durango. *Foresta Veracruzana*, 20(2), 1-7.
- Díaz-Vásquez, M. A., Rodríguez-Ortiz, G., & López, C. L. (2018). Estimación del índice de sitio para *Pinus cooperi* en el ejido El Brillante, Pueblo Nuevo, Durango. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(1), 34-42.
- Domínguez-Calleros, P. A., Chávez-Flores, G. A., Rodríguez-Téllez, E., Corral-Rivas, J. J., Goche Telles, J. R., & Díaz-Vásquez, M. A. (2014). Caracterización silvícola de *Pseudotsuga menziesii* en la reserva de la biosfera "La Michilía". *Madera y Bosques*, 20(2), 23-31.
- Figueroa-González, E. G., Arrieta Díaz, D., Moreno Loera, H., González Herrera, M. B., & Monsivais Bretado, M. G. (2013). La Percepción Del Clima Organizacional En El Personal De Producción De Un Ejido Forestal En México. *Revista Global de Negocios*, 1(2), 81-89. Obtenido de <https://ssrn.com/abstract=2327258>
- Gadow, K. v., Sánchez Orois, S., & Álvarez González, J. G. (2007). *Estructura y Crecimiento del Bosque* (Vol. 12). Göttingen, Alemania: IUFRO World Series.
- García-García, S. A., Narváez Flores, R., Olivas García, J. M., & Hernández Salas, J. (2019). Diversidad y estructura vertical del bosque de pino-encino en Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53), 41-63. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i53.173>
- González, J. H. (2018). Una lectura de REDD plus a partir de la evolución de sus elementos. *Anuario en Relaciones Internacionales*, 1-17. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/98878/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., & Lujan-Soto, J. E. (2017a). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque

- templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 535-542. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114>
- Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, Ó. A., González-Tagle, M. A., Treviño Garza, E. J., & Mora-Olivo, A. (2017b). Caracterización estructural del arbolado en un ejido forestal del noroeste de México. *Madera y Bosques*, 23(3), 137-146. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331480>
- Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Rubio-Camacho, E. A., Valdecantos-Dema, A., Aguirre-Calderón, O. A., González-Tagle, M. A., . . . Mora-Olivo, A. (2020). Composición y estructura espacial de cinco asociaciones de bosques de *Pinus durangensis*. *Madera y Bosques*, 26(2), 1-20. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2621933>
- Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., . . . Domínguez-Pereda, E. J. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 189-200. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.08.052>
- Hui, G., & Gadow, K. (2002). Das Winkelmaß. Herteilung des Optimalen Standarwinkels. *Allgemeine Forst u Jagdzeitung*, 10, 173-177.
- INEGI. (01 de Enero de 2015). *Anuario estadístico y geográfico de Durango*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825076160.pdf
- Juárez-Agis, A., Herrera Castro, N. D., Martínez, J. L., & Reyes Umaña, M. (2016). Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 5(10), 1-20.
- Kraft, G. (1984). *Beiträge zur lehre von den durchforstungen, schlagstellungen und lichtungshieben*. Klindworth.
- Leyva-López, 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*, 16(2), 227-239. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.06.038>
- Lindenmayer, D. B., Margules, C. R., & Botkin, D. B. (2000). Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management. *Conservation biology*, 14(4), 941-950. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x>
- López-Serrano, P. M., Vega Nieva, D. J., Corral Rivas, J. J., Briseño Reyes, J., & Antúnez, P. (2022). Diversidad e importancia ecológica de la vegetación arbórea en el Parque El Tecuán, Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(74), 34-53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i74.1273>
- Margalef, R. (1972). Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44, 211-235. <http://hdl.handle.net/10261/166281>
- Méndez-Osorio, C., Mora Donjuán, C. A., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Pequeño Ledezma, M. Á. (2018). Fitodiversidad y estructura de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 35-53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.236>
- Mongabay, L. (2020). *La ruta histórica de la silvicultura comunitaria en México*. México: MONGABAY. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2020/10/la-ruta-historica-del-manejo-forestal-en-mexico-cuando-empezo/>
- Morales-Nieto, C. R., Siqueiros-Candia, M., Álvarez-Holguín, A., Gil-Vega, K. d., Corrales-Lerma, R., & Martínez-Salvador, M. (2022). Diversidad, estructura genética e hibridación en poblaciones de *Pinus arizonica* y *P. durangensis*. *Madera y Bosques*, 24(2), 1-14. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722170>
- Návar-Cháidez, J. J., & González-Elizondo, S. (2009). Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica*, 27, 71-87.

Recibido:
16/febrero/2024

Aceptado:
4/junio/2025

- Pompa-García, M., Cerano-Paredes, J., & Fulé, P. Z. (2013). Variation in radial growth of *Pinus cooperi* in response to climatic signals across an elevational gradient. *Dendrochronologia*, 31(3), 198-204. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2013.05.003>
- Rubio-Camacho, E. A., González-Tagle, M. A., Himmelsbach, W., Ávila-Flores, D. Y., Alanís-Rodríguez, E., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Patrones de distribución espacial del arbolado en un bosque mixto de pino-encino del noreste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.015>
- SEMARNAT. (17 de Abril de 2018). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/ley-de-desarrollo-forestal-sustentable>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. in *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Silva, J. E., Aguirre Calderon, O. A., Alanís Rodríguez, E., Jurado Ybarra, E., Jiménez Pérez, J., & Vargas Larreta, B. (2021). Estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Polibotánica*, 52, 89-102. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.7>
- Silva-González, E., Aguirre Calderón, O. A., Alanís Rodríguez, E., González Tagle, M. A., Treviño Garza, E. J., & Corral Rivas, J. J. (2022). Evaluación del aprovechamiento forestal en la diversidad y estructura de un bosque templado en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71), 103-132. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1017>
- Solís-Moreno, R., Aguirre Calderón, Ó. A., Javier, T. G., 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.
- Sosa-Rodríguez, F. S. (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Suárez, M. N., Alamilla, A. I., Montero, I. M., & Montero, C. M. (2022). Aplicación de algoritmos de optimización espacial para la selección de áreas de conservación de ecosistemas. *Universidad y Sociedad*, 14(2), 180-187.
- Valenzuela-Nuñez, L. M., & Granados Sánchez, D. (2009). Caracterización fisonómica y ordenación de la vegetación en el área de influencia de El Salto, Durango, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15(1), 29-41.