



No. 32

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Diciembre 2025



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Med. Santos Guzmán López
Rector

Dr. Mario Alberto Garza Castillo
Secretario General

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo
Secretario Académico

Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado
Secretario de Extensión y Cultura

Mtro. Mario Emilio Gutiérrez Caballero
Abogado General de la UANL

Lic. Antonio Jesús Ramos Revillas
Director de Editorial Universitaria

Dra. Diana Reséndez Pérez
Coordinadora de la Facultad de Ciencias Biológicas

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez
Editor Responsable

Dr. Sergio Manuel Salcedo Martínez
Dra. Alejandra Rocha Estrada
Editores Asociados

Dra. Diana Elena Aguirre Cavazos
Coordinadora de Publicación en Línea

PLANTA, Año 21, N° 32, Diciembre 2025. Es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451. Teléfono: + 52 81 83294110 ext. 6456. Fax: + 52 81 83294110 ext. 6456. Editor responsable: Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2022-110813543200-102. ISSN 2007-1167, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Licitud de título y contenido No. 14,926, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: En trámite. Impresa por: Imprenta Universitaria, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66455. Fecha de terminación de impresión: 19 de agosto de 2025, Tiraje: 250 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66455. Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Esta publicación en su integridad y los derechos contenidos en ella, están protegidos por la Ley Federal de Derecho de Autor y la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial por lo que no podrá ser reproducida con fines comerciales sin autorización del editor. Asimismo, queda prohibido cualquier uso sobre esta publicación, sea total o parcialmente, con fines de entrenamiento de cualquier clase de inteligencia artificial, minería de datos y textos incluyendo, pero no limitado a la generación de publicación de obras derivadas o contenidos basados total o parcialmente en esta publicación y cualquiera de sus partes pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dependencia Universitaria que corresponden. Las violaciones a estas disposiciones constituyen una infracción en materia de comercio, derechos de autor y un delito.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2025
planta.fcb@gmail.com

Contenido

	Pág.
Editorial	3
Personajes	
Alexander von Humboldt	4
Divulgación científica	
Ébano y Anacahuíta: el árbol y la flor representativos del estado de Nuevo León	9
Del Conocimiento Ancestral a la Evidencia Científica: Potencial Medicinal de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Tepezcohuite)	16
Euglénidos, Algas Flageladas de Charcas y Arroyos	22

Solo Ciencia

Contribución al conocimiento de la Brioflora en el Cerro de la Silla, Nuevo León, México	27
Modelación de nicho ecológico y distribución potencial de <i>Myrospermum sousanum</i> A.Delgado & M.C.Johnst.	35
Diseño in silico de una vacuna comestible para su expresión en tomate contra Parechovirus	48
Presencia polínica de <i>Tamarix gallica</i> L. y su variación anual en el aire del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México	52
Nuevos Registros de Macromicetos para San Luis Potosí Procedentes del Herbario "Isidro Palacios"	57
Instrucciones a los autores	62

Imagen portada: flores de anacahuíta (*Cordia boissieri*).

Crédito Fotografía: Alan Avalos.

Imagen contraportada: flor de lirio persa (*Dietes iridioides*).

Crédito fotografía: Marco A. Alvarado.

Ventajas y Riesgos del Uso de la IA en la Identificación de Plantas

Dentro de la tecnología, la inteligencia artificial (IA) es el área de las ciencias de la computación que permite llevar a cabo tareas simples y complejas, ya sean repetitivas o específicas. Esta herramienta inteligente incluso nos facilita realizar tareas complejas a través del procesamiento de datos, usando dispositivos que usamos en nuestra vida diaria y lo realiza de forma eficiente. La identificación de especies de plantas tradicionalmente había sido llevada a cabo por expertos bajo un proceso manual, meticuloso y muy bien cuidado, que se realiza en el laboratorio y que implica el conocimiento de una terminología biológica específica para la identificación de las características de un ejemplar, las cuales determinan a que grupos taxonómicos pertenece. Los ejemplares en cada uno de los grupos comparten ciertas características similares únicas y los grupos se acomodan en un sistema jerárquico cuyos niveles ascienden desde la especie al género, a la familia, al orden, la clase, filo, reino y dominio. Hace aproximadamente 20 años se propuso la idea de generar herramientas inteligentes para la identificación de especies de plantas usando técnicas convencionales de aprendizaje de máquina.

Estas primeras herramientas inteligentes partían de un aprendizaje supervisado donde el experto ya había identificado el ejemplar a caracterizar y conocía el dato de entrada y la respuesta que la herramienta debería de proporcionar. La información de entrada eran las características del ejemplar y estas características se tomaban directamente del ejemplar o de imágenes digitales. En el caso de la extracción de características de las imágenes digitales se usaban algoritmos diseñados por un humano experto, sin embargo, este proceso de extracción estaba limitado por la capacidad humana. Algunas de estas herramientas iniciales contenían imágenes de hojas (Swedish Leaf y Flavia) y otras de flores (Oxford 17 Flower y Oxford 102 Flower), pero hasta el año 2012 aún los resultados no eran muy alentadores y la aplicación de estas herramientas en el mundo real aún no era viable. En ese año aparecen las redes neuronales convolucionales y la técnica basada en el aprendizaje profundo que hacía posible la extracción

automatizada mediante IA de características a partir de imágenes, lo cual hacía posible la tarea de identificación de especies de plantas usando imágenes digitales.

Diferentes grupos en el mundo impulsaron el desarrollo de herramientas de identificación de especies con esta técnica, cada vez con mayor tasa de aciertos. En México, por ejemplo, Campos Leal *et al.* (2022) presentaron un trabajo para la identificación de 120 especies de plantas con flores nativas que tiene un 91.92% certeza y Vega y López *et al.* (2023) su trabajo para la identificación de 202 especies de plantas de México usando tallo, hoja, fruto y flor con un 86.97% en la tasa de aciertos.

En apenas unos años, la identificación de especies vegetales se ha democratizado gracias a modelos de visión computacional capaces de reconocer miles de especies usando IA contando con solo una fotografía. La IA ha logrado que cualquier persona, desde un jardinero aficionado hasta un investigador de campo, pueda acceder a información botánica precisa en segundos con su celular desde cualquier lugar donde tenga acceso a internet. Aplicaciones como Plantora, PlantNet, Blossom o Flora Incognita han demostrado que el reconocimiento de imágenes puede ser sorprendentemente confiable cuando se alimenta con bases de datos amplias y modelos entrenados con miles de ejemplos. Esta tecnología está cambiando la forma en que interactuamos con la naturaleza, cómo aprendemos sobre ella y cómo la protegemos, pues estas herramientas no solo identifican plantas, también diagnostican enfermedades, sugieren cuidados, ofrecen datos ecológicos y permiten a los usuarios contribuir a comunidades científicas globales.

No obstante, como toda tecnología emergente, la identificación vegetal basada en IA plantea desafíos importantes: desde la precisión variable según la calidad, ángulo e iluminación de la imagen, a través del riesgo de que usuarios inexpertos confíen ciegamente en diagnósticos automatizados y hasta la posibilidad que los usuarios dejen de desarrollar habilidades de observación y aprendizaje botánico tradicional, debido a la facilidad de su uso. Además, siempre existe el riesgo de que los datos se utilicen con fines comerciales o no previstos.

Aunque la identificación automatizada aún no reemplaza el análisis experto, especialmente en especies raras o en ecosistemas complejos, herramientas como PIAX o Plantora ofrecen análisis instantáneos y detallados sobre taxonomía, hábitat y cuidados de plantas, PLANTA contiene más de 600,000 plantas en su base de datos, PlantNet más de 20,000, Flora Incógnita reconoce más de 16,000 especies y además funciona sin conexión. Otras aplicaciones para la identificación de plantas son Plant App., PictureThis, PlantAI Identifica&Diagnostica, Plantum y para el cuidado de ellas Plant Parent y Growlit.

A medida que los modelos sigan mejorando y las bases de datos se expandan, la identificación de plantas será cada vez más precisa y útil. Estamos ante una revolución silenciosa, una en la que la tecnología no nos aleja de la naturaleza, sino que nos invita a observarla con nuevos ojos.



Alexander von Humboldt
(1769—1859)

Pionero de las Exploraciones Botánicas en el Nuevo Mundo

Friedrich Karl Wilhelm Heinrich Alexander también conocido como Alejandro de Humboldt o Barón de Humboldt, fue un naturalista y explorador alemán cuyas aportaciones abarcan la botánica, la geología, la climatología y la ecología.

Nacido en Berlín el 14 de septiembre de 1769, fue uno de dos hijos de Alexander Georg von Humboldt, que fue un oficial pomerano* (*Pomerania fue territorio de la Prusia alemana y actualmente de Polonia) del ejército de Federico II el Grande de Prusia y luego por sus méritos durante la guerra de los Siete Años**, capellán de la Princesa de Prusia (**conflicto internacional entre 1756 y 1763 por el control de Silicia y las colonias de America del Norte y la India). Su madre Marie Elisabeth von Holwede procedía de una familia de raíces hugonotes que había heredado una fortuna tras enviudar de su matrimonio anterior. Su hermano mayor Wilhelm von Humboldt (1767-1835) fue un ministro prusiano, filósofo y lingüista. La familia Humboldt tuvo una relación personal con la casa real, ya que el príncipe heredero era padrino de Alexander.

La señora de Humboldt, al perder al padre de Alexander y Wilhelm, cuando tenían respectivamente 10 y 12 años, optó por una vida relativamente modesta para poder dedicar suficientes medios a la educación de sus hijos. Estos recibieron una sólida formación inicial en su hogar, el castillo de Tegel, así como en instituciones de Berlín y Frankfurt del Oder. Fueron instruidos en lenguas antiguas y modernas y tuvieron por profesores a especialistas y educadores alemanes de pensamiento ilustrado, cuyas clases de derecho y filosofía eran prácticamente de nivel universitario, entre ellos Johann Simon von Kerner (botánico), Georg Christoph Lichtenberg (físico y astrónomo) y Joachim Heinrich Campe (lingüista y pedagogo). Así, ambos jóvenes entraron en contacto con la "Ilustración berlinesa". Alexander se interesó desde niño por la naturaleza y concretamente por los insectos, las plantas y las rocas. También desarrolló un talento artístico gracias a las clases de dibujo y pintura que recibió, que se hizo patente al exponer a sus obras en la Academia de Berlín cuando tenía 17 años y en las ilustraciones que acompañan sus libros de viajes.

Durante su adolescencia, deseaba dedicarse a la carrera militar, pero su familia lo alejó de esta inclinación. Estudió en la Universidad de Gotinga, donde se inclinó por la botánica y la geología y en la Escuela de Minas de Freiberg. Trabajó en un departamento minero del gobierno prusiano y en la primavera de 1790 realizó su primer viaje formativo a

Tras la muerte de su madre a finales de 1796, heredó suficientes fondos económicos para renunciar a su carrera de funcionario público y financiar sus anhelados viajes científicos.

El 5 de junio de 1799 salen de La Coruña a bordo de la corbeta de guerra Pizarro y 14 días después hacen escala en las islas Canarias. Retoman el rumbo hacia La Habana y México, pero una epidemia desatada en la embarcación los hace desviarse hacia Tierra Firme y desembarcar en Cumaná, Venezuela el 16 de julio de ese año.

En las dos primeras etapas de la expedición exploró Sudamérica, en la primera recorre de 1799 a 1800 Venezuela y el río Orinoco (exploración de la cuenca y sus afluentes) partiendo de Cumaná y Caracas, y en el Alto Orinoco, visitando La Esmeralda y el río Casiquiare y haciendo observaciones sobre la biodiversidad y los pueblos indígenas.

The map illustrates the route of the first circumnavigation of the globe by Christopher Columbus. The journey begins in Burdeos (Spain) on August 1, 1492, and proceeds to La Coruña (5 de Junio 1799), Santa Cruz (Junio 1799), and then to Lima (Octubre 1802). The route continues through Quito, Bogotá, Caracas, and back to La Habana, Mexico, and Acapulco. The route is marked with a red line and arrows, with dates indicating the progression of the journey.

PLANTA No. 32, Diciembre 2025

por la riqueza y por la forma del territorio mexicano, lo calificó como "el cuerno de la abundancia". Humboldt terminó sus viajes por América con una visita a Estados Unidos, donde fue huésped del presidente Thomas Jefferson, quien era aficionado de los estudios geográficos.

A lo largo de estos viajes conoció a algunos destacados naturalistas hispanoamericanos, como José Celestino Mutis y Francisco José de Caldas. En términos generales, la expedición se ocupó del estudio de los recursos naturales (flora, fauna, minerales, ríos, suelo, fenómenos, etc.) así como también de la observación de las costumbres indígenas y del resto de la sociedad. Bonpland fue el encargado de recolectar las plantas, más de la mitad de ellas desconocidas por la ciencia de la época.

Finalmente, Humboldt, Bonpland y Montúfar regresaron a Europa desde Filadelfia, y llegaron a Francia el 30 de junio de 1804 desembarcando en Burdeos. En París conoció a Simón Bolívar, quien solía decir que Humboldt era «el descubridor científico del Nuevo Mundo, cuyo estudio ha dado a América algo mejor que todos los conquistadores juntos».

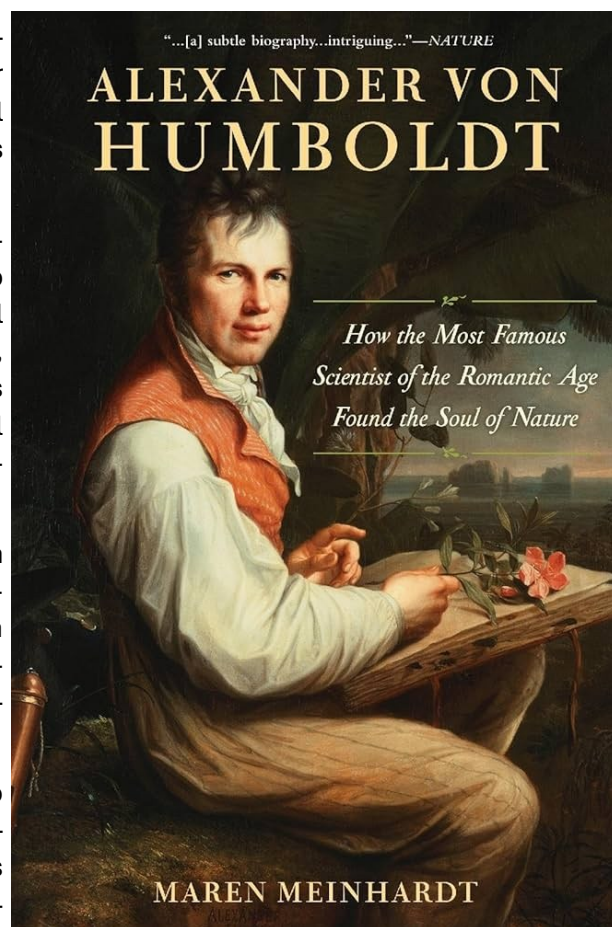
Entre 1804 y 1827 se estableció en París, donde recopiló y publicó el material recogido en su expedición, Humboldt y Bonpland publicaron varias obras de manera conjunta, la más importante de las cuales es el Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente, aparecida en francés, en 30 volúmenes, entre 1816 y 1831.

Después de su expedición, continuó con sus investigaciones y viajes científicos. Además de su trabajo como científico, también desempeñó roles diplomáticos y políticos en el gobierno prusiano. En 1827 regresó a Berlín, donde desempeñó un destacado papel en la recuperación de la comunidad académica y científica alemana, maltratada tras décadas de conflicto bélico. Fue nombrado chambelán del rey Federico Guillermo III de Prusia y se convirtió en uno de sus principales consejeros, por lo que realizó numerosas misiones diplomáticas. Entre 1827 y 1828 después de una serie de conferencias dictadas por él en la Universidad de Berlín le llega la idea de comunicar una descripción gráfica del mundo físico que él había estudiado y observado durante casi medio siglo, pero no es hasta que alcanza la edad de 76 años que inicia la redacción de su obra Cosmos, que constituirá la coronación de su vida. En 1829, por encargo del zar Nicolás I de Rusia, efectuó un viaje por la Rusia asiática, en el curso del cual visitó Dzhungaria y el Altai.

Además de aportaciones científicas, como el descubrir la corriente fría del Pacífico (Corriente de Humboldt) la conexión entre los ríos Amazonas y Orinoco, aportar datos cruciales sobre magnetismo y geomagnetismo, estudiar la distribución altitudinal de plantas y animales y entender la selva como un organismo vivo, fue un gran humanista que abogó por la libertad, la igualdad racial y la educación, criticando la esclavitud y el colonialismo, promoviendo que la ciencia fuera accesible a todos y estuviera al servicio del progreso humano.

A lo largo de su vida, Humboldt recibió numerosos reconocimientos y premios por sus contribuciones científicas, como la medalla Copley de la Royal Society. Fue miembro de varias (16) academias científicas, entre ellas la Academia de Ciencias francesa y la Sociedad Geográfica de París y estableció contactos con destacados científicos y líderes políticos de su tiempo, algunos lo criticaron mientras otros le reconocieron méritos y le rindieron honores, entre ellos se destacan Charles Darwin, Maximiliano I de México y Johann Wolfgang von Goethe.

Gracias a la calidad de los levantamientos topográficos y las muestras de fauna y flora recogidas durante sus expe-



Portada de libro sobre Humboldt.

diciones, sentó los estándares de las exploraciones científicas. Mientras que su enfoque interdisciplinario donde flora, fauna, geología y clima se influyen mutuamente y su visión holística de la naturaleza, estudiando el universo como una entidad unificada, sentaron las bases para muchas ramas de la ciencia, por lo que se le considera el padre de la geografía moderna y pionero en la biogeografía, oceanografía y ecología.

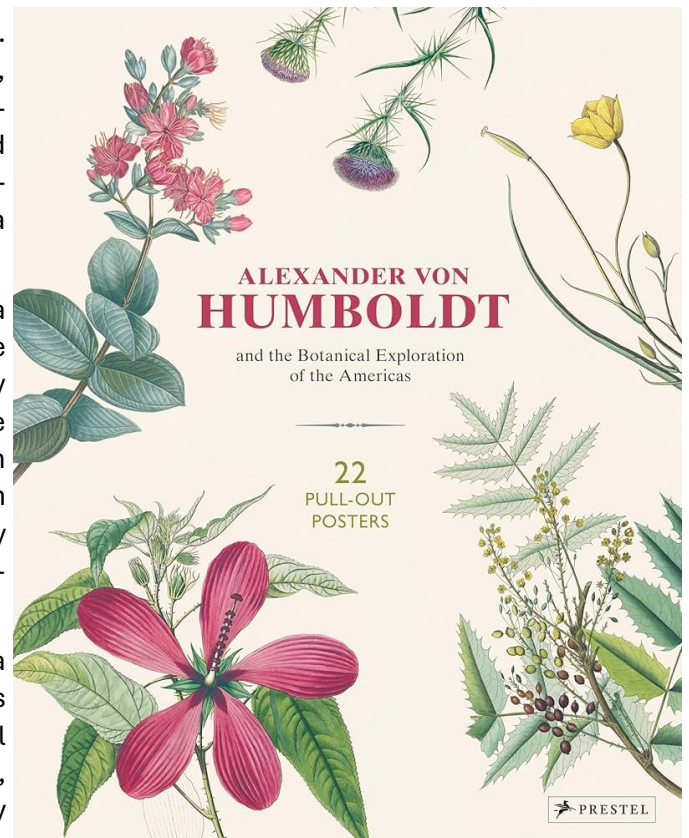
Las plantas descritas por Humboldt abarcan especies de alta montaña, bosques tropicales y zonas costeras, muchas de ellas documentadas formalmente por Carl Sigismund Kunth y Aimé Bonpland, y su relevancia radica tanto en la novedad de sus registros como en la sistematización de la distribución geográfica de la flora. Estas colecciones se documentaron en obras como *Plantes Aequinoctiales* (1805-1817; Humboldt y Bonpland) y *Mimoses et autres plantes légumineuses du nouveau continent* (1819, Kunth).

En reconocimiento a sus extensas contribuciones a la botánica y la geografía de las plantas, se estima que casi 100 especies de organismos han sido nombradas en su honor, ya sea en el género o en el epíteto específico. En Botánica por ejemplo, *Humboldtia*: es un género completo de plantas tropicales y con epítetos como *humboldtii*, *humboldtianum* o *humboldtiana* se registran decenas de especies vegetales en los catálogos botánicos regionales y globales, por ejemplo *Karwinskia humboldtiana*: Conocida popularmente como "tullidora". Otras tantas especies animales y microbianas se han nombrado honrándole, así como instituciones, cuerpos celestes, buques, calles, ciudades, municipios y localidades, parques, monumentos y reservas naturales y elementos geográficos y geológicos. Incluso en monedas y sellos ha aparecido su efigie.

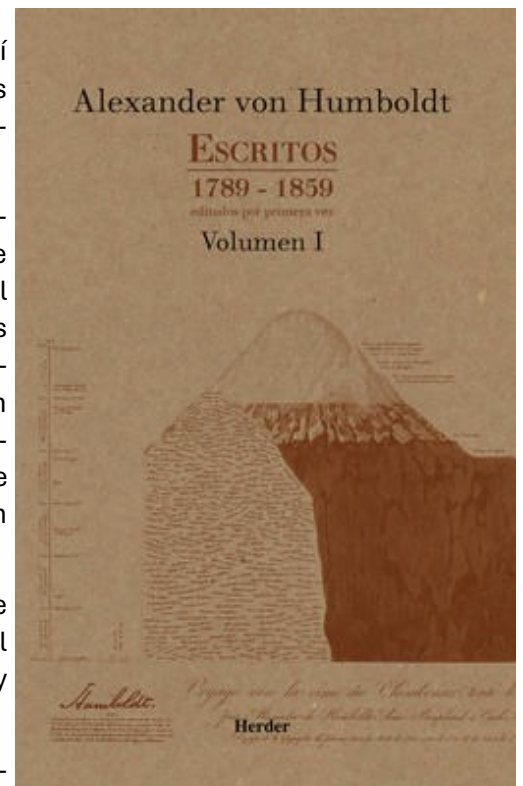
En México su obra "Ensayo político sobre el reino de la Nueva España" publicada en 1811 es un detallado estudio científico y económico del México de la época, con censos, análisis de recursos (minas, agricultura) y críticas al colonialismo, realizada usando datos recolectados en su viaje, así como sus aportaciones geográficas y geológicas sobre el territorio mexicano le valieron que el primer presidente de México, Guadalupe Victoria le otorgara en 1827 la nacionalidad mexicana; que el general José López Uruga le impusiera en 1854 la gran cruz de la orden de Guadalupe, otorgada por el presidente Antonio López de Santa Ana y que el presidente Benito Juárez lo declarara en 1859 Benemérito de la Patria.

Durante los últimos veinticinco años de su vida se concentró principalmente en la redacción de su obra "Cosmos", que es una monumental visión global de la estructura del universo, integrando astronomía, geología, botánica y otras ciencias, de la que en vida vio publicados cuatro volúmenes.

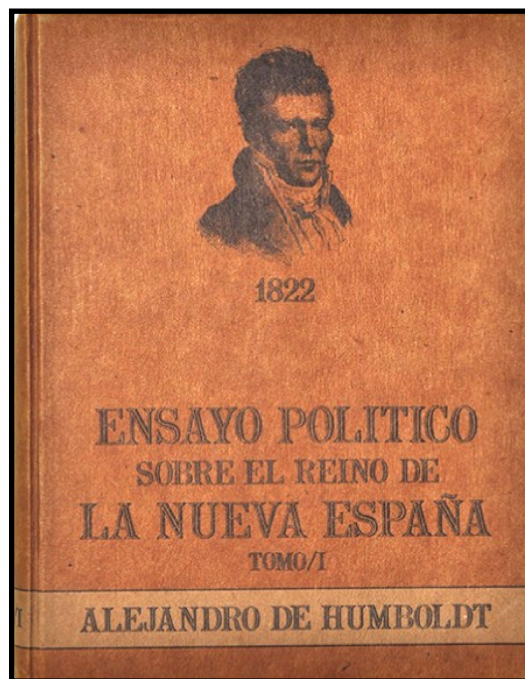
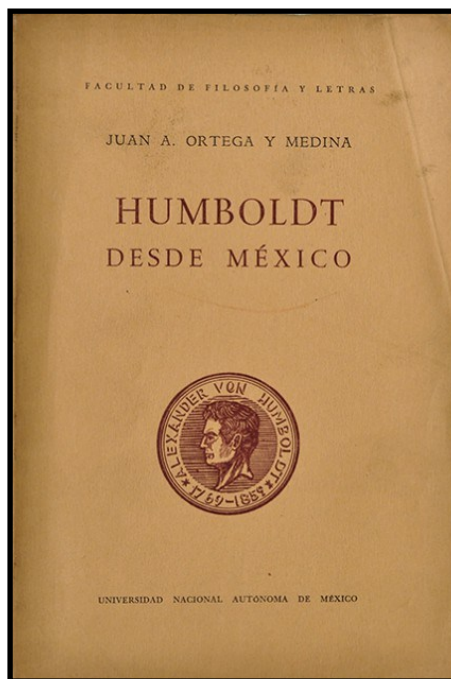
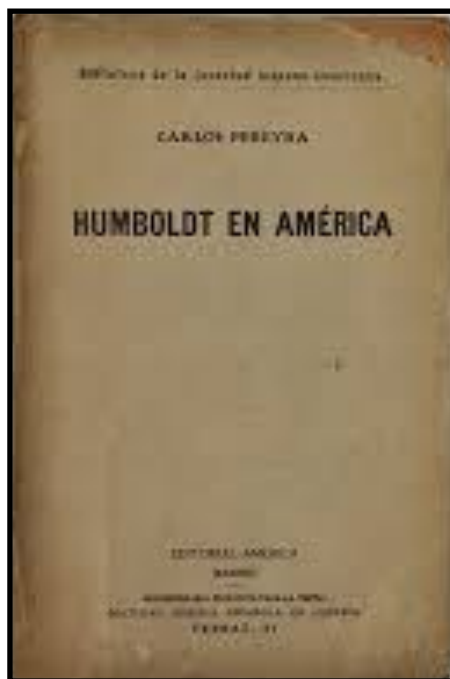
La muerte de Alexander von Humboldt ocurrió el 6 de mayo de 1859 en Berlín, a la edad de 89 años, sin dejar descendientes. Sus restos fueron sepultados en el panteón de Tegel. Su fallecimiento marcó el fin de una vida dedica-



Portada de libro que describe sus exploraciones botánicas en América.



Portada de libro sobre escritos de Humboldt.



Portadas de libros sobre Alexander Von Humboldt y el de la derecha muestra la portada de un ensayo político sobre el reino de la Nueva España realizado en base a las observaciones de Humboldt sobre la vida en América.

da a la ciencia y la exploración, dejando un legado duradero en el campo de la geografía y la botánica y su nombre sigue siendo reconocido y venerado en la actualidad.

El pensamiento de Humboldt influyó profundamente en científicos posteriores, entre ellos Charles Darwin. Su forma de observar la naturaleza inspiró una nueva manera de hacer ciencia, basada en la comparación, la interconexión de fenómenos y el respeto por el entorno natural. También influyó en el desarrollo de las ciencias ambientales modernas y en la comprensión temprana del impacto humano sobre la naturaleza.

El legado de Alexander von Humboldt sigue vigente en la actualidad. Numerosos lugares, especies y corrientes científicas llevan su nombre. Su visión de la naturaleza como un sistema interdependiente es fundamental para comprender problemas actuales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. No solo fue un científico excepcional, sino también un pensador adelantado a su tiempo, comprometido con el conocimiento, la justicia social y la conservación del planeta. Alexander von Humboldt transformó la manera en que la humanidad entiende la naturaleza. Su enfoque interdisciplinario y su rigor científico marcaron un antes y un después en la historia de la ciencia. Gracias a sus exploraciones, observaciones y escritos, se establecieron las bases de múltiples disciplinas científicas modernas. Su legado continúa siendo una referencia esencial para el estudio del medio ambiente y la relación entre el ser humano y la naturaleza.

Para saber más

Britannica. (2024). Alexander von Humboldt. Encyclopædia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Alexander-von-Humboldt>

Goethe-Institut. (2020). Alexander von Humboldt and the invention of nature. <https://www.goethe.de>

HistoriaUniversal.org. (2023). Alexander von Humboldt: Biografía, vida y muerte. HistoriaUniversal.org. Recuperado de <https://historiauniversal.org/alexander-von-humboldt-biografia-vida-y-muerte/>

National Geographic. (2019). Alexander von Humboldt, el naturalista que redescubrió América. <https://historia.nationalgeographic.com.es>

Smithsonian Institution. (2021). The influence of Alexander von Humboldt. <https://www.si.edu>

Ébano y Anacahuita: el árbol y la flor representativos del estado de Nuevo León

Marco Antonio Alvarado Vázquez*, Sergio Manuel Salcedo Martínez
y Alejandra Rocha Estrada

Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología Vegetal
Ave. Pedro de Alba s.n., Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 66455

*Autor para correspondencia: marco.alvaradoz@uanl.edu.mx

Resumen

El ébano o acte es un árbol que pertenece a la familia Fabaceae de hasta 15 m de altura con un follaje denso que provee abundante sombra y destaca por su fortaleza, longevidad y belleza de su madera. Es conocido científicamente como *Ebenopsis ebano* y es una especie nativa de regiones cálidas del continente americano de gran importancia ecológica y valores ornamental e histórico. La especie *Cordia boissieri*, conocida en nuestra región como anacahuita, es una especie arbustiva o arbórea perteneciente a la familia Boraginaceae, ampliamente valorada por sus propiedades ornamentales, medicinales y ecológicas. Su belleza floral y su adaptabilidad la convierten en una de las plantas más cultivadas en regiones cálidas del norte de México y del suroeste de los Estados Unidos.

Palabras clave: anacahuita, ébano, legumbre, drupa, olivo texano, Nuevo León.

Abstract

The ebony tree, or acte, belongs to the Fabaceae family and can reach up to 15 meters in height. Its dense foliage provides ample shade, and it is prized for its strength, longevity, and beauty of its wood. Scientifically known as *Ebenopsis ebano*, it is a species native to warm regions of the America, of great ecological importance and ornamental and historical value. The species *Cordia boissieri*, known in our region as anacahuita, is a shrub or tree belonging to the Boraginaceae family, widely valued for its ornamental, medicinal, and ecological properties. Its floral beauty and adaptability make it one of the most cultivated plants in warm regions of northern Mexico and the southwestern United States.

Keywords: ebony, legume, drupe, texan olive tree, Nuevo León.

Introducción

Desde el inicio de las civilizaciones el hombre se ha asociado en comunidades y para ser identificado y reconocido como parte de ellas ha utilizado símbolos en dinteles, muros, escudos y pendones. Esta práctica ha trascendido hasta nuestros días, donde los escudos y sellos identifican países, regiones, instituciones y familias. Dentro de los símbolos de identidad más utilizados encontramos diferentes flores, hojas y plantas completas. Tal es el caso por ejemplo de la hoja de maple en la bandera de Canadá, el cedro verde en la del Líbano, el plátano, la palma de coco y la caña de azúcar en la de Fiyi. De la misma forma encontramos flores representativas para estados de la Unión Americana como la Magnolia de Misisipi, el girasol de Kansas, la flor de Yuca de Nuevo México y el frijolillo azul de Texas. Para el estado de Nuevo León, las plantas que le dan identidad y unidad a sus habitantes son el árbol del ébano y la flor de la anacahuita.

Árbol del ébano

Este árbol puede alcanzar hasta 15 metros de altura y hasta 80 cm de diámetro en su tronco de corteza color pardo oscura. Su copa es ovalada, densa y mide hasta 5 m de diámetro, lo que le permite proveer sombra abundante. Las ramas presentan espinas rectas dispuestas en pares. Las hojas son alternas, persistentes, pinnadas, compuestas, oblongo-obovados, glabras con pequeños cilios



Figura 1. Árbol de ébano adulto.

en los bordes con glándulas pediceladas. Se caen de marzo hasta principios de mayo, aunque la persistencia de su follaje depende de la disponibilidad de agua, se mantiene verde todo el año si cuenta con riego regular, aunque en periodos de sequía puede llegar a perder parte de sus hojas. Florece de mayo a mediados de julio, y por segunda vez de forma escasa en octubre. Las inflorescencias son racimos densos de color crema o amarillenta, atractivas y fragantes. Los frutos son vainas dehiscentes, aplanadas y bivalvas. Fructifica de agosto hasta finales de octubre. Las semillas maduras son de color café rojizo (Figuras 1–3).

El ébano puede superar los sesenta años en condiciones óptimas. Su madera posee una densidad y dureza excepcionales, lo cual le otorga gran resistencia al paso del tiempo. Su tasa de crecimiento es media en comparación con otros árboles urbanos o forestales y es capaz de resistir suelos áridos y condiciones extremas de sequía. Posee la capacidad para desarrollarse en suelos pobres, compac-

tos o incluso ligeramente inundados y tolerar climas tanto secos como húmedos.

Se le encuentra principalmente en su región de origen en la vertiente occidental del golfo de México desde Luisiana hacia el sur. En el pacífico de América se extiende desde Arizona y California en los Estados Unidos hasta Colombia y Argentina en el sur de América, donde habita zonas cálidas tanto húmedas como áridas. En México se distribuye especialmente en los estados del noreste desde el nivel del mar hasta los 1500 metros sobre nivel del mar, donde puede encontrarse en Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, San Luis Potosí y Sinaloa. Se le encuentra formando parte de mezquiales, en matorral espinoso tamaulipeco y matorral submontano.

Importancia

En algunas zonas, los frutos y semillas o maguacatas del ébano son comestibles. Además, existen referencias sobre posibles aplicaciones en la medicina tradicional como

antiinflamatorios o contra la diabetes, así como sobre la presencia de compuestos polifenólicos, además de actividad antibiótica, antitumoral e inmunomoduladora. Por su atractiva copa es una excelente selección en zonas urbanas de climas extremos para plantarse en parques y avenidas, ya que su denso follaje proporciona una sombra uniforme y refrescante. Esta última característica hace que numerosas especies de fauna silvestre, como aves e insectos, lo busquen para obtener refugio y alimento. Tal es el caso de diferentes polinizadores que aprovechan el néctar de sus flores para producir miel de gran calidad.

Usos

La madera de ébano ha sido apreciada por siglos debido a su densidad y coloración oscura. Su densidad evita que se agriete o deforme con el tiempo y su dureza la hace resistente al desgaste y a la deformación. Su nombre es sinónimo de lujo y resistencia, ya que posee un veteado exquisito cuya textura fina y uniforme al pulirse, adquiere un brillo y una suavidad excepcionales. Además, es fácil de trabajar con herramientas de carpintería y torno. La madera produce carbón de alta calidad. También se usa para postes de cerca en construcciones rurales, para la fabricación de muebles y gabinetes, de mangos para cuchillería fina, construcciones marinas, poleas para uso industrial, pisos industriales, artículos decorativos, columnas, armazones de casas y puentes de caminos. Las semillas tiernas son comestibles tostadas o hervidas.

Por su fácil germinación y establecimiento, así como su baja necesidad de agua y capacidad de crecimiento en suelos pobres y compactos, es una excelente opción para proyectos de reforestación, restauración ecológica, recuperación de áreas degradadas paisajismo urbano y el ébano es muy empleado como barrera natural para controlar la erosión del suelo y para la recuperación de suelos.

Plantación y cuidados del ébano

Para plantarlo, seleccione un sitio con abundante luz solar y donde tenga suficiente espacio para crecer en altura y desarrollar la copa, preferentemente al menos a 1.5 m de los límites de propiedad. Cave un hoyo el doble de la profundidad de la raíz y el doble del ancho de la copa, asegúrese que el inicio del tallo quede a ras del suelo y aplique un riego abundante después de trasplantarlo. Si siembra



Figura 2. Inflorescencias en espiga y foliolos de ébano.

desde semilla, lleve agua hasta 75°C, retire del fuego, ponga la semilla en el agua caliente y déjela por 6 minutos. Retírela, déjela secar y siembre inmediatamente o en los días sucesivos. Como puede crecer prácticamente en cualquier tipo de suelo, incluso pobres en nutrientes, si el suelo es medianamente fértil o utilizó tierra negra en el plantado, no requiere de abonos adicionales los primeros años. Asegúrese que el suelo tenga un buen drenaje para evitar la pudrición de las raíces jóvenes, pero sobrevivirá aún si hay encharcamientos ocasionales. En los primeros años proteja al árbol de los fríos intensos o heladas. Los árboles establecidos soportan bien los inviernos fríos. Aunque los árboles adultos muestran una gran tolerancia a la sequía y requieren de riego sólo en casos de ausencia prolongada de lluvia, durante los primeros dos años hay que dar riego regularmente, sobre todo en época de sequía. Para fortalecer la estructura y el desarrollo de una copa saludable, retire las ramas bajas que aparezcan en la base del tallo durante los primeros tres años de vida.

Simbolismo

Debido a su capacidad de prosperar en condiciones difíciles, el ébano es considerado en ciertas regiones un símbolo de resiliencia y adaptación. Para los pobladores de Nue-



Figura 3. Frutos de ébano. Fotografía Alan Ávalos.

vo león, el árbol de ébano ha estado ligado a su vida desde la fundación del estado en el Siglo XVI, quienes lo han aprovechado para la construcción de casas y cercas, o para obtener leña, carbón y alimento. En las calles, plazas y parques de ciudades y pueblos, o en el cruce de caminos rurales es frecuente encontrar árboles centenarios muy apreciados por la población, para quienes simboliza fortaleza, protección y pureza y por su longevidad, un lazo intergeneracional de gran importancia.

En reconocimiento a su valor histórico y cultural en la entidad, el Congreso del Estado* aprobó el 7 de marzo de 2016 la iniciativa presentada por el Biól. Glafiro Alanís y la Lic. Rocío Amezcua e impulsada por la diputada Liliana Tijerina para que el árbol “ébano maguacata” (*Ebenopsis ebano*), fuera denominado *Árbol representativo del Estado de Nuevo León*.

La anacahuita, la flor representativa de Nuevo León

La especie *Cordia boissieri* A.DC.1845, es conocida comúnmente como anacahuita, olivo mexicano u olivo texano. El nombre del género, *Cordia*, es en honor de Valerius Cordus, botánico alemán del siglo XVI y la especie *boissieri* en honor a Boissier, botánico francés del siglo XIX. La anacahuita pertenece a la familia Boraginaceae, crece en suelos delgados y pedregosos, con buen drenaje, ya sea co-

*Expediente Legislativo Núm. 9766/LXXIV del 12 de noviembre de 2015 que fue turnado para su estudio y dictamen a la Comisión de Medio Ambiente y contiene escrito presentado por el Biol. Glafiro J. Alanís Flores y la Lic. Rocío Amezcua Llenares.

mo arbusto, ramificándose desde la base o como árbol de hasta 8 m de alto y 20 cm de diámetro en su tronco. Al ser una planta de follaje perenne adaptada a condiciones de aridez y alta temperatura, así como poseer un rápido crecimiento y raíces verticales profundas se ha convertido en una excelente opción en zonas urbanas para adornar jardines y camellones urbanos, así como banquetas caseras. En México su distribución principalmente es en el noreste de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo. Es una planta con belleza única, tanto así que es la flor representativa de Nuevo León. Es común encontrarla en las planicies bajas de nuestro estado formando parte del matorral espinoso tamaulipeco, el matorral submontano y los mezquitales, pero también forma parte importante de áreas verdes y jardines.

Importancia y usos

La anacahuita luce llamativas flores blancas con un vistoso centro amarillo, que al estar presentes casi todo el año, crean una atmósfera de eterna primavera. Estas son atractivas para innumerables visitantes animales, los cuales han sido clasificados en posibles polinizadores, los florívoros, los de recursos secundarios y los ocasionales (Figura 4).

Sus hojas alargadas y redondeadas, son gruesas, firmes y pubescentes (aterciopeladas), característica importante, ya que funciona como biofiltro ambiental y para capturar partículas suspendidas o polvo atmosférico. Además, las hojas son alimento de la fauna silvestre y el ganado caprino y son utilizadas tradicionalmente como remedio para curar el reumatismo, problemas respiratorios y para la diabetes (Figura 5, Tabla 1).

El fruto parece una uva de 2 cm de diámetro, pero botánicamente es una drupa carnosa de color blanca a verde amarillenta, que al madurar es dulce por su abundante contenido de sacarosa que la vuelve muy apetecible y por lo que constituye una fuente de alimento para mamíferos, aves y ganado. También, tiene uso medicinal, ya que es un excelente remedio para la tos, fiebre y el resfriado (Figura 5, Tabla 1). La madera de la anacahuita es dura y resistente, por lo que se le utiliza en la fabricación de muebles y artesanías, para construir postes y cercos, así como para leña. En años recientes, la semilla de la anacahuita ha tomado relevancia, ya que, de acuerdo con



Figura 4. Árbol de anacahuita formando parte de la flora urbana de Monterrey, N.L. Fotografía Marco A. Alvarado.

varios estudios, es una fuente potencial de proteína, fibra y compuestos con actividad antioxidante e hipertensiva, por lo que debería ser utilizada como ingrediente en la elaboración de alimentos nutraceuticos, dándoles un valor agregado, ya que actualmente son consideradas como un subproducto de deshecho.

Plantación y cuidado

Las semillas para plantado se obtienen retirando la cubierta carnosa de los frutos, se deben escoger semillas de frutos sanos y de buen aspecto. Puede usar una lija para adelgazar un poco la pared de la semilla y facilitar su germinación. Plante la semilla inmediatamente después de recolectarla y hágalo siembre en un sustrato con buen drenaje. Ponga a germinar las semillas a temperatura cálida

asegurándose que el sustrato siempre esté ligeramente húmedo. Cuando las plantitas alcancen los 10 cm de altura puede replantarlas. Aunque se puede replantar durante todo el año, al inicio del verano las raíces crecerán más activamente. Para hacerlo, seleccione un espacio abierto, ya que la planta crece a pleno sol, aplique un riego frecuente durante los 2 primeros meses después del trasplante y después cada dos semanas. Aunque es una planta de zonas áridas, soporta mejor los veranos tórridos con un riego más frecuente y las temperaturas de congelación, cubriéndola con telas para heladas o metiendo las macetas al interior de casa.

Tabla 1. Uso medicinal de la anacahuita y parte utilizada.

Parte utilizada	Uso medicinal
Hojas	Tratamiento de reumatismo, bronquitis, tos y problemas respiratorios
Flores	Expectorante natural y tinte para tejidos
Frutos	Jaleas, jarabes medicinales y como alimento para la fauna
Corteza y ramas	Combate inflamaciones, fiebre y problemas gastrointestinales

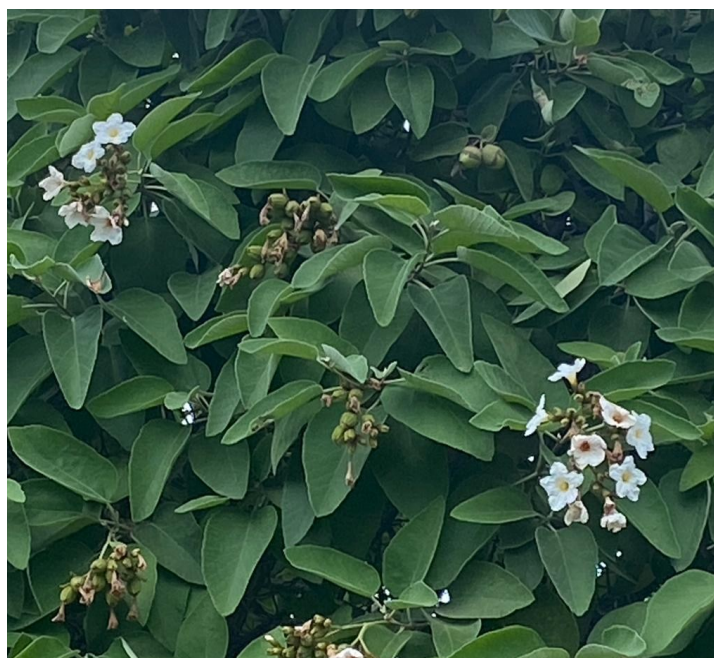


Figura 5. Follaje, flores y frutos de anacahuita. Fotografía: Marco A. Alvarado.



Figura 6. Detalle de la flor de anacahuita. Fotografía: Marco A. Alvarado.

Simbolismo

La anacahuita es símbolo de fortaleza interna, perseverancia y adaptabilidad y sus flores signo de pureza, esperanza y renovación, por ello fue seleccionada como la flor representativa del estado, por los habitantes de Nuevo León (Figura 6).

Conclusiones

La sombra refrescante del ébano siempre es agradecida después de las labores por los habitantes del estado, quienes son reconocidos por propios y extraños como “raza maguacatera” cuando los observan reunidos comiendo las semillas tiernas extraídas directamente de las vainas verdes hervidas o las maduras puestas a tostar al

comal. De la misma forma, la presencia de la anacahuita en nuestro alrededor nos llena de alegría y tranquilidad. ¿Sera acaso por su belleza exquisita, su porte elegante, el color y la forma de sus flores y los frutos que se apetecen cuando están maduros?

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo otorgado al proyecto Conservación y divulgación de la biodiversidad y riqueza biocultural del noreste de México a través del jardín Etnobiológico de la Universidad Autónoma de Nuevo León por Fondo CONAHCYT F003, clave RENAJEB 2023-10 apoyado por el Fondo Presupuestario F003 en la convocatoria For-

talecimiento de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos 2023.

Referencias

- Alanís Flores G.J., González Alanís D. (2012). Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey. Universidad Autónoma de Nuevo León, R. Ayuntamiento de Monterrey, 2000-2003. 128.
- Al-Fatimi M., Wurster M., Schröder G., Lindequist U. (2021). Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activities of selected medicinal plants from Yemen. *J Ethnopharmacol* 137(2): 457-463.
- Alvarado Vázquez M.A, Foroughbakhch Pournavab R., Jurado Ybarra E., Rocha Estrada A. (2003). Caracterización morfológica y nutricional del fruto de anacahuita (*Cordia boissieri* A.DC.) en dos localidades del noreste de México. *International Journal of Experimental Botany*. 85-90.
- Estrada Castillón A.E., Villarreal Quintanilla J.A., Delgado Salinas A., Encina Domínguez J.A., Salinas Rodríguez M.M., Cuelas Rodríguez L.G., Pando Moreno M., Arévalo Sierra J.R. (2022). Arbustos y árboles silvestres de las planicies bajas y laderas de montañas en Nuevo León, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, México. 606.
- Honorable Congreso de Nuevo León. 7 de marzo del 2016. Es ébano árbol representativo de Nuevo León. Poder Legislativo del estado de Nuevo León LXXVII Legislatura. En línea en H. Congreso de Nuevo León | ES ÉBANO ÁRBOL REPRESENTATIVO DE NUEVO LEÓN
- Juárez Goiz J.M.S., González Cruz L., Núñez Camargo D., Teniente Martínez G., Medina R.H., Bernardino Nicanor A. (2022). Parámetros de obtención de un aislado proteínico a partir de la semilla de anacahuita y evaluación de sus propiedades antioxidantes y antihipertensivas. *Acta Universitaria* 32: e3160. doi: <http://doi.org/10.15174.au.2022.3160>.
- Marini G., Graikou K., Zengin G., Karikas G.A., Gupta M.P., Chinou I. 2018. Phytochemical analysis and biological evaluation of three selected *Cordia* species from Panama. *Industrial Crops and Products* 120: 84-89.
- Martínez Adriano C.A. (2011). Fenología floral de la anacahuita (*Cordia boissieri*) y su relación con sus visitantes florales. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 61.
- Martínez López A.B., Núñez Camargo D., González Cruz L., Bernardino Nicanor A., Rangel Lucio J.A., Juárez Goiz J.M.S. (2020). Caracterización química y actividad antioxidante de la semilla de anacahuita. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 5: 719-721.
- Molina Guerra V.M., Mora Olivo A., Alanís Rodríguez E., Soto Mata B., Patiño Flores A.M. (2019). Plantas características del matorral espinoso tamaulipeco en México. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 114.
- Molina Salinas G.M., Pérez López A., Becerril Montes P., Salazar Aranda R., Said Fernández S., de Torres N.W. (2007). Evaluation of the flora of northern Mexico for in vitro antimicrobial and antituberculosis activity. *J Ethnopharmacol*. 12, 109(3): 435-41. doi: 10.1016/j.jep.2006.08.014. Epub 2006 Aug 23. PMID: 17000069.
- Owis A., Abo-youssef A. (2016). Protective effect of *Cordia boissieri* A. DC. (Boraginaceae) on metabolic syndrome. *J App Pharm Sci*. 6 (08): 083-089.
- Owis A., Abo-youssef A., Osman A. (2017). Leaves of *Cordia boissieri* A. DC. as a potential source of bioactive secondary metabolites for protection against metabolic syndrome-induced in rats. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 72(3-4): 107-118. <https://doi.org/10.1515/znc-2016-0073>
- Rocha Estrada A., Torres Cepeda T.E., González de la Rosa M. del C., Martínez Lozano S.J., Alvarado Vázquez M.A. (1998). Flora ornamental en plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México. *SIDA* 18(2): 579-586.
- Salazar Aranda R., Pérez López L.A., López Arroyo J., Alanís Garza B.A., Waksman de Torres N. (2011). Antimicrobial and antioxidant activities of plants from northeast of Mexico. *Evid Based Complement Alternat Med*. 536139. doi: 10.1093/ecam/nep127
- Sánchez M. 19 de junio del 2025. Características, usos y cuidados completos del árbol de ébano JardineríaOn. <https://www.jardineriaon.com/arbol-del-ebano.html>
- Sánchez S. 18 de febrero 18 del 2025. Árboles nativos de Nuevo León: conoce el ébano y su importancia ecológica. *Posta*. San Pedro Garza García, Nuevo León. Árboles nativos de Nuevo León: conoce el Ébano
- Sánchez Tolsà X. Madera de ébano: características, usos y cuidados madereta <https://www.madereta.com/tipos-de-madera/madera-de-ebano/>
- Villarreal J.P.V., Soto B.A.M., Heya M.S., Galindo Rodríguez S.A., Velázquez U.C., Noriega K.A.C., García Ponce R. (2024). Phytotherapeutic potential of *Artemisia ludoviciana* and *Cordia boissieri* extracts against the dermatophyte *Microsporum canis*. *Journal of Veterinary Research* 68(3): 389.
- Viveros Valdez E., Jaramillo Mora C., Oranday Cárdenas A., Morán Martínez J., Carranza Rosales P. (2016). Antioxidant, cytotoxic and alpha-glucosidase inhibition activities from the mexican berry anacahuita (*Cordia boissieri*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 66(3): 211-218.

Del Conocimiento Ancestral a la Evidencia Científica: Potencial Medicinal de *Mimosa tenuiflora* (Tepezcohuite)

Nancy Edith Rodríguez Garza* y Ana Laura Delgado Miranda

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas - Unidad A, Laboratorio de Inmunología y Virología, Ave. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. México, 66455.

*Autor para correspondencia: nancy.rodriguezgrz@uanl.edu.mx

Resumen

Mimosa tenuiflora, conocida en México como tepezcohuite, es un árbol originario de Mesoamérica y Sudamérica que ha acompañado a las comunidades indígenas durante siglos. Su corteza ha sido empleada tradicionalmente para tratar heridas, quemaduras y diversos problemas de la piel. Hoy en día, numerosos estudios científicos han comenzado a validar estas aplicaciones ancestrales, confirmando propiedades cicatrizantes, antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes, antiinflamatorias, entre otras. Gracias a estos hallazgos, el tepezcohuite se ha posicionado como un recurso natural de gran interés para la medicina. Actualmente, puede encontrarse en una amplia gama de productos comerciales, desde jabones y cremas, hasta gotas oftálmicas.

Palabras clave: *Mimosa tenuiflora*, tepezcohuite, planta medicinal, cicatrización de heridas, medicina tradicional.

Abstract

Mimosa tenuiflora, known in Mexico as tepezcohuite, is a tree native to Mesoamerica and South America that has accompanied indigenous communities for centuries. Its bark has been traditionally used to treat wounds, burns, and various skin conditions. Today, numerous scientific studies have begun to validate these ancestral applications, confirming wound-healing, antibacterial, antifungal, antioxidant, anti-inflammatory, and other beneficial properties. As a result of these findings, tepezcohuite has become a natural resource of significant interest in medicine. At present, it can be found in a wide range of commercial products, from soaps and creams to ophthalmic drops.

Keywords: *Mimosa tenuiflora*, tepezcohuite, medicinal plant, wound healing, traditional medicine.

Descripción de la planta

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir., conocida comúnmente como tepezcohuite en México o jurema en Brasil, es un árbol perteneciente a la familia Fabaceae, que incluye a las leguminosas (Figura 1). Puede alcanzar hasta ocho metros de altura y presenta ramas con espinas rectas de varios centímetros. Produce flores blancas agrupadas en espigas delgadas y alargadas, que suelen aparecer entre noviembre y junio (Figura 2A). Sus hojas, bipinnadas, están formadas por numerosos folíolos pequeños de color verde, que le confieren un aspecto delicado y plumoso (Figura 2B). Su fruto es una vaina lineal y estrecha, característica de las leguminosas, que alberga varias semillas pequeñas en su interior (Figura 2C). La corteza, de color rojizo y textura rugosa (Figura 2D), es la parte más utilizada con fines medicinales debido a su alto contenido de taninos y otros compuestos fenólicos (Alves *et al.*, 2018; Pimentel *et al.*, 2007).

Distribución

Se distribuye desde el sur de México, sobre todo en Oaxaca y Chiapas, hasta Centroamérica y el noreste de Brasil (Figura 3). Crece en climas cálidos y semiáridos, generalmente en suelos pobres y arenosos, formando parte de matorrales espinosos, selvas bajas caducifolias y zonas perturbadas como bordes de caminos y terrenos abandonados. Puede encontrarse desde el nivel del



Figura 1. Árbol de *Mimosa tenuiflora* (tepezcohuite). Imágen obtenida de <https://mexico.inaturalist.org/observations/175021389>

mar hasta aproximadamente 1 000 metros de altitud, lo que refleja su gran capacidad de adaptación a condiciones ambientales adversas (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2018).

Usos etnomedicinales

Los pueblos mayas y otras comunidades del sur de México y Centroamérica utilizaban la corteza del tepezcohuite en forma de polvo o cataplasma para curar quemaduras, heridas, infecciones cutáneas y problemas de la piel. Asimismo, en algunas regiones de Brasil, las raíces y la corteza de esta planta se usaron tradicionalmente para preparar una bebida ritual conocida como “vinho de jurema”. Esta infusión, rica en DMT (un compuesto con efectos psicoactivos), fue empleada por comunidades indígenas y afrodescendientes en ceremonias espirituales. Durante estos rituales, se creía que

la bebida facilitaba el contacto con espíritus que ofrecían guía o sanación (Alves *et al.*, 2018).

Su uso como cicatrizante se popularizó en México durante la década de 1980, cuando se empleó para atender a las víctimas de diversos desastres, como la erupción del volcán Chichonal en Chiapas (1982), la explosión de gas en San Juan Ixhuatepec, Estado de México (1984), y el terremoto de la Ciudad de México (1985). En estos eventos, muchas personas sufrieron lesiones cutáneas, principalmente quemaduras, que en numerosos casos fueron tratadas con cataplasmas de tepezcohuite, obteniéndose resultados favorables (Alves *et al.*, 2018).

Hoy en día el tepezcohuite se utiliza tópicamente principalmente por sus propiedades regeneradoras, anti-sépticas y antiinflamatorias. La corteza, ya sea en polvo

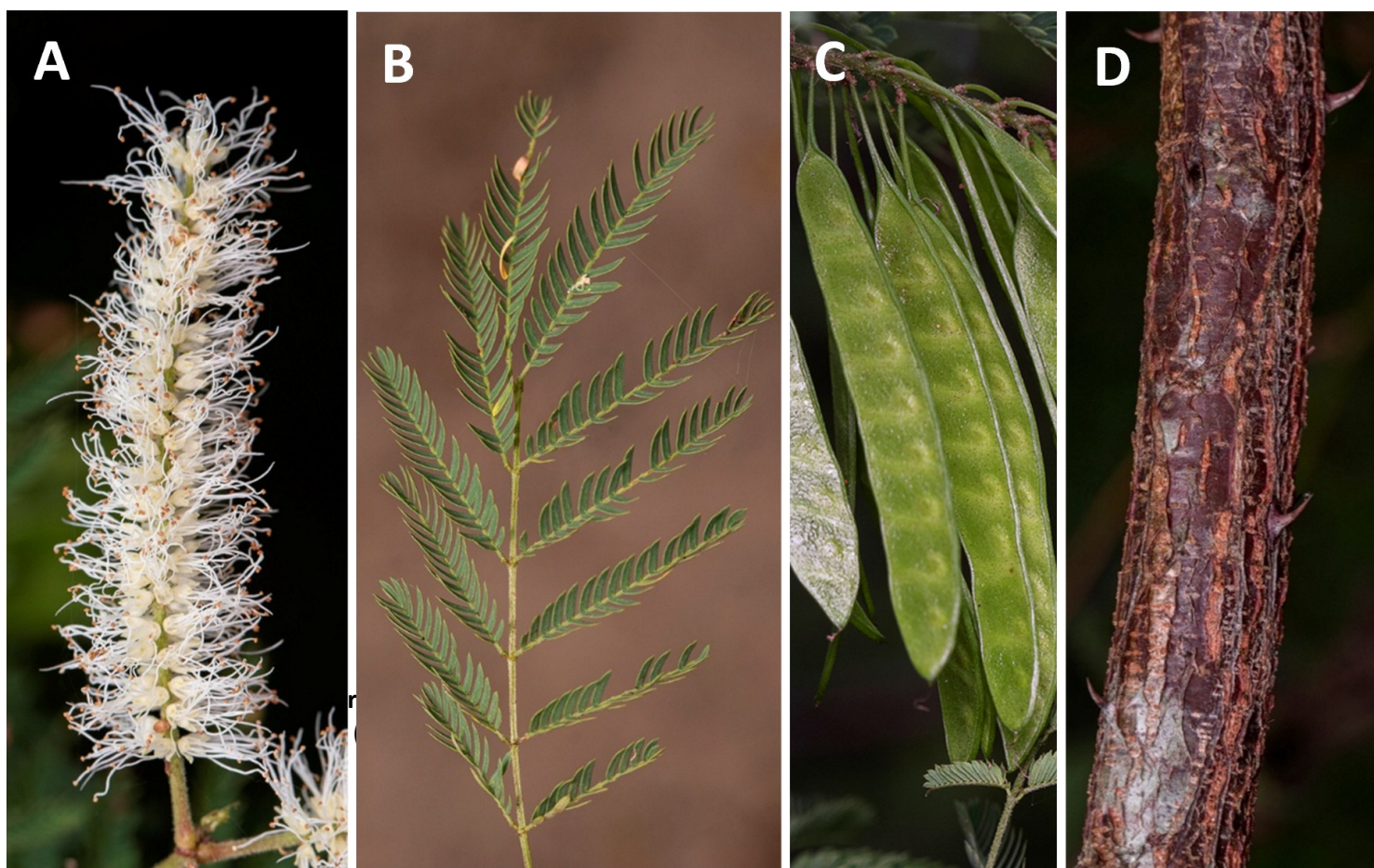


Figura 2. Partes principales de *Mimosa tenuiflora* (tepezcohuite). A) Flores, B) Hojas, C) Semillas, D) Corteza. Imágenes obtenidas de <https://mexico.inaturalist.org/observations/241775550>

o en forma de decocción, se aplica sobre la piel para tratar heridas, quemaduras leves, granos, irritaciones, llagas y otras afecciones cutáneas. Una preparación común consiste en hervir la corteza hasta que el agua se reduzca a una cuarta parte, dejando que se enfríe antes de aplicarla directamente sobre la zona afectada una vez al día. También puede tostarse un fragmento de corteza, molerse y mezclarse con agua hasta obtener una pasta que se aplica como cataplasma. Estas formas de uso ayudan a acelerar la cicatrización, prevenir infecciones y aliviar molestias como la comezón o el ardor.

Propiedades biológicas

Diversos estudios científicos han respaldado el uso tradicional del tepezcohuite al demostrar que posee múltiples propiedades biológicas, entre ellas: cicatrizante, antimicrobiana, antiinflamatoria, antitumoral y linfoproliferativa (Tabla 1). La investigación en torno a esta

planta ha sido amplia, incluyendo la evaluación de extractos obtenidos con distintos solventes como agua, metanol, hexano y cloroformo, así como su incorporación en formulaciones innovadoras, como nanopartículas, parches de quitosano y otras matrices biocompatibles.

Estas propiedades se atribuyen a los diversos compuestos bioactivos presentes en la corteza del tepezcohuite, entre los que destacan los taninos, flavonoides y arabinogalactanos. Los taninos poseen efectos antimicrobianos que ayudan a desinfectar las heridas, evitando infecciones. Los flavonoides, por su parte, actúan como potentes antioxidantes y antiinflamatorios, contribuyendo a reducir la inflamación y el daño celular en el tejido afectado. Además, los arabinogalactanos estimulan la regeneración celular y favorecen la producción de colágeno, acelerando así el proceso natural de cicatrización y reparación de la piel (Zippel *et al.*, 2009).

Productos con tepezcohuite

Actualmente, el tepezcohuite se ha popularizado en la industria cosmética y dermatológica, dando lugar a una amplia variedad de productos que contienen extractos de esta planta. Estos productos están diseñados para mejorar el aspecto general de la piel, ayudando a hidratarla, protegerla y mantener su elasticidad natural. Además, son muy valorados por su capacidad para atenuar cicatrices de diferentes orígenes, incluyendo las producidas por quemaduras, acné o heridas superficiales. También se emplean para aliviar irritaciones leves y afecciones cutáneas comunes, gracias a sus propiedades antiinflamatorias y regeneradoras. Entre las presentaciones más frecuentes se encuentran cremas, geles, lociones, jabones y ungüentos, entre otros (Tabla 2), que ofrecen una alternativa natural para el cuidado diario de la piel (Camargo-Ricalde, 2000).

Seguridad

El uso tópico del tepezcohuite se considera generalmente seguro y bien tolerado. Sin embargo, no se recomienda su consumo oral debido a la falta de estudios suficientes sobre sus efectos sistémicos y posible toxicidad a largo plazo. Como con cualquier remedio natural,

es fundamental consultar a un profesional de la salud antes de utilizarlo, especialmente en casos de afecciones graves o cuando se combina con tratamientos médicos convencionales.

Conclusiones

El caso de *Mimosa tenuiflora* es un ejemplo valioso de cómo el conocimiento tradicional ligado al aprovechamiento de una especie puede inspirar la investigación moderna. Aunque la evidencia científica respalda parte de sus propiedades, se requiere mayor investigación para establecer con claridad su eficacia y seguridad. Explorar las plantas medicinales como el tepezcohuite no solo rescata un legado cultural, sino que abre la puerta al desarrollo de nuevos tratamientos naturales para el futuro.

Referencias

- Alves A.S.A., Santos G.C., Albuquerque, U.P. (2018). *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. In: Albuquerque, U., Patil, U., Máthé, Á. (eds) Medicinal and Aromatic Plants of South America. Medicinal and Aromatic Plants of the World, vol 5. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-1552-0_31
- Cadena-Iñiguez P., Cruz-Morales F.D.C., Ballinas-Albores E. (2018). Tepezcohuite (*Mimosa tenuiflora* (L.) Willd.) el árbol de



Figura 3. Distribución de *Mimosa tenuiflora* (tepezcohuite) en el mundo. Imagen propia

Tabla 1. Propiedades medicinales de *Mimosa tenuiflora* (tepezcohuite).

Propiedad	Descripción	Referencia
Cicatrizante	Ayuda a regenerar la piel y cerrar heridas más rápido.	(E. de O. Silva <i>et al.</i> , 2024)
Antibacteriana	Inhibe el crecimiento de bacterias de importancia clínica como <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Escherichia coli</i> .	(S.A. de N.M. Silva <i>et al.</i> , 2020)
Antifúngica	Detiene el crecimiento de hongos de importancia clínica como <i>Trichophyton interdigitale</i> y <i>Candida albicans</i> .	(Ferreira & Evangelista, 2021)
Antiparasitaria	Combate parásitos de importancia clínica como <i>Trypanosoma cruzi</i> , <i>Trichomonas vaginalis</i> y <i>Strongyloides venezuelensis</i>	(Muelas-Serrano <i>et al.</i> , 2000; Rodríguez-Garza <i>et al.</i> , 2024)
Antiinflamatoria	Reducir la inflamación al disminuir los niveles de TNF α y aumentar la IL-10 e IL-1 β (sustancias del sistema inmunológico que regulan la inflamación).	(López Villarreal <i>et al.</i> , 2022)
Antioxidante	Posee actividad antioxidante neutralizando radicales libres.	(Hernández <i>et al.</i> , 2021)
Antitumoral	Inhibe el crecimiento de algunas células cancerosas.	(Elizondo-Luévano <i>et al.</i> , 2022; Rodríguez-Garza <i>et al.</i> , 2023)
Linfoproliferativa	Hace proliferar las células mononucleares de sangre periférica.	(Rodríguez-Garza <i>et al.</i> , 2023)

la piel. Agro Productividad 7(6): 10–16. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/560>

Camargo-Ricalde S.L. (2000). Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. Revista de Biología Tropical 48(4): 939–954.

Elizondo-Luévano J.H., Gómez-Flores R., Verde-Star M.J., Tamez-Guerra P., Romo-Sáenz C.I., Chávez-Montes A., Rodríguez-Garza N.E., Quintanilla-Licea R. (2022). In Vitro Cytotoxic Activity of Methanol Extracts of Selected Medicinal Plants Traditionally Used in Mexico against Human Hepatocellular Carcinoma. Plants 11(21): 2862. <https://doi.org/10.3390/plants11212862>

Ferreira T.L., Evangelista A.J.J. (2021). *Mimosa tenuiflora*'s antimicrobial activity on bacteria and fungi from medical importance: an integrative review. Archives of Microbiology 203 (6): 3399–3406. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02330-6>

Hernandez C., Cadenillas L., Maghubi A.El, Caceres I., Durrieu V., Mathieu C., Bailly J.D. (2021). *Mimosa tenuiflora* Aqueous Extract: Role of Condensed Tannins in Anti-Aflatoxin B1 Activity in Aspergillus flavus. Toxins 13(6): 391. <https://doi.org/10.3390/toxins13060391>

López Villarreal S.M., Elizondo Luévano J.H., Pérez Hernández R. A., Sánchez García E., Verde Star M.J., Castro Ríos R., Garza Tapia M., Rodríguez Luis O.E., Chávez Montes A. (2022). Preliminary Study of the Antimicrobial, Anticoagulant, Antioxidant,

Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Activity of Five Selected Plants with Therapeutic Application in Dentistry. International Journal of Environmental Research and Public Health 19(13): 7927. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137927>

Muelas-Serrano S., Nogal J.J., Martínez-Díaz R.A., Escario J.A., Martínez-Fernández A.R., Gómez-Barrio A. (2000). In vitro screening of American plant extracts on *Trypanosoma cruzi* and *Trichomonas vaginalis*. Journal of Ethnopharmacology,71(1–2): 101–107. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(99\)00185-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(99)00185-3)

Pimentel L.A., Correa F.R., Gardner D., Panter K.E., Dantas A.F. M., Medeiros R.M.T., Mota R.A., Araujo J.A.S. (2007). *Mimosa tenuiflora* as a Cause of Malformations in Ruminants in the Northeastern Brazilian Semiarid Rangelands. Veterinary Pathology 44(6): 928-931. <https://doi.org/10.1354/vp.44-6-928>

Rodríguez-Garza N.E., Gomez-Flores R., Quintanilla-Licea R., Elizondo-Luévano J.H., Romo-Sáenz C.I., Marín M., Sánchez-Montejo J., Muro A., Peláez R., López-Abán J. (2024). In Vitro Anthelmintic Effect of Mexican Plant Extracts and Partitions Against *Trichinella spiralis* and *Strongyloides venezuelensis*. Plants 13(24): 3484. <https://doi.org/10.3390/plants13243484>

Rodríguez-Garza N.E., Quintanilla-Licea R., Romo-Sáenz C.I., Elizondo-Luevano J.H., Tamez-Guerra P., Rodríguez-Padilla C., Gómez-Flores R. (2023). In Vitro Biological Activity and Lymphoma Cell Growth Inhibition by Selected Mexican Medicinal Plants. Life 13(4): 958. <https://doi.org/10.3390/life13040958>

Tabla 2. Productos comerciales con *Mimosa tenuiflora* (tepezcohuite).

Presentación	Uso principal
Aceite para masaje o piel seca	Usado como hidratante o calmante, en combinación con aceites esenciales.
Cápsulas	Problemas digestivos como gastritis, úlceras, colitis y hemorroides, además de migraña.
Champú	Fortalecer el cabello, prevenir caspa y caída capilar.
Chicles	Alivio de acidez, migraña, dolor dental e infecciones bucales.
Crema con colágeno	Hidratación y regeneración cutánea, aclarado de manchas y prevención de arrugas.
Crema humectante	Hidratación y regeneración de la piel, reducción de líneas de expresión.
Exfoliante facial o corporal	Con partículas de corteza molida para remover células muertas.
Extracto fluido	Alergias, eczemas, cicatrices y fortalecimiento capilar.
Gel corporal o facial	Para tratar quemaduras, irritaciones o como regenerador post-afeitado.
Gotas oftálmicas	Para el tratamiento de fatiga e irritación ocular
Jabón	Afecciones cutáneas como acné, manchas, arrugas y estrías.
Mascarilla facial (arcilla + tepezcohuite)	En polvo o lista para usar, destinada a limpiar y regenerar la piel.
Polvo	Tratamiento de quemaduras de segundo y tercer grado.
Pomada	Quemaduras leves, hongos, manchas y herpes.
Protector solar	Proteger la piel de los efectos visibles de la exposición solar
Sérum	Mezclado con colágeno, ácido hialurónico o vitamina E, para pieles maduras o con cicatrices.
Spray para heridas o irritaciones	Presentación líquida para fácil aplicación sobre piel lesionada.
Talco	Irritaciones, erupciones y rozaduras.
Tónico facial	Usado para piel grasa o con acné, como astringente natural.

Silva E. de O., de Souza M.L., de Souza N.A.C., de Melo D.F., da Costa L.A.G., Holanda B.F. de L.A., Nishimura R.H.V., Rolim L.A., Rolim Neto P.J. (2024). Phytopharmacological aspects of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.: a systematic review of preclinical data. *Phytochemistry Reviews* 23(4): 1183–1203. <https://doi.org/10.1007/s11101-024-09919-x>

Silva S.A. de N.M., Barros A.B., Souza J.M.T., Moura A.F., Araújo A.R. de, Mendes M.G.A., Daboit T.C., Silva D.A. da, Araújo A.J., Marinho Filho J.D.B. (2020). Phytochemical and biological pro-spection of *Mimosa* genus plants extracts from Brazilian north-

east. *Phytochemistry Letters* 39: 173–181. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2020.08.010>

Zippel J., Deters A., Hensel A. (2009). Arabinogalactans from *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret bark as active principles for wound-healing properties: Specific enhancement of dermal fibroblast activity and minor influence on HaCaT keratinocytes. *Journal of Ethnopharmacology* 124(3): 391–396. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.05.034>

Euglénidos, Algas Flageladas de Charcas y Arroyos

Sergio M. Salcedo Martínez*, Marco A. Alvarado Vázquez y
Gabriel Rubio Méndez

Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Biología Vegetal
Ave. Pedro de Alba s.n., Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. 66455

*Autor para correspondencia: sergio.salcedomr@uanl.edu.mx

Resumen

La Clase Euglenoidea es una de las cuatro que forman al Filo Euglenozoa. Son algas biflageladas autótrofas con cloroplastos formados por tres membranas donde la interior se agrupa en pilas de tres tilacoides o protistas heterótrofos fagótrofos o pinocíticos, que habitan principalmente cuerpos de agua dulce con abundante materia orgánica, cuyas reservas amiláceas son de paramilo y que sólo se reproducen asexualmente por fisión binaria. Se caracterizan por poseer una película de bandas proteicas bajo la membrana celular que al traslaparse le permiten un movimiento "metabólico" y una invaginación o vestíbulo apical donde se insertan los flagelos, típico del supergrupo Excavata. Son importantes productores primarios o depredadores continentales, se han utilizado como organismos modelo para estudios de biología celular, evolución, biotecnología, ecología y biorremediación y se espera que a través de estudios de ómica conocer más sobre su biología y lograr aprovechar su potencial.

Palabras clave: Euglenozoa, Euglenoides, algas dulceacuícolas, película.

Abstract

The Class Euglenoidea is one of the four classes that make up the Phylum Euglenozoa. They are autotrophic biflagellate algae with chloroplasts composed of three membranes, the innermost of which is grouped into stacks of three thylakoids. They are heterotrophic phagotrophic protists, also known as pinocytotic protists, that primarily inhabit freshwater bodies with abundant organic matter.

Their starch reserves are paramylon, and they reproduce only asexually by binary fission. They are characterized by a pellicle of protein bands beneath the cell membrane, which, when overlapped, allows for "metabolic movement". They also possess an apical invagination or vestibule where the flagella are inserted, a feature typical of the supergroup Excavata. They are important primary producers or continental predators and have been used as model organisms for studies in cell biology, evolution, biotechnology, ecology, and bioremediation. It is hoped that omics studies will further illuminate their biology and help harness their potential.

Keywords: Euglenozoa, Euglenoids, freshwater algae, pellicle

Introducción

Los euglenoideos (Euglenida, Euglenophyta o euglenidos) son una de las cuatro Clases dentro del Filo Euglenozoa, representada por 1157 especies de organismos principalmente unicelulares flagelados (monadales), aunque existen algunas especies que presentan estados palmeloides (colonias de células normalmente móviles que se vuelven inmóviles para resistir condiciones ambientales adversas dentro de una matriz gelatinosa que ellas mismas producen) y otras que forman colonias sésiles, como el género *Colacium*, en el cual las células maduras inmóviles

forman colonias ramificadas sostenidas por tallos mucosos.

Hábitat

Estos protistas flagelados están comúnmente presentes en agua dulce, en lagos, estanques y charcas, especialmente cuando es rica en materia orgánica. Aunque existen pocas especies que se encuentran en agua marina o salobre y algunas son endosimbiontes endozoicos, en diferentes invertebrados (como rotíferos, nematodos, platelmintos, oligoquetos y copépodos) o vertebrados (como el intestino de renacuajos). Numerosas floraciones euglenoides desaparecen del plancton por pérdida de flagelos y hundimiento en condiciones turbulentas, por ejemplo, en días ventosos o de tormentas pierden los flagelos y forman quistes temporales de reposo y luego se hunden a la superficie del sedimento. Las células pueden crecer activamente en esta etapa palmeloide a tasas equivalentes a las células planctónicas durante porciones significativas de su vida, lo que sugiere una existencia ticoplanctónica (especies bénticas que accidentalmente son llevadas a formar parte del plancton por turbulencia).

Nutrición

La mayoría de los euglenoideos se consideran heterótrofos obligados que obtienen su alimento a través de procesos como la fagocitosis, que es el modo primitivo de nutrición, o la pinocitosis, mientras que alrededor de un tercio son fotosintéticos.

Las especies autótrofas cuentan con cloroplastos originados por endosimbiosis secundaria a partir de la ingesta de un alga verde. Los cloroplastos con frecuencia están asociados a granos de paramilo, un carbohidrato (α -1,3-glucano) de reserva que es ex-

EUGLENOIDE

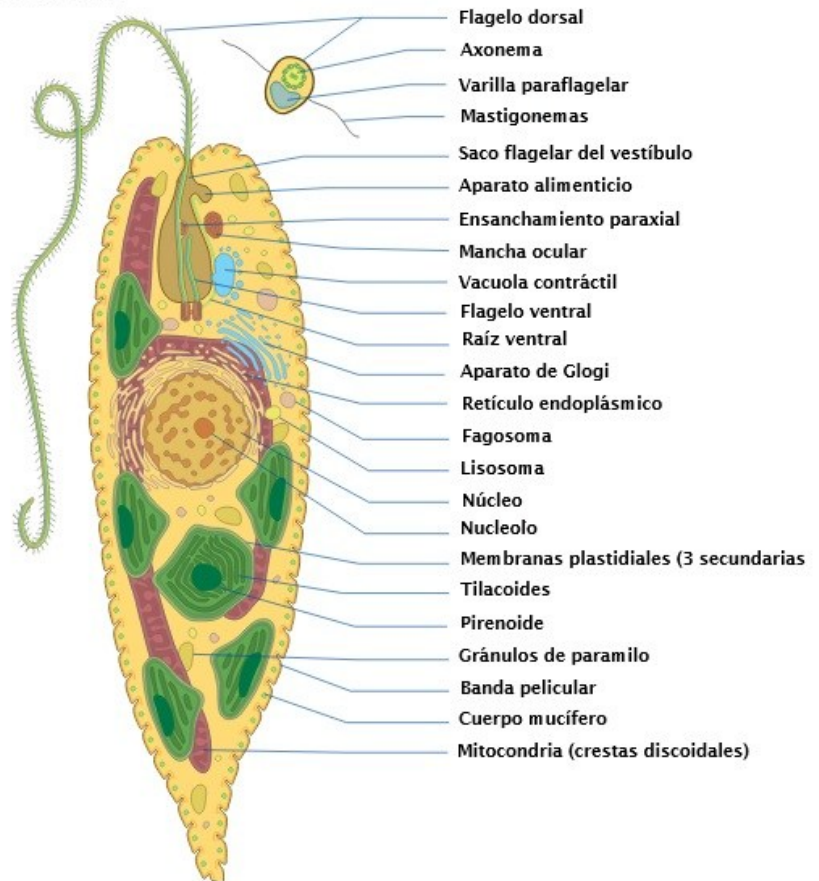


Figura 1. Morfología y partes de un euglenido.

clusivo de este grupo y están rodeados por tres membranas. La membrana interna está formada por sacos o tilacoides apilados generalmente en grupos de tres, no posee una lamela periférica y contienen clorofilas a y b, que les otorgan un color verde brillante, además de pigmentos accesorios como β -caroteno, neoxantina, diadinoxantina, entre otros.

Las especies heterótrofas atrapan pequeñas presas como bacterias y flagelados diminutos, mientras en las formas pinocíticas los nutrientes pueden ser obtenidos mediante absorción en un citostoma vestigial.

Locomoción

La mayoría de los euglenoideos fagótrofos existen dos flagelos, uno orientado hacia adelante, y otro dirigido hacia atrás y utilizado para deslizarse a lo

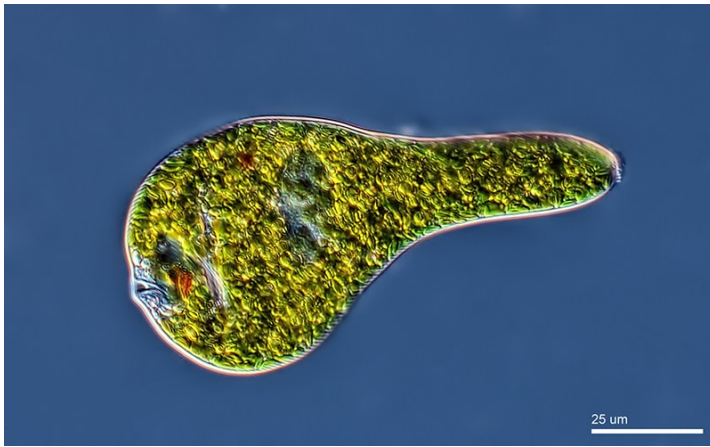


Figura 2. Euglénido mostrando movimiento metabólico, cloroplastos y mancha ocular.

largo del sustrato. En algunos, tales como *Peranema*, el flagelo orientado adelante es rígido y agita sólo en la punta. Mientras que en la mayoría de los euglenoideos con cloroplastos el flagelo dirigido hacia adelante se mueve en círculos generando una trayectoria ligeramente helicoidal, el flagelo orientado hacia atrás es tan corto que no emerge del reservorio, por lo que aparentan tener un solo flagelo, sin embargo, existen formas que poseen dos flagelos similares (*Eutreptia*) y otras que poseen cuatro.

Características

A diferencia de los vegetales, los euglenoideos no presentan una pared celular de celulosa. En su lugar, la cubierta celular está formada por una película (Figuras 1 y 3), que los distingue de otros grupos de algas y está formada por bandas internas espiraladas de proteína que se ubican por debajo de la membrana celular y una capa de mucílago externa a la membrana celular. Esta película de bandas proteicas sostenida por microtúbulos dorsales y ventrales varía desde rígida a flexible, y da la forma a la célula, a menudo ocasionándole estriaciones distintivas. En muchos euglenoideos las bandas pueden deslizarse unas sobre otras, provocando un movimiento característico conocido como movimiento metabólico (Figura 2). En algunos casos, las células además suelen estar cubiertas por una lorica (estructura tubular, cónica o

similar a un vaso, secretada por algunos protozoos y muchos rotíferos, reforzada por la adhesión de granos de arena u otras partículas).

Mientras la mayoría de los euglenozoos son pequeños y miden alrededor de 15-40 μm de tamaño, muchos euglenoideos alcanzan los 500 μm de largo. Las células suelen ser alargadas longitudinalmente y presentan un núcleo con nucleolo prominente y mitocondrias con crestas discoides, además de una invaginación apical o subapical que consiste en un canal angosto y un reservorio esférico o piriforme donde se anclan los flagelos y a donde desembocan una o más vacuolas contráctiles adyacentes. Pueden presentar una mancha ocular sensible a la luz en la base del flagelo emergente y este último casi siempre es mastigonemado, es decir está cubierto con una o dos hileras de fibrillas largas y una capa de fibrillas más cortas. Las formas heterótrofas presentan además un citostoma adyacente al reservorio destinado a la ingestión de partículas, que se atrofia en las formas pinocíticas.

Clasificación

Los Euglenozoa son un grupo monofilético que además de la Clase Euglenoidea comprende otras tres clases de las cuales los simbiotidos (Clase Postgaardea) son un pequeño grupo de protozoos biflagelados marinos que habitan en sedimentos marinos y otros ambientes anóxicos y se distinguen por tener una relación simbiótica con bacterias epibiontes; los miembros de la Clase Diplonemea forman un pequeño grupo de protistas flagelados, mayormente fagótrofos de vida libre, frecuentes en los hábitats marinos donde consumen detritus, algas y otras partículas de tamaño moderado; aunque dos especies viven en agua dulce y algunas son parásitos facultativos. Finalmente, la Clase Kinetoplastea contiene un grupo de protistas flagelados que incluye a varias especies encontradas en el suelo y en ambientes acuáticos, además de varios parásitos de plantas, peces y los seres humanos, en los que causan enfermedades



Figura 3. *Phacus longicauda* mostrando las estriaciones de la película rígida exterior.

graves como la leishmaniasis y las tripanosomiasis (conocidas como enfermedad del sueño y de Chagas).

Sobre la base del sistema de alimentación se distinguen tres Subclases de euglenoideos:

Heteronematina que son un grupo parafilético de flagelados sin cloroplastos, que presentan un aparato de ingestión o citostoma capaz de fagotrofia y que originó a las otras dos Clases. Tienen un modo de locomoción por deslizamiento sobre el sustrato (reptación) utilizando uno o ambos flagelos.

Aphagea o Rhabdomonadida, un grupo de osmótrofos sin cloroplastos o aparato de ingestión, que presentan uno o dos flagelos emergentes y carecen de mancha ocular.

Euglenophyceae que son especies fotótrofas que presentan uno o varios cloroplastos rodeados de tres membranas y con clorofilas a y b, aunque algunas especies han perdido secundariamente los cloroplastos y son osmótrofas. Típicamente nadan utilizando los flagelos y presentan una mancha ocular fotosensible asociada a ellos (Figura 3).

Reproducción

Únicamente se reproducen de forma asexual por mitosis seguida de fisión binaria longitudinal.

Importancia

Además de su importancia biológica, ya que los euglenoideos puede ser uno de los grupos planctónicos con mayores abundancias celulares en cuerpos de agua dulce o marismas., estudios de laboratorio han demostrado el gran potencial biotecnológico de este grupo donde se pueden lograr innovaciones significativas tanto en la producción de biocombustibles, nutracéuticos y suplementos nutricionales (biomasa rica en vitaminas E y β -caroteno, aminoácidos y ácidos grasos poliinsaturados), como en biorremediación y medicina, ya que sus reservas de paramilo muestran actividad inmunomoduladora, antimicrobiana y antiviral (contra el VIH y la influenza), un péptido cíclico aislado de *Euglena* ha demostrado actividad antifúngica y la euglenoficina y un alcaloide icotóxico producido por *Euglena sanguinea* y otras seis especies más de la Familia Euglenaceae, que inhibe el crecimiento de cultivos de microalgas, también inhibe el crecimiento del tejido sanguíneo de mamíferos, por lo que puede utilizarse en tratamiento de cáncer.

Los euglenoides, por su metabolismo versátil (mixotrofia), rápida reproducción y capacidad de adaptación a condiciones extremas, han sido utilizados extensamente como organismos modelo en investigación biológica (Figura 4) sobre el origen y evolución del cloroplasto, la estructura del citoesqueleto, la fototaxia y el movimiento euglenoide, en biotecnología para la producción de combustibles para aviones, paramilo y suplementos nutricionales, en ecología como bioindicadores para medir niveles de contaminación, para biorremediación de metales pesados o el tratamiento de aguas residuales con altos



Figura 4. *Euglena* sp. un organismo modelo común en Biología.

niveles de N y P y en investigaciones espaciales sobre gravitaxia y la producción de alimentos y soporte de vida en condiciones de gravedad lunar o marciana.

Por lo anterior, desde el 2020 se formó la Red Internacional Euglena, un esfuerzo colaborativo e integrador global entre academia e industria, para generar genomas de referencia de alta calidad para las casi 1000 especies conocidas de euglenoides, con esta iniciativa se espera llegar a comprender su biología y evolución, además de maximizar sus aplicaciones ecológicas y en el manejo ambiental y para explorar y comercializar los productos euglenoides.

Relaciones filogenéticas

El filo Euglenozoa es un grupo bien definido; sin embargo, su relación con otros protistas sigue siendo incierta. La estructura celular, especialmente la presencia de crestas mitocondriales discoides, y los análisis filogenéticos multigénicos han sugerido que los

Euglenozoa están cerca de la clase Heterolobosea, un grupo representado por amibas heterótrofas, ameboflagelados y flagelados. La información sobre la ultraestructura y la filogenia sugiere que ambos linajes son miembros del supergrupo Excavata.

Conclusiones

Los euglenozoa son protistas con relaciones filogenéticas inciertas, aunque contienen a los euglenoides que son un grupo monofilético de gran importancia biológica y con una enorme utilidad potencial para la humanidad que se espera sea revelada mediante la secuenciación genómica de la totalidad de sus especies.

Referencias

- Barsanti L., Birindelli L., Gualtieri P. (2022). Paramilón y otras moléculas bioactivas en microalgas y macroalgas. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares* 23(15): 8301. <https://doi.org/10.3390/ijms23158301>
- Bicudo C.E. de M., Menezes M. (2016). Phylogeny and Classification of Euglenophyceae: A Brief Review. *Frontiers in Ecology and Evolution* 4. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2016.00017>
- Noriega Cañar A. (2019). Euglenophyta, grupo fitoplanctónico de formas asombrosas en el humedal madrigal, Valle del Cauca. 1 recurso en línea (5 páginas) <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ca6157c-fc6b-4c58-a175-4752bea2148e/content>
- Schwartzbach S., Shigeoka S. (2017). *Euglena: Biochemistry, Cell and Molecular Biology*. Springer. DOI. 10.1007/978-3-319-54910-1.
- The University of Manchester. November 2022. Sequencing project to unleash the biotechnology potential of single-celled algae. On line: <https://www.manchester.ac.uk/about/news/unleashing-the-potential-of-algae/>
- Zimba P.V., Huang I.S., Gutierrez D., Shin W., Bennett M.S., Triemer R.E. (2017). Euglenophycin is produced in at least six species of euglenoid algae and six of seven strains of *Euglena sanguinea*. *Harmful algae* 63: 7984. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.01.010>

Contribución al conocimiento de la Brio flora en el Cerro de la Silla, Nuevo León, México

Erick M. Velázquez Castillo^{1,2*}, Marco A. Alvarado Vázquez¹, Ricardo Quirino Olvera¹, Sergio M. Salcedo Martínez¹, Jorge L. Martínez Ávila², Luis F. Ibarra Sánchez²

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Depto. Biología Vegetal Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, 66455. San Nicolás de los Garza, N.L. México.

²Yum Kaax Noreste, A.C. Calle Paris 1119, Colonia El Refugio Sector 1, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. C.P. 66430.

*Autor para correspondencia: mauricio.velazquezcstll@uanl.edu.mx

Resumen

En México se tienen registradas 984 especies y variedades de briofitas (sensu stricto), el estado de Nuevo León presenta 131 especies, 84 géneros y 37 familias de musgos, esto representa el 13.3% de las especies reportadas para el país. Es un grupo poco estudiado en la región, por lo que para contribuir a su conocimiento se seleccionó el Monumento Natural Cerro de la Silla (MNCS), por ser un símbolo emblemático situado en el centro del estado y una Área Natural Protegida en la zona de transición entre la Planicie Costera del Golfo Norte y la Sierra Madre Oriental. Como resultado de un muestreo oportunista realizado en 5 transectos que cubren los 2 principales tipos de vegetación presentes en la cara norte-noreste del MNCS, recorridos entre julio del 2022 y julio del 2023. Se identificaron ejemplares pertenecientes a 69 especies de musgos, distribuidas en 56 géneros y 28 familias, con lo que se aumenta en un 12.21% los registros previos y se reporta por primera vez para el estado de Nuevo León la familia Pilotrichaceae con una especie, así como 8 géneros y 16 especies más. Las familias mejor representadas en el estudio fueron Pottiaceae (14 géneros y 18 especies), Brachytheciaceae (6 géneros y 8 especies), Bryaceae (4 géneros y 6 especies), Fissidentaceae (1 género y 4 especies) y Leskeaceae (2 géneros y 4 especies). Por lo que el MNCS es un área de oportunidad para la investigación y/o conservación al presentar una alta diversidad briológica.

Palabras clave: briofitas, nuevos registros, diversidad briológica, Cerro de la Silla, Nuevo León, México.

Abstract

In Mexico, 984 species and varieties of bryophytes (sensu stricto) have been recorded; the state of Nuevo León harbors 131 moss species, distributed among 84 genera and 37 families, representing 13.3% of the species reported for the country. Despite this, bryophytes remain a poorly studied group in the region. To contribute to the knowledge of regional bryoflora, the Natural Monument Cerro de la Silla (MNCS) was selected, as it is an emblematic Natural Protected Area located in the central part of the state, within the transition zone between the Northern Gulf Coastal Plain and the Sierra Madre Oriental. As a result of an opportunistic survey covering the two main vegetation types present on the north-northeast face of the MNCS, conducted between July 2022 and July 2023, specimens belonging to 69 moss species, distributed in 56 genera and 28 families, were identified. The family Pilotrichaceae is reported for the first time for the state of Nuevo León, along with eight genera and sixteen additional species, representing a 12.21% increase in the number of recorded species. The best-represented families were Pottiaceae (14 genera and 18 species), Brachytheciaceae (6 genera and 8 species), Bryaceae (4 genera and 6 species), Fissidentaceae (1 genus and 4 species), and Leskeaceae (2 genera and 4 species). Overall, the MNCS represents an important area for research and/or conservation due to its high bryological diversity.

Keywords: bryophytes, new records, bryological diversity, Cerro de la Silla, Nuevo León, Mexico.

Introducción

Los musgos, pueden encontrarse en varios tipos de ecosistemas desde los sistemas húmedos hasta lugares áridos, estos cumplen la función de la absorción y conservación de la humedad en las montañas, retención de suelos además de ser fuente de alimento y lugar de refugio de animales y microorganismos.

Hoy en día se conoce muy poco sobre la presencia y distribución de los musgos en el norte del país, esto puede ser debido al bajo número de taxónomos dedicados al estudio de este grupo lo cual propicia un desconocimiento de la riqueza briológica local. Dentro de los estudios realizados tenemos a Crum (1950), quien hace una revisión sobre los musgos reportados en el noreste de México, en el cual se consi-

deraron los estados de Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí, reportando un total de 202 especies de las cuales solo 24 familias y 55 especies para Nuevo León.

En 1954 Whitehouse, estudió de forma integral la brioflora de Texas, encontrando especies en la colindancia al sureste con Nuevo León y Tamaulipas, obteniendo así un listado de 289 especies y 34 variedades. Por su parte Sharp *et al.* (1998), publicaron el libro *The Moss Flora of México*, el cual reúne los estudios brioflorísticos de la República Mexicana registrando 124 especies repartidas en 68 géneros en el estado de Nuevo León. Herrera-Paniagua y Martínez (2014), publicaron un estudio de la biodiversidad de los musgos de la Sierra Madre Oriental en los estados

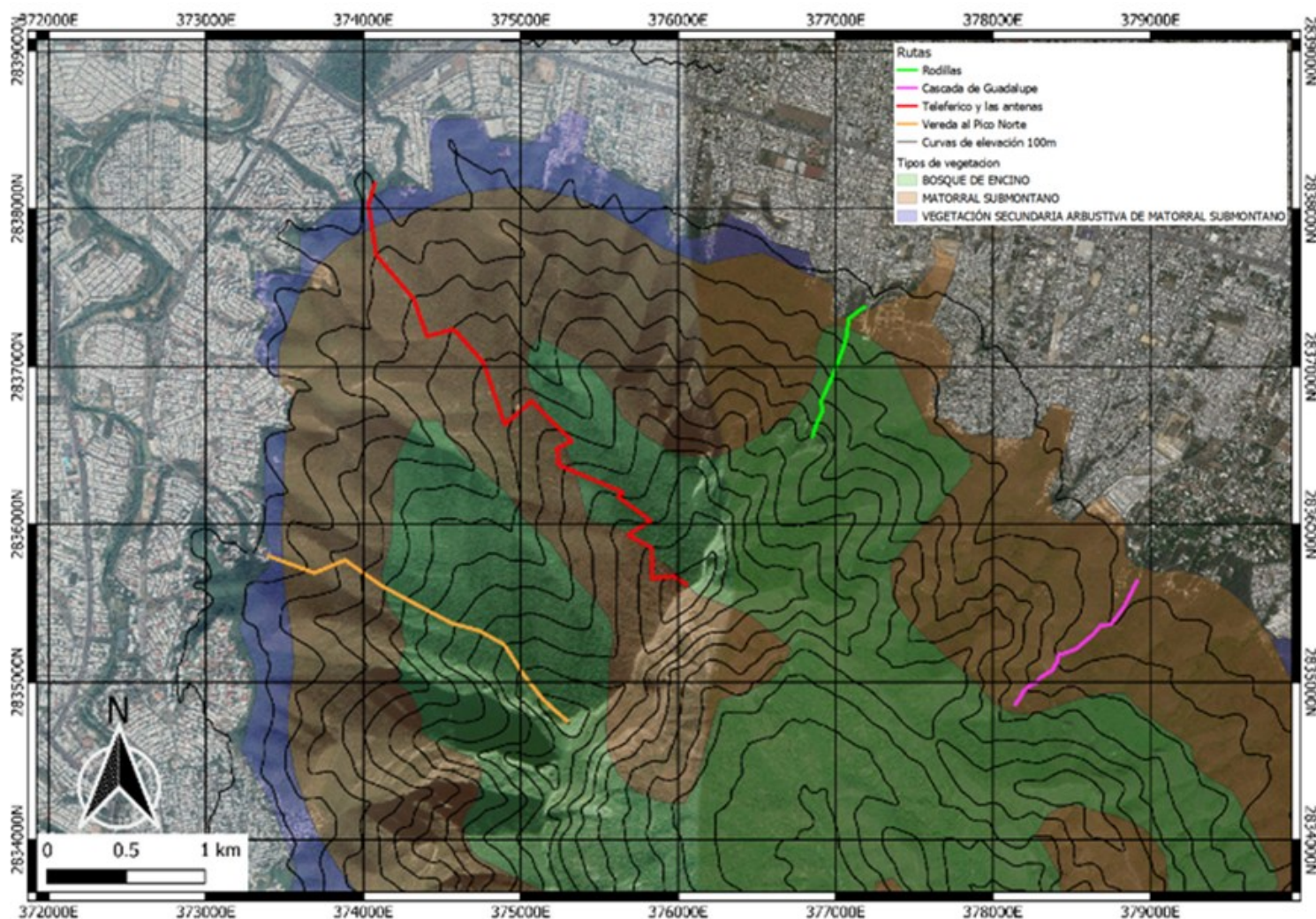


Figura 1. Mapa de la zona norte del Monumento Natural Cerro de la Silla.

de Querétaro y San Luis Potosí, en el cual se delimitaron polígonos en el bosque húmedo, resultando en 23 nuevos registros, de los cuales 12 son nuevas especies para la flora de musgos del estado de Querétaro y cinco para San Luis Potosí.

Por lo anterior y para enriquecer este escenario se realizó este estudio enfocado en conocer la riqueza briológica presente en el Monumento Natural Cerro de la Silla, situado en el centro de Nuevo León, México.

Material y métodos

Área de estudio

La montaña llamada "Cerro de la Silla" marca el inicio hacia el sur de la Sierra Madre Oriental. Está orientada hacia el nornoroeste y el sursureste y se encuentra en el centro del estado de Nuevo León, México, dentro de los municipios de Guadalupe, Monterrey y Juárez con un área aproximada de 6,039.3 hectáreas. Sus elevaciones van desde los 520 msnm hasta los 1,821 msnm, mostrando un terreno irregular con pendientes variables (0-90°) y cañones con laderas rocosas que presentan diferentes microclimas. Se presentan dos tipos de climas según la clasificación de Köppen modificado por García los cuales son (A)-C (w0) que corresponde a un clima templado, semicálido, subhúmedo con lluvias en verano y *BS1hw* el cual es un clima seco semicálido con lluvias en verano teniendo así una precipitación entre 700-900 milímetros mm en primavera-verano y 125-150 mm en otoño-invierno. Por otro lado, la vegetación presente es el Matorral submontano y el Bosque de encino, con vientos dominantes originarios del noreste y sureste. En cuanto a la geología este lugar presenta en su mayoría rocas sedimentarias pertenecientes a las épocas del Jurásico Superior y del Cretácico, y en menor proporción rocas metamórficas. Los tipos de suelos

Tabla 1. Cantidad de taxa presentes en las rutas.

Ruta	Familias	Géneros	Especies
Cascadas de Guadalupe	22	44	49
El Teleférico	12	19	20
Las Antenas	13	21	23
Vereda al Pico Norte	15	24	28
Las Rodillas	9	13	14

que se presentan son en su mayoría litosoles, regosoles y en menor cantidad están los luvisoles y fluvisoles, estos suelos se caracterizan por ser de texturas gruesas o con subsuelos duros y poco permeables. Por último, sus cañadas presentan arroyos intermitentes que desembocan en el Río La Silla (CONANP, 2014).

Las áreas estudiadas se encuentran en la zona norte del monumento y corresponden al paraje natural Cascadas de Guadalupe la cual presenta una vegetación de matorral submontano (1), las rutas de excursionistas conocidas como El Teleférico (2), Las Antenas (3), Vereda al Pico Norte (4) y Las Rodillas (5), los cuales presentan los tipos de vegetación de matorral submontano y bosque de encino (Figura 1).

El paraje natural Cascadas de Guadalupe ubicado en la porción sureste del MNCS, está compuesto por un sistema de cinco escurrimientos grandes, el venero por arriba de la primera cascada desde la cima y la poza que alimenta, raramente se secan.

La entrada a la ruta “El Teleférico” se ubica en la colonia Bosques de la Pastora y termina en la construcción de la antigua estación del teleférico.

La ruta “Las Antenas” empieza después de esta construcción y termina en la cúspide del Cerro de la Silla. En esta ruta y la anterior se encuentra vegetación de bosque de matorral submontano y bosque de encino.

El inicio de la ruta “Vereda al Pico Norte” se encuentra en la colonia Country La Silla 6o Sector y termina en la cúspide llamada Pico Norte del monumento, en el recorrido está presente la vegetación de bosque

Tabla 2. Taxa identificados en el Cerro de la Silla, Nuevo León, México.

Familia	Género	Especie
Amblystegiaceae	<i>Hygrohypnum</i>	<i>Hygrohypnum</i> sp.
	<i>Leptodictyum</i>	<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.
Anomodontaceae	<i>Anomodon</i>	<i>Anomodon minor</i> (Hedw.) Lindb.
	<i>Haplohymenium</i>	<i>Haplohymenium triste</i> (Ces.) Kindb
Bartramiaceae	<i>Philonotis</i>	<i>Philonotis longiseta</i> (Michx.) E. Britton
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium</i>	<i>Brachythecium occidentale</i> (Hampe) A. Jaeger
		<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Schimp.
	<i>Claopodium</i>	<i>Claopodium rostratum</i> (Hedw.) Ignatov
	<i>Eurhynchiastrum</i>	<i>Eurhynchiastrum pulchellum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen
	<i>Homalothecium</i>	<i>Homalothecium aureum</i> (Spruce) H. Rob.
		<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.
	<i>Palamocladium</i>	<i>Palamocladium leskeoides</i> (Hook.) E. Britton
	<i>Sciuro-hypnum</i>	<i>Sciuro-hypnum plumosum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen
Bryaceae	<i>Bryum</i>	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.
	<i>Gemmabryum</i>	<i>Gemmabryum radiculosum</i> (Brid.) J.R. Spence & H.P. Ramsay
		<i>Gemmabryum subapiculatum</i> (Hampe) J.R. Spence & H.P. Ramsay
	<i>Ptychostomum</i>	<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay ex Holyoak & N. Pedersen
	<i>Rosulabryum</i>	<i>Rosulabryum capillare</i> (Hedw.) J.R. Spence
		<i>Rosulabryum pseudocapillare</i> (Besch.) Ochyra
Dicranellaceae	<i>Dicranella</i>	<i>Dicranella longirostris</i> (Schwägr.) Mitt
Ditrichaceae	<i>Ceratodon</i>	<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.
Entodontaceae	<i>Entodon</i>	<i>Entodon macropodus</i> (Hedw.) Müll. Hal.
Erpodiaceae	<i>Venturiella</i>	<i>Venturiella acrifolia</i> (Pursell) Pursell
Fabroniaceae	<i>Fabronia</i>	<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.
Fissidentaceae	<i>Fissidens</i>	<i>Fissidens bryoides</i> Hedw
		<i>Fissidens curvatus</i> Hornsch.
		<i>Fissidens dubius</i> P. Beauv.
		<i>Fissidens steerei</i> Grout
Grimmiaceae	<i>Grimmia</i>	<i>Grimmia</i> sp.
Hypnaceae	<i>Hypnum</i>	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.
	<i>Taxiphyllum</i>	<i>Taxiphyllum taxirameum</i> (Mitt.) M. Fleisch.
	<i>Vesicularia</i>	<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schwägr.) Broth.
Leskeaceae	<i>Haplocladium</i>	<i>Haplocladium angustifolium</i> (Hampe & Müll. Hal.) Broth.
		<i>Haplocladium microphyllum</i> (Sw. ex Hedw.) Broth.
	<i>Rozea</i>	<i>Rozea andrieuxii</i> (Müll. Hal.) Besch.

Tabla 2. Continuación...

Familia	Género	Especie
Leucodontaceae	<i>Leucodon</i>	<i>Leucodon cryptotheca</i> Hampe
Meteoriaceae	<i>Meteorium</i>	<i>Meteorium teres</i> Mitt.
Mniaceae	<i>Pohlia</i>	<i>Pohlia</i> sp.
Neckeraceae	<i>Forsstroemia</i>	<i>Forsstroemia producta</i> (Hornsch.) Paris
Orthotrichaceae	<i>Lewinskya</i>	<i>Lewinskya rupestris</i> (Schleich. ex Schwägr.) F. Lara, Garilleti & Goffinet
	<i>Ulotia</i>	<i>Ulotia crispa</i> (Hedw.) Brid.
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium</i>	<i>Trachyxiphium hypnaceum</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck
Pottiaceae	<i>Bryocephospora</i>	<i>Bryocephospora mexicana</i> (E.B. Bartram) H.A. Crum & L.E. Anderson
	<i>Bryoerythrophyllum</i>	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) P.C. Chen
	<i>Chenia</i>	<i>Chenia leptophylla</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander
	<i>Chinoloma</i>	<i>Chinoloma tenuirostre</i> (Hook. & Taylor) M. Alonso, M.J. Cano & J.A. Jiménez
	<i>Didymodon</i>	<i>Didymodon vinealis</i> subsp. <i>vinealis</i> (Brid.) R.H. Zander
	<i>Hymenostylium</i>	<i>Hymenostylium recurvirostrum</i> (Hedw.) Dixon
	<i>Pleurochaete</i>	<i>Pleurochaete luteola</i> (Besch.) Thér.
	<i>Syntrichia</i>	<i>Syntrichia fragilis</i> (Taylor) Ochyra
		<i>Syntrichia obtusissima</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander
		<i>Syntrichia laevipila</i> (Brid.)
	<i>Tortella</i>	<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn
	<i>Tortula</i>	<i>Tortula muralis</i> Hedw.
	<i>Trichostomum</i>	<i>Trichostomum brachydontium</i> Bruch
		<i>Trichostomum portoricense</i> H.A. Crum & Steere
	<i>Tuerckheimia</i>	<i>Tuerckheimia svihlae</i> (E.B. Bartram) R.H. Zander
	<i>Uleobryum</i>	<i>Uleobryum</i> sp.
	<i>Weissia</i>	<i>Weissia controversa</i> Hedw.
		<i>Weissia condensa</i> (Voit) Lindb.
Ptychomitriaceae	<i>Ptyotrichium</i>	<i>Ptychomitrium serratum</i> Bruch & Schimp.
Pylaisiaceae	<i>Homomallium</i>	<i>Homomallium mexicanum</i> Cardot
	<i>Pylaisia</i>	<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum</i>	<i>Sematophyllum adnatum</i> (Michx.) E. Britton
Splachnobryaceae	<i>Splachnobryum</i>	<i>Splachnobryum obtusum</i> (Brid.) Müll. Hal.
Theliaceae	<i>Thelia</i>	<i>Thelia hirtella</i> (Hedw.) Sull.
		<i>Thelia</i> sp.
Thuidiaceae	<i>Pelekium</i>	<i>Pelekium schistocalyx</i> (Müll. Hal.) Touw
		<i>Pelekium sharpii</i> (H.A. Crum) G.M. Suárez & Schiavone
Timmiellaceae	<i>Timmiella</i>	<i>Timmiella anomala</i> (Bruch & Schimp.) Limpr.

de matorral submontano y el bosque de encino.

Muestreo

Se realizó un muestreo crítico (intencional o por juicio de experto), dirigido específicamente identificar y recolectar todos los musgos diferentes detectados al recorrer los cuatro senderos en la zona norte del Cerro de la silla. De esta forma se cubrió rápidamente una mayor área, en el periodo comprendido del 1 de junio de 2022 al 1 de junio de 2023. Para cada muestra colectada se determinó su posición geográfica con ayuda de un geoposicionador (GPS MAGELLAN MAP 330), anotando número de colecta, vegetación y sustrato en la libreta de campo. Cada musgo se identificó de manera tentativa con ayuda de una lupa y se retiró del sustrato con ayuda de una navaja o pinzas de disección, enseguida se colocó individualmente en un sobre de papel con una muestra del sustrato, dándole un número de muestra y anotando el mismo en el sobre y en una libreta de campo.

Identificación

La identificación de los ejemplares se realizó mediante claves taxonómicas, descripciones y esquemas del libro “The Moss Flora of México” (Sharp *et al.*, 1994), para lo cual se realizaron observaciones de la morfología y anatomía de los ejemplares, realizando cortes histológicos transversales de los filidios, caulidios y esporofitos, para esta parte se utilizó un microscopio óptico (Leica IC DM 750) y microscopio estereoscopio (AmScope SM-4TP). Se actualizaron los nombres de cada taxa tomando en cuenta la base de datos del “Consortium of Bryophyte Herbaria” <https://bryophyteportal.org/portal/>.

Resultados y discusión

En el estudio bibliográfico se encontraron un total de 37 familias, 84 géneros y 131 especies reportadas a nivel estatal. Gracias a los muestreos realizados en el área de estudio, se identificaron 69 especies de musgos, distribuidas en 56 géneros y 28 familias encon-

tradas a lo largo de las diferentes rutas (Tabla 1 y 2). Registrando la familia Pilotrichaceae, así como 8 géneros y 16 especies de musgos previamente no registrados para el estado de Nuevo León (Tabla 3 y 4).

A nivel área de estudio, las familias más representativas fueron Pottiaceae (14 géneros y 18 especies), Brachytheciaceae (6 géneros y 8 especies) y Bryaceae (4 géneros y 6 especies). Las rutas con mayor riqueza de especies fueron Cascadas de Guadalupe (49 especies), seguida de Vereda al Pico Norte (28), Las Antenas (23), El Teleférico (20) y finalmente Las Rodillas (14). De forma similar, la riqueza de familias fue mayor en Cascadas de Guadalupe (22), decreciendo progresivamente en Pico Norte (15), Las Antenas (13), El Teleférico (12) y Las Rodillas (9).

Entre las rutas estudiadas, el trayecto Teleférico-Antenas mostró una riqueza especialmente alta, lo cual puede explicarse por la convergencia de tipos de vegetación (matorral submontano y encinar) y una

Tabla 3. Nuevos géneros reportados para Nuevo León.

Familia	Género
Amblystegiaceae	<i>Hygrohypnum</i>
Brachytheciaceae	<i>Sciuro-hypnum</i>
Erpodiaceae	<i>Venturiella</i>
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium</i>
Pottiaceae	<i>Bryocephospora</i>
	<i>Chenia</i>
	<i>Chionoloma</i>
	<i>Uleobryum</i>
Familia	Género
Amblystegiaceae	<i>Hygrohypnum</i>
Brachytheciaceae	<i>Sciuro-hypnum</i>
Erpodiaceae	<i>Venturiella</i>
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium</i>
Pottiaceae	<i>Bryocephospora</i>
	<i>Chenia</i>
	<i>Chionoloma</i>
	<i>Uleobryum</i>

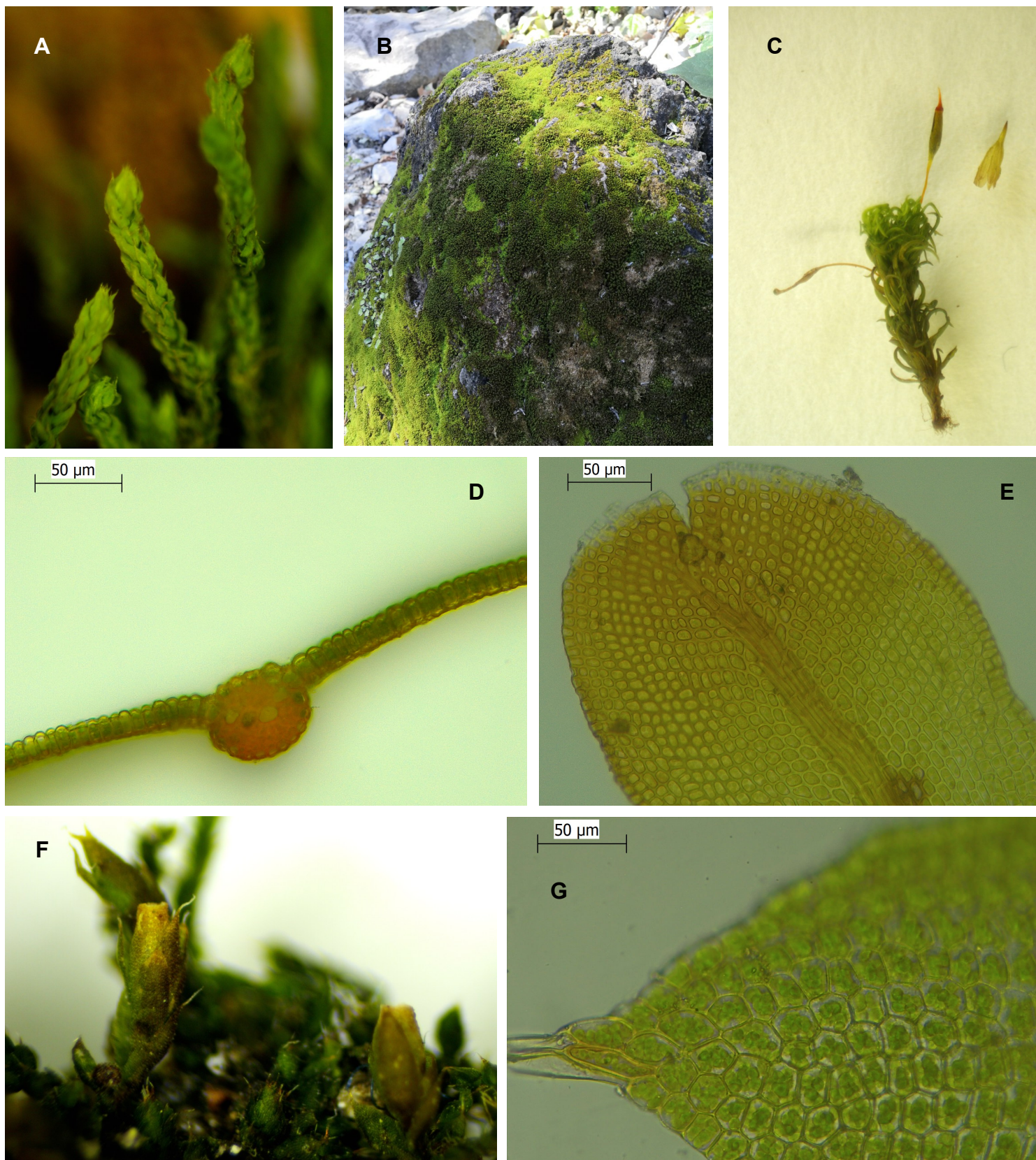


Figura 2. A) *Anomodon rostratus* (Teleférico antenas cerro de la silla), B) Comunidad de musgos (Cascada de Guadalupe), C) *Ptychomitrium serratum* (ejemplar deshidratado con esporofito y caliptra), D) Corte histológico de *Tortella humilis* (cascada de Guadalupe), E) Filidio de *Splachnobryum obtusum* (entrada al teleférico), F) Esporofito de *Venturiella acrifolia* (Teleférico), G) Filidio de *Venturiella acrifolia* (Teleférico).

Tabla 4. Nuevas especies reportados para el estado de Nuevo León.

FAMILIA	ESPECIE
Amblystegiaceae	<i>Hygrohypnum</i> sp.
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium plumosum</i> (Hedw.) Schimp.
	<i>Sciuro-hypnum plumosum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen
Bryaceae	<i>Gemmabryum radiculosum</i> (Brid.) J.R. Spence & H.P. Ramsay
	<i>Gemmabryum subapiculatum</i> (Hampe) J.R. Spence & H.P. Ramsay
	<i>Rosulabryum pseudocapillare</i> (Besch.) Ochyra
Erpodiaceae	<i>Venturiella acrifolia</i> (Pursell) Pursell
Fissidentaceae	<i>Fissidens curvatus</i> Hornsch.
	<i>Fissidens dubius</i> P. Beauv.
	<i>Fissidens steerei</i> Grout.
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium hypnaceum</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck
Pottiaceae	<i>Bryocephospora mexicana</i> (E.B. Bartram) H.A. Crum & L.E. Anderson
	<i>Chenia leptophylla</i> (Müll. Hal.) R.H. Zander
	<i>Chionoloma tenuirostre</i> (Hook. & Taylor) M. Alonso, M.J. Cano & J.A. Jiménez
	<i>Trichostomum portoricense</i> H.A. Crum & Steere
	<i>Uleobryum</i> sp.

mayor heterogeneidad ambiental. Asimismo, la mayor riqueza de especies, géneros y familias se registró en el paraje Cascadas de Guadalupe, seguida por la ruta Vereda al Pico Norte, ambas caracterizadas por mayores niveles de humedad y sombra, factores que favorecen el crecimiento de musgos.

Al comparar los resultados del estudio, se observa la presencia del 75.6 % de las familias, el 66.6 % de los géneros y 52.6 % de las especies previamente reportadas en el estado de Nuevo León.

Conclusiones

Con este estudio se incrementó el número de taxa reportados en Nuevo León con una familia, 8 géneros y 16 especies, actualizando la cantidad de registros para el estado a un total de 38 familias, 96 géneros y 147 especies. Indicando que el MNCS presenta una

alta representatividad estatal. Por último, dada la gran diversidad de microclimas que presenta el MNCS si se hace un mayor esfuerzo de colecta podrían encontrarse más especies que las encontradas en este estudio e inclusive nuevos registros para el estado de Nuevo León.

Referencias

- Varzakas T., Smaoui S. (2024). Global foodCrum H. (1951). A checklist of mosses of northeastern México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 12.
- Herrera-Paniagua P., Martínez M. (2014). Musgos de bosques húmedos de montaña en la sierra madre oriental: Nuevos registros regionales. Botanical Sciences 92 (1): 81-88.
- Sharp A., Crum H., Eckel P. (1994). The moss flora of México. Memoirs of The New York Botanical Garden 69: 1-1113.
- Whitehouse E., Allister F. (1954). The Mosses of Texas. A catalogue with annotations. The Bryologist 57(2): 63. <https://doi.org/10.2307/3240238>.

Modelación de nicho ecológico y distribución potencial de *Myrospermum sousanum* A.Delgado & M.C.Johnst.

Adrián González-Martínez^{1,2*}

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas,

¹Laboratorio de Biología de la Conservación y Desarrollo Sostenible-Laboratorio de Paleobiología. Ave. de los Rectores s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. México. 66455.

²Flora de Nuevo León (@floradenuvoleon).

*Autor para correspondencia: adrian.gonzalezmtz@uanl.edu.mx

Resumen

Myrospermum sousanum A. Delgado & M.C. Johnst. es una especie endémica del noreste de México, perteneciente a la familia Fabaceae y reconocida por el agradable aroma a canela que emiten sus hojas y flores. Forma parte de la comunidad vegetal del matorral submontano, habitando cañones y valles semiáridos entre las montañas del noroeste de Nuevo León. Su distribución geográfica es restringida; originalmente se consideraba limitada a tres municipios de Nuevo León, entre las sierras de Lampazos y Bustamante, aunque registros recientes amplían su presencia hacia el piedemonte de la Sierra de Picachos y, más al sur, en la zona metropolitana de Monterrey. En este estudio se modeló el nicho ecológico y la distribución potencial de la especie mediante un enfoque de ensamblaje basado en tres algoritmos de aprendizaje supervisado: *Random Forest* (RF), *Support Vector Machines* (SVM) y *Boosted Regression Trees* (BRT), utilizando variables bioclimáticas y topográficas. Los resultados indican que la precipitación del mes más seco, la isothermalidad y la pendiente fueron las variables más determinantes para definir su distribución potencial, estimada en 6,907 km². El modelo sugiere una preferencia de la especie por sitios con baja variación anual de temperatura y un marcado déficit de precipitación durante el invierno.

Palabras clave: falsa canela arroyera, Fabaceae, Nuevo León.

Abstract

Myrospermum sousanum A. Delgado & M.C. Johnst. is an endemic species from northeastern Mexico belonging to the family Fabaceae, characterized by the pleasant cinnamon scent emitted by its leaves and flowers. It is part of the sub-

montane scrub plant community, inhabiting semi-arid canyons and valleys among the mountains of northwestern Nuevo León, Mexico. Its geographic range is restricted; it was originally thought to be confined to three municipalities of Nuevo León, between the Sierra de Lampazos and the Sierra de Bustamante, although recent records extend its presence to the foothills of the Sierra de Picachos and farther south, into the metropolitan area of Monterrey. In this study, we modeled the ecological niche and potential distribution of the species using an ensemble approach based on three supervised learning algorithms: *Random Forest* (RF), *Support Vector Machines* (SVM), and *Boosted Regression Trees* (BRT), incorporating bioclimatic and topographic variables. The precipitation of the driest month, isothermality, and slope were the most influential variables in defining a potential distribution area of 6,907 km². The model indicates a preference for areas with low annual temperature variation and a marked rainfall deficit during winter.

Keywords: arroyo sweetwood, Fabaceae, Nuevo León.

Introducción

La familia Fabaceae, también conocida como Leguminosae, conforma uno de los grupos más diversos de angiospermas, tan sólo por detrás de las orquídeas (Orchidaceae) y las compuestas (Asteraceae). Hoy en día se reconocen entre 770 y 930 géneros, y entre 19,500 y 23,500 especies (Bánki *et al.*, 2025; Zhang *et al.*, 2020). Esta elevada cuenta de taxones está reflejada en su diversidad de formas, desde herbáceas anuales hasta altos árboles, así como en su diversidad

de hábitats, dominando en ecosistemas tropicales a subtropicales y siendo parte importante de las comunidades templadas, subalpinas y alpinas (Lewis *et al.*, 2005).

Las fabáceas son alimentos básicos en casi todas las tradiciones culinarias del mundo, donde sus frutos (vainas) y semillas secas (llamadas leguminosas o pulsos) son apreciadas por su sabor y aporte nutrimental. Podemos resaltar a los frijoles, habas, lentejas, alubias, soya, chícharos, ejotes o frijoles verdes y, localmente en el noreste de México, las maguacatas del ébano mexicano (*Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J.W. Grimes) y las dulces vainas de los mezquites (*Neltuma* spp.), que además proveen recursos forestales. Otras plantas de esta familia producen materia prima industrial como pigmentos rojos y violetas en el palo de Campeche (*Haematoxylum campechianum* L.) hasta azul intenso o añil en el índigo (*Indigofera* spp.) y se aprovechan para la fabricación de textiles, pulpa de madera, combustible, forraje, entre otros usos (Alvarado-Vázquez *et al.*, 2010; Lewis *et al.*, 2005).

México es un lugar biogeográficamente privilegiado, siendo el punto donde las biotas neárticas y neotropicales coalescen y encuentran fértil terreno en amplias llanuras costeras, abruptas y estridentes cadenas montañosas bañadas por los barloventos del Golfo de México y el Océano Pacífico, una altiplanicie de extensión subcontinental, desiertos cálidos y fríos, praderas alpinas, entre otros innumerables alicientes fisiográficas que alimentan una maquinaria evolutiva constructora de endemismos. Bajo este contexto, Fabaceae es la segunda familia de plantas más diversa en el territorio mexicano con casi 2,000 especies, de las cuales, casi la mitad son endémicas al país y, en su mayoría, restringidas a zonas áridas y semiáridas (Delgado-Salinas *et al.*, 2021; Estrada-Castillón *et al.*, 2024; Rzedowski, 1991a, 1991b; Villaseñor, 2016).

En la región noreste de México, nominalmente comprendida por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, se refleja la amplia diversidad ecosistémica y biológica de México. Al este, la Planicie Costera del Noreste colinda directamente con el Golfo de México y está fuertemente influenciada por la humedad y tormentas tropicales aportadas por las corrientes cálidas

del Mar Caribe, hacia el oeste se ubica el corazón del Desierto Chihuahuense y el Altiplano Mexicano, con vastas extensiones de desiertos subtropicales (Morro-ne, 2019) y entre estos dos extremos cruza la Sierra Madre Oriental, un complejo de pliegues-cabalgaduras de origen sedimentario marino que se extiende en dirección sureste-noroeste (Eguiluz-de Antuñano *et al.*, 2000).

El norte de la Sierra Madre Oriental no es un macizo continuo como la Gran Sierra Plegada, sino una serie de serranías y plegamientos adyacentes (INEGI, 1983), que incluye algunos puntos de interés y reconocimiento regional como son las sierras de la Silla, las Mitras, la Paila, de Minas Viejas, de San Marcos y Pinos, de Lampazos, de Gomas, de Picachos, de Maderas del Carmen, entre muchas otras que se extienden hasta más allá del Río Bravo y culminan en las Montañas de Guadalupe, en el estado de Texas. Estas serranías menores al norte de los estados de Nuevo León y Coahuila albergan una gran cantidad de microclimas auspiciados por los contactos entre cañones y bajadas con las extensas planicies del noreste de México, donde climas y vegetaciones semidesérticas conviven con comunidades más afines a las templadas, siendo el Matorral Submontano - un tipo de vegetación dominado por fabáceas arbustivas y subinermes- el mejor ejemplo de estas zonas transicionales (Salinas-Rodríguez, 2018).

Entre las más de 90 especies de fabáceas que se han registrado en esta región (Estrada-Castillón *et al.*, 2005), se destaca la Falsa canela arroyera (*Myrospermum sousanum* A.Delgado & M.C.Johnst.) [Figura 1], un árbol de hasta 8 m de alto, con corteza rugosa marrón, madera dura y densa, hojas compuestas, imparipinnadas y deciduas de hasta 24 cm de largo, fuertemente olorosas; con inflorescencias de hasta 10 flores de corola papilionácea de color blanco, también con un aroma similar a la canela, y frutos como vainas cartáceas en su madurez con 1-3 semillas marrones (Delgado-Salinas & Johnston, 1984) y número cromosómico $2n=26$ (Hernández & Mercado, 1992).

Originalmente se describió a partir de ejemplares silvestres recolectados al norte del estado de Nuevo León (municipios de Agualeguas, Bustamante y Villaldama), así como de una localidad al sur de Texas donde era



Figura 1. *Myrospermum sousanum*, especie propia del matorral submontano en los valles del noroeste de Nuevo León.
Fotografía: Carlos Gerardo Velazco Macías.

cultivada como ornamental (Delgado-Salinas & Johnston, 1984). Es considerada como endémica en el estado de Nuevo León (Alanís-Flores *et al.*, 2004; Delgado-Salinas & Johnston, 1984; Estrada-Castillón *et al.*, 2014; Salinas-Rodríguez *et al.*, 2018; Sousa-Sánchez *et al.*, 2001; Velazco-Macías *et al.*, 2011), pero es notable que recientemente se ha reportado en el centro-sur del estado de Coahuila (Zamudio-Pérez, 2024), dentro de la delimitación biogeográfica del “Megacoahuila”, definida por Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez (2005), sin que existan aún ejemplares de herbario recolectados en esta zona.

Esta especie de distribución restringida no es protegida por las leyes mexicanas bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero es catalogada como Amenazada

(*Endangered*) en la Lista Roja de Especies en Peligro de la UICN, donde se le asigna una distribución potencial de aproximadamente de 4,500 km² y un área de ocupación de 32 km², donde sus principales presiones son la deforestación, el sobrepastoreo y la expansión urbana (Machuca-Machuca *et al.*, 2021).

Considerando lo anteriormente expuesto, resulta prioritario evaluar la distribución potencial de *M. sousanum* mediante herramientas propias de la biogeografía de la conservación (Richardson & Whittaker, 2010; Whittaker *et al.*, 2005), particularmente a través de los modelados de distribución de especies (MDE). Estos se definen como representaciones cartográficas del espacio ambiental o ecológico de una especie, obtenidas a partir de la correlación estadística entre los registros geográficos

de presencia y los valores de diversas variables ambientales (Mateo *et al.*, 2011), con fundamento en el concepto de nicho propuesto por Hutchinson (1957). Para su construcción se emplean observaciones georreferenciadas y coberturas ambientales —también llamadas predictores—, que usualmente son variables físicas continuas tales como temperatura, precipitación o pendiente, expresadas en formato ráster. Cada variable actúa como un eje dentro del hipervolumen n -dimensional que define los valores de idoneidad ambiental, los cuales posteriormente se proyectan de nuevo sobre el espacio geográfico (Peterson *et al.*, 2011; Soberón *et al.*, 2017). Este enfoque permite estimar áreas potencialmente adecuadas para la especie y explorar patrones espaciales asociados a su distribución actual y potencial.

Material y métodos

Área de Trabajo

Se recuperaron 53 puntos de observación de *M. sousanum*, ubicados en los estados de Nuevo León (52) y Coahuila (1) de la plataforma GBIF (Global Biodiversity Information Facility, <https://www.gbif.org/es/>), incluyendo registros obtenidos por ciencia ciudadana (iNaturalist, <https://www.inaturalist.org/>) y ejemplares de herbario georreferenciados. Estos se distribuyeron en tres grupos principales; uno al norte del estado de Nuevo León (Bustamante, Villaldama y Sabinas Hidalgo), otro grupo cercano a las sierras de Picachos y Papagayos (General Zuazua, Marín y Doctor González), y finalmente, en el centro del estado (Monterrey, Santa Catarina, García e Hidalgo). El punto anómalo en Coahuila se ubica al norte del municipio de Saltillo. A

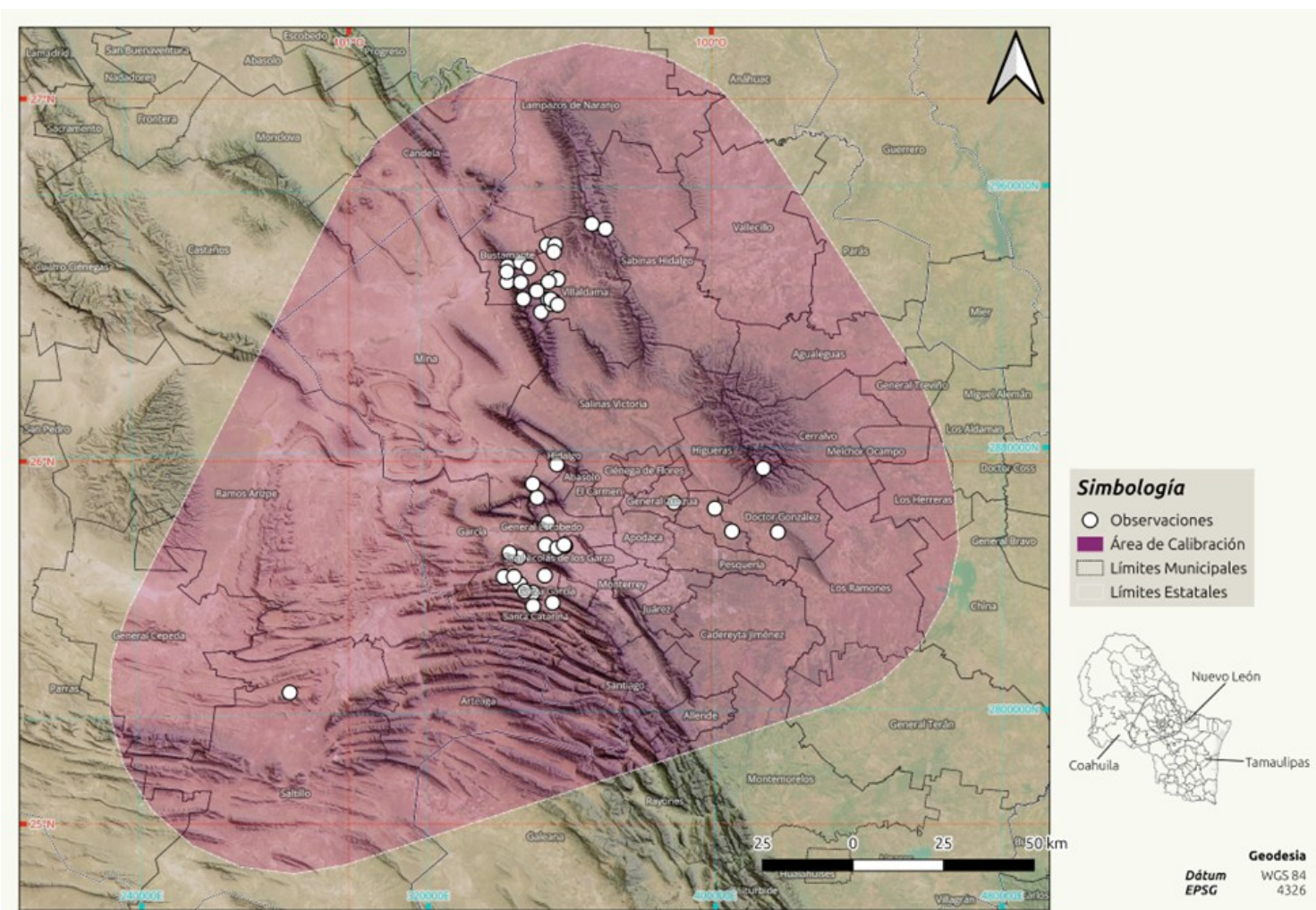


Figura 2. Área de trabajo, ubicada en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, al noreste de México. Los registros de observación se muestran como círculos blancos. El polígono púrpura representa el área de calibración para la modelación de *M. sousanum*.

partir de estos registros, se delimitó un polígono mínimo convexo con un amortiguador (*buffer*) de 30 minutos-arco (aprox. 51 km) el cual se utilizó como área de modelación y máscara delimitadora para los predictores (Figura 2).

Variables Predictoras

Para esta especie se consideraron las 19 variables bioclimáticas, definidas como indicadores derivados de los valores mensuales de temperatura y precipitación que determinan la distribución de especies, diseñados para resumir patrones climáticos relevantes para los organismos vivos y, en particular, de plantas (Booth *et al.*, 2014; Nix & Longmore, 1986) [Tabla 1], obtenidas de la plataforma CHELSA para el periodo 1981-2010 (Karger *et al.*, 2017, 2018), además de dos variables topográficas derivadas de un modelo digital de elevación (DEM) surgido en la misma plataforma: la pendiente del terreno y el aspecto (dirección cardinal de la orientación del relieve, donde 0° corresponde al norte y 180° al sur), todas con resolución aproximada de 1 km² al ecuador. Todas las variables fueron sometidas a un análisis de colinealidad, mediante la evaluación de las correlaciones de Pearson ($r > 0.7$) (Dormann *et al.*, 2013) y el factor de inflación de la varianza [$VIF > 10$] (Naimi *et al.*, 2014), con el propósito de eliminar aquellas que proporcionaban información redundante y conservar únicamente el conjunto de variables no correlacionadas para los análisis posteriores (Feng *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019). Tras este proceso, las variables predictoras resultantes y utilizadas en la modelación fueron el aspecto, pendiente y las bioclimáticas 02, 03, 09, 14 y 18.

Modelación

Dentro del entorno *RStudio* versión 2025.09.1+401 (<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>) y usando la paquetería ‘*sdm*’ versión 1.2-32 (Naimi & Araújo, 2024), se modeló la distribución de *M. sousanum* utilizando tres algoritmos de aprendizaje supervisado de manera conjunta: *Random Forest* [‘bosques aleatorios’, RF], metodología que aplica múltiples árboles de decisión contruidos aleatoriamente para lograr predicciones más robustas, precisas y estables (Breiman, 2001); *Support Vector Machines* [‘máquinas de vectores de soporte’, SVM], algoritmo utilizado para clasificación y

Tabla 1. Variables bioclimáticas con unidades (Fick & Hijmans, 2017).

Código	Interpretación
bio01	Temperatura media anual (°C)
bio02	Rango diurno de temperaturas (°C)
bio03	Isotermalidad o amplitud térmica anual (%)
bio04	Temporalidad de temperaturas (°C)
bio05	Temperatura máxima del mes más cálido (°C)
bio06	Temperatura mínima del mes más frío (°C)
bio07	Rango anual de temperaturas (°C)
bio08	Temperatura media del cuartil más lluvioso (°C)
bio09	Temperatura media del cuartil más seco (°C)
bio10	Temperatura media del cuartil más cálido (°C)
bio11	Temperatura media del cuartil más frío (°C)
bio12	Precipitación anual (mm)
bio13	Precipitación del mes más lluvioso (mm)
bio14	Precipitación del mes más seco (mm)
bio15	Temporalidad de precipitación (%)
bio16	Precipitación del cuartil más lluvioso (mm)
bio17	Precipitación del cuartil más seco (mm)
bio18	Precipitación del cuartil más cálido (mm)
bio19	Precipitación del cuartil más frío (mm)

regresión, encontrando el límite (o frontera) que separa de la mejor manera posible las clases de datos dentro de un espacio multidimensional (Burges, 1998; Vapnik, 1999); y Boosted Regression Trees [‘árboles de regresión potenciados’, BRT], algoritmo que combina muchos árboles de regresión simples de forma secuencial, donde cada nuevo árbol corrige los errores del anterior (Elith *et al.*, 2008). Estas metodologías se escogieron debido a su eficiente desempeño en modelaciones con escasos registros de observación y sin ausencias verdaderas (Drake *et al.*, 2006; Mi *et al.*, 2017; Montoya-Jiménez *et al.*, 2022; Stockwell & Peterson, 2002).

Para cada algoritmo se realizaron dos tipos de replicación de datos, submuestreo (*'subsampling'*) con división aleatoria de datos al 70% para entrenamiento y 30% para verificación; y remuestreo con reemplazo (*'bootstrapping'*) [Naimi & Araújo, 2016] con 150 iteraciones por replicación, lo que resultó en un total de 300 modelos por algoritmo y 900 modelos en total. Los puntos de presencia fueron complementados con la misma cantidad ($n = 53$) de puntos de pseudoausencia, seleccionados aleatoriamente dentro del área de estudio. La paquetería *'sdm'* proporciona cuatro estadísticos de evaluación, de los cuales dos se utilizaron para valorar el desempeño de los modelos, el área bajo la curva ROC (*'Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve'*, ROC-AUC) y el estadístico de habilidad verdadera (*'true skill statistic'*, TSS). El AUC mide la capacidad del modelo para discriminar correctamente entre clases, con valores que oscilan entre 0 y 1, donde los valores más cercanos a 1 indican un mejor ajuste del modelo (Elith *et al.*, 2006; Peterson *et al.*, 2011; Swets, 1979), mientras que el TSS evalúa la capacidad del modelo para predecir correctamente presencias y ausencias, considerando tanto los aciertos como los errores. Sus valores varían de -1 a 1 , donde valores superiores a 0 y cercanos a 1 reflejan un mejor desempeño que el azar (Allouche *et al.*, 2006). Aunado a esto, se obtienen los valores de contribución relativa de las variables utilizadas en la modelación.

Ensamblaje

Una vez creados los modelos, estos se proyectan al espacio geográfico en rásteres de probabilidad de presencia (también interpretada como idoneidad de hábitat) con valores de 0 a 1 . Para cada uno de los dos tipos de replicación se efectuó un ensamblaje por promedio de ponderaciones (*'mean-weighted'*) y, posteriormente, se realizó un ensamblaje final por promedio ponderado (*'weighted'*) (Kindt, 2018; Marmion *et al.*, 2009). A partir de esto, se creó una cobertura booleana (presencia-ausencia) con un umbral de aceptación del 60%. El área de ocupación fue calculada con el complemento Arc-Geek 4.0.3 (Pucha-Cofrep, 2025) en QGIS 3.40 (<https://qgis.org/>).

Resultados

Evaluación de los Modelos

Los modelos generados presentaron un desempeño alto y consistente entre los tres algoritmos evaluados (RF, SVM y BRT), con una tasa de ejecución exitosa del 100% en todos los casos. La evaluación mediante el conjunto de prueba mostró valores promedio de desempeño elevados: RF obtuvo el mejor ajuste (AUC = 0.92 , TSS = 0.80), seguido por SVM (AUC = 0.88 , TSS = 0.73) y BRT (AUC = 0.87 , TSS = 0.70). En general, todos los algoritmos mostraron una alta capacidad de discriminación (AUC > 0.85) y una buena concordancia entre predicciones y observaciones (TSS > 0.7), lo que indica un buen desempeño predictivo y una adecuada robustez de los modelos.

Contribución de Variables Predictoras

El análisis de importancia de variables (Tabla 2), calculado mediante el método de permutación en las métricas de correlación de Pearson y AUC, indicó que la precipitación del mes más seco (bio14) fue la variable con mayor contribución relativa al desempeño del modelo, seguida por la isothermalidad o amplitud térmica anual (bio03) y la pendiente del terreno. Las restantes varia-

Tabla 2. Contribución relativa de las variables utilizadas en la modelación de la distribución de *M. sousanum*. COR = medida de correlación; AUC = métrica de cambio en el estadístico ROC-AUC.

Variable	Importancia	
	COR	AUC
bio14 (precipitación media del mes más seco)	39.7%	34.1%
bio03 (isothermalidad o amplitud	14.3%	10.1%
Pendiente	7.8%	5.6%
Aspecto	3.1%	2.5%
bio09 (temperatura del cuartil más seco)	3%	1.9%
bio18 (precipitación del cuartil más cálido)	2.9%	2.3%
bio02 (rango diurno de temperaturas)	2.5%	2.1%

bles (bio02, bio09, bio18 y Aspect) mostraron una influencia marginal (<5%). Estos resultados sugieren que las condiciones de aridez y estabilidad térmica son los factores más determinantes en la distribución potencial de esta especie.

Evaluación del Espacio Ambiental

Se analizaron las siete variables ambientales utilizadas en la modelación de la distribución de la especie. Las distribuciones de las variables para las localidades con presencia de la especie y las pseudoausencias se presentan mediante curvas de densidad (Figura 3, diagonal central). Se destaca que las diferencias más evidentes entre presencias y pseudoausencias se observan en las variables bio14 (precipitación del mes más seco) y bio03 (amplitud o rango térmico anual). La variable

bio14 muestra que los registros de presencias se asocian mayormente a sitios con precipitaciones más bajas durante el mes más seco, lo que podría indicar que la especie tiene afinidad por ambientes con condiciones más secas en este periodo crítico. Por otro lado, la amplitud térmica anual (bio03) es menor en los sitios con registros de presencias, sugiriendo una preferencia por ambientes con menor variabilidad térmica anual. Las demás variables no presentan diferencias claras entre presencias y pseudoausencias, lo que sugiere que estas variables podrían tener un papel menos determinante en la distribución local de la especie.

El análisis de correlaciones (Figura 3, superior derecha) reveló relaciones significativas entre varias variables. Para las presencias, se observa una correlación negati-

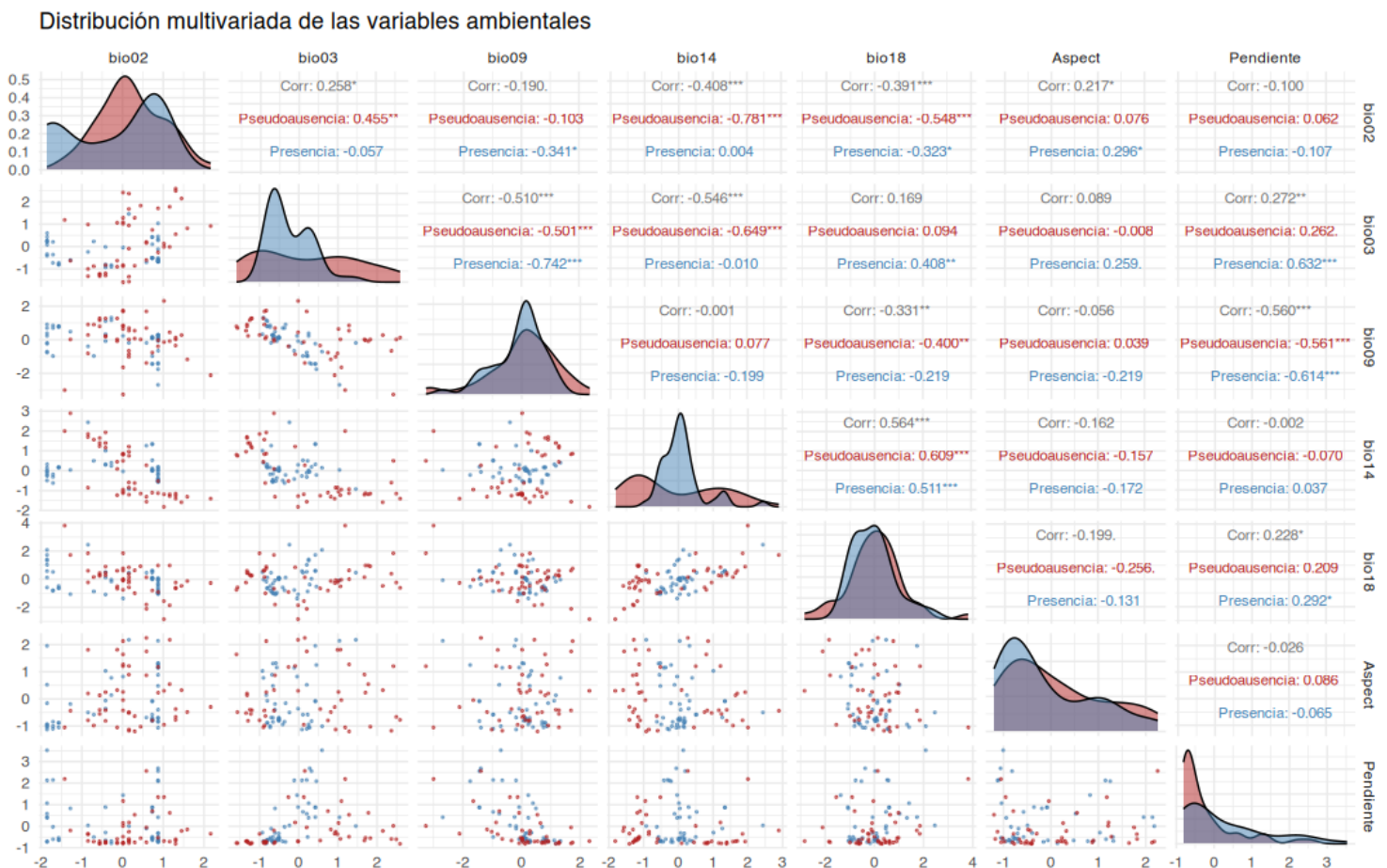


Figura 3. Análisis multivariable de la modelación de *M. sousanum*. Se muestra la comparación entre los valores de las variables ambientales para los registros de presencia (en azul) y los puntos de pseudoausencia (en rojo). En la diagonal central, las curvas de densidad representan la frecuencia relativa de las observaciones respecto a cada variable. En la sección superior derecha se presentan los coeficientes de correlación de Pearson, que indican la relación estadística entre pares de variables. En la sección inferior izquierda, los diagramas de dispersión ilustran la distribución y agrupamiento de las presencias dentro de los rangos ambientales evaluados, evidenciando los gradientes que delimitan el nicho potencial de la especie.

va fuerte y significativa entre la amplitud térmica anual (bio03) y la temperatura mínima del mes más cálido (bio09) ($r = -0.742$, $p < 0.001$). Esto indica que en los sitios donde la especie está presente, una mayor variabilidad térmica anual se asocia a temperaturas mínimas más bajas en el mes más cálido, posiblemente reflejando un patrón climático característico del hábitat favorable.

La precipitación del mes más seco (bio14) también presenta correlaciones negativas con variables térmicas, lo que sugiere que la combinación de condiciones secas y ciertas temperaturas puede ser determinante para la presencia de la especie. Asimismo, la pendiente mantiene correlaciones moderadas con algunas variables térmicas, evidenciando la influencia conjunta de la topografía y el clima local en la distribución espacial.

Los diagramas de dispersión que muestran la relación entre pares de variables ambientales (Figura 3, inferior

izquierda) revelan que las localidades con presencia de la especie tienden a agruparse en rangos específicos de las variables, especialmente en combinaciones como bio03 - bio09 y bio14 - bio03, mientras que las pseudoausencias se distribuyen generalmente de manera más dispersa o en rangos diferentes, confirmando la relevancia de estas variables para explicar las condiciones ambientales que favorecen a la especie y permite identificar gradientes ambientales clave para su modelación.

En la Figura 4, se representa el espacio ambiental de la especie considerando las tres variables más relevantes del modelo, la precipitación del mes más seco (bio14), amplitud térmica anual (bio03) y pendiente del terreno. Los puntos azules corresponden a los registros de presencia y los rojos a las pseudoausencias. Se observa que las presencias se concentran en un rango definido de valores de las tres variables, delimitado por

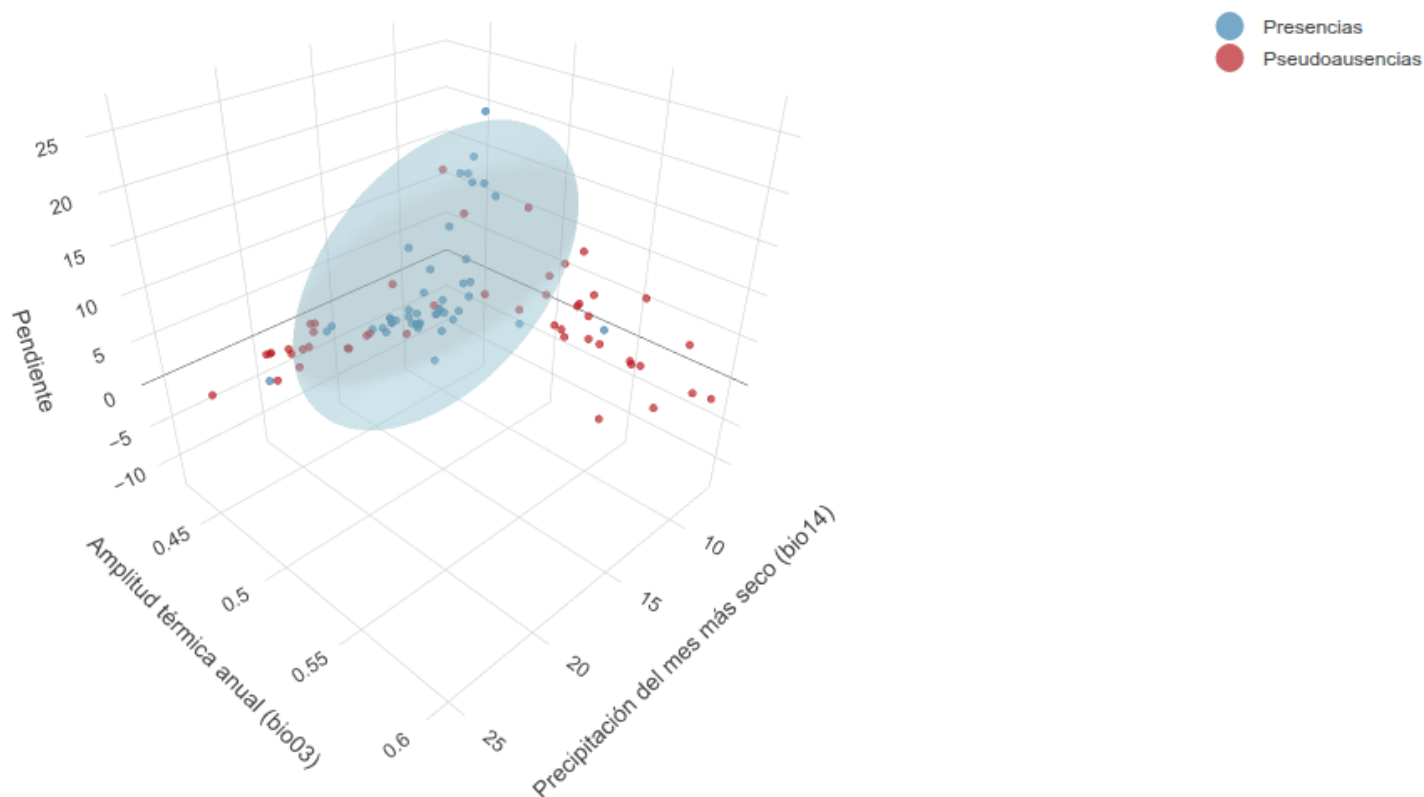


Figura 4. Espacio ambiental de *M. sousanum* definido por las tres variables de mayor contribución a la modelación (bio14, bio03 y pendiente). Los puntos de presencia (azul) se concentran de manera compacta dentro del elipsoide de idoneidad ambiental (azul claro), indicando un perfil relativamente constante de condiciones favorables. Los puntos de pseudoausencia (rojo) se distribuyen de manera más dispersa, reflejando la disponibilidad de áreas con menor idoneidad ambiental.

el elipsoide de idoneidad (95% de confianza), indicando las condiciones ambientales óptimas para la especie. La distribución sugiere que la especie prefiere áreas con precipitación moderada en el mes más seco, amplitud térmica anual intermedia y pendientes moderadas. El traslape de algunas pseudoausencias dentro del elipsoide evidencia que no todas las áreas disponibles cumplen con las condiciones favorables. Esta visualización multidimensional permite identificar zonas con alta idoneidad ambiental y comprender cómo las variables más influyentes interactúan para determinar la distribución de la especie.

Distribución Potencial

Los resultados obtenidos indican que el área de distribución potencial de *M. sousanum* abarca aproximadamente 6,907 km², concentrándose principalmente en el piedemonte y los valles de las serranías al noroeste del

estado de Nuevo León. La mayor idoneidad se observa en los valles situados entre las sierras Morena, de Bustamante, de Gomas, de Milpillars y de Lampazos, coincidiendo con la región donde fueron recolectados los ejemplares silvestres utilizados para la descripción de la especie (Figura 5).

Otras áreas con idoneidad significativa se extienden hacia el sur, incluyendo las sierras de Enmedio y de Minas Viejas, las vertientes occidentales de la sierra de Picachos, los lomeríos de Mamulique, así como las serranías de San Miguel, El Fraile, Las Mitras y hasta el extremo norte de la Gran Sierra Plegada. Hacia el norte, aunque la idoneidad del hábitat alcanza algunas serranías y lomeríos coahuilenses, como Pájaros Azules, La Gloria y Cartujanos, no se han reportado registros de la especie en estas localidades. La observación en el municipio de Saltillo se localiza en zonas con baja ido-

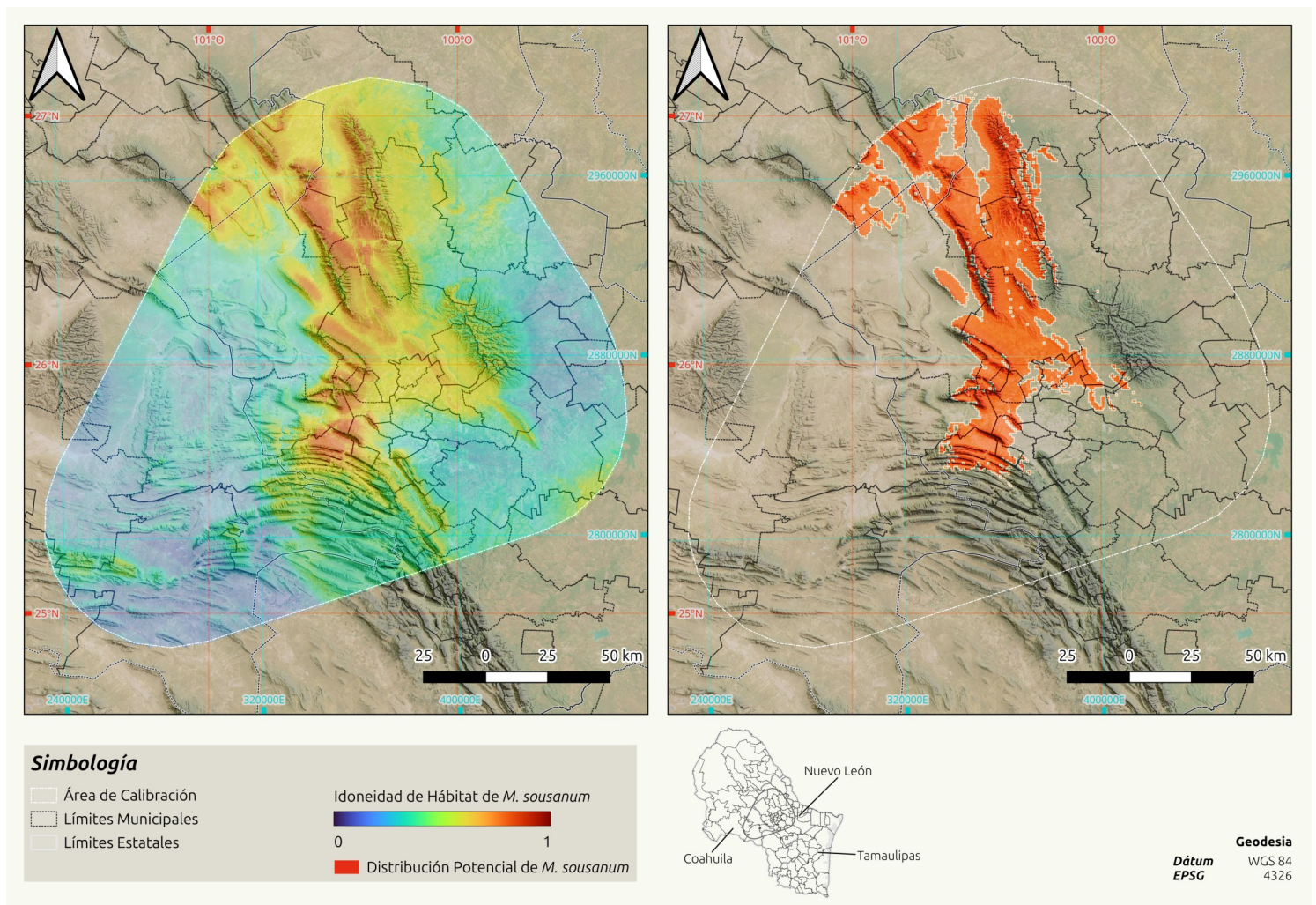


Figura 5. Idoneidad de hábitat (izq.) y distribución potencial (der.) de *M. sousanum*.

neidad, lo que sugiere que se trata de un registro atípico, marginal, o de un ejemplar en cultivo.

El área de idoneidad de *M. sousanum* se encuentra principalmente cubierta por matorral submontano (2,385 km²) y matorral desértico rosetófilo (1,502 km²), constituyendo los hábitats predominantes de la especie (Tabla 3). Además, dentro de esta área se incluyen 373 km² de asentamientos humanos, lo que indica una potencial presencia de la especie en zonas modificadas por la actividad antrópica. En conjunto, estos resultados sugieren que *M. sousanum* se concentra en hábitats de matorral, mostrando potencial tolerancia a ambientes transformados, aunque su idoneidad máxima se encuentra en ecosistemas característicos del piedemonte y valles del noroeste de Nuevo León.

Discusión

La distribución modelada de *M. sousanum* coincide con los registros formales para la especie (Delgado-Salinas & Johnston, 1984; Estrada-Castillón *et al.*, 2005) e incluye nuevas áreas donde se ha observado y reportado por usuarios de ciencia ciudadana, como en las faldas de la Sierra de Picachos y en zonas adyacentes al Cañón de la Huasteca (Machuca-Machuca *et al.*, 2021). Asimismo, la especie fue observada en las inmediaciones de la Laguna de Higueras (obs. pers.).

La especie de *Myrospermum sousanum* se ha caracterizado como parte del matorral submontano al noroeste de Nuevo León, habitando entre los 200 y 1550 msnm en comunidades semi templadas de *Cercocarpus-Rhamnus-Ostrya* y *Quercus*, entre cañones y sobre arroyos efímeros y escorrentías (Delgado-Salinas & Johnston, 1984; Estrada-Castillón *et al.*, 2005). Las variables más influyentes fueron la precipitación del mes más seco (bio14) y la isothermalidad (bio03), lo que sugiere que la aridez estacional y la estabilidad térmica son los factores más determinantes para la distribución potencial de la especie. Este patrón coincide con el clima semiárido y estacional del noreste de México, donde los periodos de baja precipitación y temperatura moderada definen la estructura del matorral submontano (Estrada-Castillón *et al.*, 2014). La afinidad de *M. sousanum* por sitios con baja precipitación durante la estación seca refleja una posible adaptación a pulsos de humedad breves, característica común entre legu-

Tabla 3. Cobertura del suelo dentro de la Distribución Potencial de *M. sousanum*, a partir del conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de (INEGI, 2021). VSA = vegetación secundaria arbustiva.

Tipo de Vegetación	Área (km ²)
Matorral Submontano	2385.06
Matorral Desértico Rosetófilo	1502.21
Pastizal Cultivado	741.7
Matorral Espinoso Tamaulipeco	646.81
Matorral Desértico Micrófilo	484.26
VSA de Matorral Submontano	446.19
Asentamientos Humanos	372.93
Pastizal Inducido	325.81
Bosque de Encino	158.3
Agricultura de Riego Anual	127.57
VSA de Matorral Espinoso Tamaulipeco	106.07
Chaparral	83.14
VSA de Matorral Desértico Micrófilo	73.91
Agricultura de Riego Anual y Permanente	41.3
Agricultura de Temporal Anual	33.51
Bosque de Táscate	28.73
Pastizal Natural	25.44
Bosque de Pino	21.2
Desprovisto de Vegetación	18.19
Bosque de Encino-Pino	12.89
Mezquital Xerófilo	12.68
VSA de Bosque de Pino	9.23
Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	5.02
VSA de Mezquital Xerófilo	3.18
Bosque de Pino-Encino	2.07
Vegetación Halófila Xerófila	0.9
VSA de Matorral Desértico Rosetófilo	0.45
Cuerpo de Agua	0.16

minosas de regiones áridas y semiáridas (Delgado-Salinas & Johnston, 1984; Sandoval-Mata *et al.*, 2024).

Los modelos generados para *Myrospermum sousanum* mostraron un desempeño alto y consistente entre los tres algoritmos empleados (RF, SVM y BRT), lo que evidencia una adecuada robustez y fiabilidad del enfoque de ensamblaje utilizado. Los valores de AUC (>0.85) y TSS (>0.7) indican una excelente capacidad de discriminación y concordancia entre las predicciones y los registros de presencia, resultados comparables con los obtenidos en estudios de modelación de distribución de especies con conjuntos de datos limitados o sin ausencias verdaderas (Elith *et al.*, 2006; Mi *et al.*, 2017; Valavi *et al.*, 2022).

Conclusiones

Los modelos de distribución desarrollados para *M. sousanum* permitieron identificar con precisión las condiciones ambientales que limitan su distribución, destacando la influencia determinante de la precipitación del mes más seco y la estabilidad térmica anual. La especie muestra una afinidad marcada por ambientes con aridez estacional. La coincidencia entre las áreas modeladas y los registros históricos respalda la validez de los modelos y su utilidad para orientar futuras exploraciones y estrategias de conservación. Estos resultados constituyen una base para evaluar la respuesta potencial de la especie frente a escenarios de cambio climático y transformación del paisaje en la región.

Agradecimientos

Muchas gracias a los alumnos Karla Marisol Juárez Moreno y Mauricio Mohamed Flores por ayudar en la investigación que derivó en este manuscrito.

Referencias

Alanís-Flores G.J., Velazco-Macías C.G., Foroughbakhch-Pournavab R., Valdez-Tamez, V., Alvarado-Vázquez M.A. (2004). Diversidad florística de Nuevo León: Especies en categoría de riesgo. Ciencia UANL. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:161919059>

Allouche O., Tsoar A., Kadmon R. (2006). Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa

and the true skill statistic (TSS). Journal of Applied Ecology 43(6): 1223-1232. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>

Alvarado-Vázquez M.A., Rocha-Estrada A., Moreno-Limón S. (Eds.). (2010). De la lechuguilla a las biopelículas vegetales: Las plantas útiles de Nuevo León (1. ed). Univ. Autónoma de Nuevo León.

Bánki O., Roskov Y., Döring M., Ower G., Hernández Robles D.R., Plata Corredor C.A., Stjernegaard Jeppesen T., Örn A., Pape T., Hobern D., Garnett S., Little H., DeWalt R.E., Miller J., Orrell T., Aalbu R., Abbott J., Abreu C., Acero P.A., World Flora Online. (2025). Catalogue of Life (Versión 2025-10-10 XR) [Dataset]. Catalogue of Life Foundation. <https://doi.org/10.48580/DGTPL>

Booth T.H., Nix H.A., Busby J.R., Hutchinson M.F. (2014). BIOCLIM: The first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies. Diversity and Distributions 20(1): 1-9. <https://doi.org/10.1111/ddi.12144>

Breiman L. (2001). Random Forests. Machine Learning 45 (1): 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>

Burges C.J.C. (1998). A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition. Data Mining and Knowledge Discovery 2(2): 121-167. <https://doi.org/10.1023/A:1009715923555>

Delgado-Salinas A., Johnston M.C. (1984). A New Species of *Myrospermum* (Leguminosae: Papilionoideae) from Northeastern Mexico. Systematic Botany 9(3): 356-358. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2418613>

Delgado-Salinas A., Torres-Colín L., Luna-Cavazos M., Bye R. (2021). Diversity of Useful Mexican Legumes: Analyses of Herbarium Specimen Records. Diversity 13(6): 267. <https://doi.org/10.3390/d13060267>

Dormann C.F., Elith J., Bacher S., Buchmann C., Carl G., Carré G., Marquéz J.R.G., Gruber B., Lafourcade B., Leitão P.J., Münkemüller T., McClean C., Osborne P.E., Reineking B., Schröder B., Skidmore A.K., Zurell D., Lautenbach S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. Ecology 94(1): 27-46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>

Drake J.M., Randin C., Guisan A. (2006). Modelling ecological niches with support vector machines. Journal of Applied Ecology 43(3): 424-432. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01141.x>

Eguiluz-de Antuñano S., Aranda-García M., Marrett R. (2000). Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 53: 1-26.

- Elith J., Graham C.H., Anderson R.P., Dudík M., Ferrier S., Guisan A., Hijmans R.J., Huettmann F., Leathwick J.R., Lehmann A., Li J., Lohmann L.G., Loiselle B.A., Manion G., Moritz C., Nakamura M., Nakazawa Y., McC. Overton J., Phillips S.J., Zimmermann N.E. (2006). Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29(2): 129-151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>
- Elith J., Leathwick J.R., Hastie T. (2008). A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology* 77(4): 802-813. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01390.x>
- Estrada-Castillón E., Delgado-Salinas A., Villarreal-Quintanilla J.Á. (2014). Leguminosas de Nuevo León, México (1.^a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Biología.
- Estrada-Castillón E., Villarreal-Quintanilla J.Á., Cuéllar-Rodríguez G., Torres-Colín L., Encina-Domínguez J.A., Sánchez-Salas J., Muro-Pérez G., González-Cuellar D.A., Galván-García O.M., Rubio-Pequeño L.G., Mora-Olivo A. (2024). The Fabaceae in Northeastern Mexico (Subfamilies Caesalpinioideae (Excluding Tribe Mimoseae), Cercidoideae, and Detarioideae). *Plants* 13(17): 2477. <https://doi.org/10.3390/plants13172477>
- Estrada-Castillón E., Villarreal-Quintanilla J.Á., Jurado E. (2005). Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Botanica Mexicana* 73: 1-18. <https://doi.org/10.21829/abm73.2005.1003>
- Feng X., Park D.S., Liang Y., Pandey R., Papeş M. (2019). Collinearity in ecological niche modeling: Confusions and challenges. *Ecology and Evolution* 9(18): 10365-10376. <https://doi.org/10.1002/ece3.5555>
- Fick S.E., Hijmans R.J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37(12): 4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Hernández R., Mercado M. (1992). El número cromosómico de *Myrospermum sousanum* (Fabaceae, Papilionoideae, Sophorae). *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*, Vol. 38-75, 63(1): 109-110.
- Hutchinson G.E. (1957). Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22(0): 415-427. <https://doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039>
- INEGI. (1983). Síntesis Geográfica de Coahuila.
- INEGI. (2021). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional) [Software]. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html>
- Karger D.N., Conrad O., Böhner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder H.P., Kessler M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas 4(1): 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Karger D.N., Conrad O., Böhner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R.W., Zimmermann N.E., Linder P., Kessler M. (2018). Data from: Climatologies at high resolution for the Earth's land surface areas. *EnviDat*. <http://dx.doi.org/doi:10.16904/envidat.228.v2.1>
- Kindt R. (2018). Ensemble species distribution modelling with transformed suitability values. *Environmental Modelling & Software* 100: 136-145. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.11.009>
- Lewis G.P., Schrire B., Mackinder B., Lock M. (2005). Legumes of the world. Royal Botanic Gardens.
- Machuca-Machuca K., Martínez-Salas E., Samain M.S. (2021). *Myrospermum sousanum* e.T189013775A194048788 [Dataset]. IUCN Red List of Threatened Species 2021. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T189013775A194048788.en>
- Marmion M., Parviainen M., Luoto M., Heikkinen R.K., Thuiller W. (2009). Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. *Diversity and Distributions* 15(1): 59-69. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00491.x>
- Mateo R.G., Felicísimo Á.M., Muñoz J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural* 84(2): 217-240. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Mi C., Huettmann F., Guo Y., Han X., Wen L. (2017). Why choose Random Forest to predict rare species distribution with few samples in large undersampled areas? Three Asian crane species models provide supporting evidence. *PeerJ* 5: e2849. <https://doi.org/10.7717/peerj.2849>
- Montoya-Jiménez J., Valdez-Lazalde J., Ángeles-Pérez G., de Los Santos-Posadas H., Cruz-Cárdenas G. (2022). Predictive capacity of nine algorithms and an ensemble model to determine the geographic distribution of tree species. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 15(5): 363-371. <https://doi.org/10.3832/ifer4084-015>
- Morrone J.J. (2019). Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: Encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Naimi B., Araújo M.B. (2016). sdm: A reproducible and extensible R platform for species distribution modelling. *Ecography* 39(4): 368-375. <https://doi.org/10.1111/ecog.01881>

Naimi B., Araújo M.B. (2024). sdm: Species Distribution Modelling. CRAN. <https://cran.r-project.org/package=sdm>

Naimi B., Hamm N.A.S., Groen T.A., Skidmore A.K., Toxopeus A.G. (2014). Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? *Ecography* 37(2): 191-203. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00205.x>

Nix H.A., Longmore R. (1986). Atlas of elapid snakes of Australia. Canberra: Australian Government Publishing Service.

Peterson A.T., Soberón J., Pearson R.G., Anderson R.P., Martínez-Meyer E., Nakamura M., Bastos-Araújo M. (2011). Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press.

Pucha-Cofrep F. (2025). ArcGeek Calculator (Versión 4.0.3) [Software]. QGIS Plugins. <https://plugins.qgis.org/plugins/ArcGeekCalculator/#plugin-about>

Richardson D.M., Whittaker R.J. (2010). Conservation biogeography – foundations, concepts and challenges. *Diversity and Distributions* 16(3): 313-320. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00660.x>

Rzedowski J. (1991a). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* 14: 3-21. <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>

Rzedowski J. (1991b). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: Una apreciación analítica preliminar. *Acta Botanica Mexicana* 15: 47-64. <https://doi.org/10.21829/abm15.1991.620>

Salinas-Rodríguez M.M. (2018). La Sierra Madre Oriental como reservorio de diversidad vegetal. *Revista Ciencia UANL* 21(88). <https://doi.org/10.29105/cienciauanl88.21-4>

Salinas-Rodríguez M.M., Sajama M.J., Gutiérrez-Ortega J.S., Ortega-Baes P., Estrada-Castillón A.E. (2018). Identification of endemic vascular plant species hotspots and the effectiveness of the protected areas for their conservation in Sierra Madre Oriental, Mexico. *Journal for Nature Conservation* 46: 6-27. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.08.012>

Sandoval-Mata T.N., Hernández-Sandoval L., Munguía-Lino G., Steinmann V.W., Delgado-Salinas A. (2024). Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de *Dalea* (Fabaceae). *Botanical Sciences* 102(3): 975-994. <https://doi.org/10.17129/botsci.3462>

Soberón J., Osorio-Olvera L., Peterson T., Soberón J., Osorio-Olvera L., Peterson T. (2017). Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(2): 437-441. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.011>

Sousa-Sánchez M., Ricker M., Hernández-Macías H.M. (2001). Tree Species of the Family Leguminosae in Mexico.

Harvard Papers in Botany 6(1): 339-365. JSTOR.

Stockwell D.R.B., Peterson A.T. (2002). Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148(1): 1-13. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00388-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00388-X)

Swets J.A. (1979). ROC Analysis Applied to the Evaluation of Medical Imaging Techniques: *Investigative Radiology* 14(2): 109-121. <https://doi.org/10.1097/00004424-197903000-00002>

Valavi R., Guillera-Aroita G., Lahoz-Monfort J.J., Elith J. (2022). Predictive performance of presence-only species distribution models: A benchmark study with reproducible code. *Ecological Monographs* 92(1): e01486. <https://doi.org/10.1002/ecm.1486>

Vapnik V.N. (1999). An overview of statistical learning theory. *IEEE Transactions on Neural Networks* 10(5): 988-999. <https://doi.org/10.1109/72.788640>

Velazco-Macías C.G., Alanís-Flores G.J., Alvarado-Vázquez M.A., Ramírez-Freire L., Foroughbakhch-Pournavab R. (2011). Flora Endémica de Nuevo León, México y estados colindantes. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 5(1): 275-298. JSTOR.

Villarreal-Quintanilla J.Á., Encina-Domínguez J.A. (2005). Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botanica Mexicana* 0(70): 1-46. <https://doi.org/10.21829/abm70.2005.986>

Villaseñor J.L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3): 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Whittaker R.J., Araújo M.B., Jepson P., Ladle R.J., James E.M., Watson, Willis K.J. (2005). Conservation Biogeography: Assessment and Prospect. *Diversity and Distributions* 11(1): 3-23. JSTOR.

Zamudio-Pérez M.R. (2024). *Myrospermum sousanum*. iNaturalistMX. <https://mexico.inaturalist.org/observations/235980380>

Zhang L., Huettmann F., Zhang X., Liu S., Sun P., Yu Z., Mi C. (2019). The use of classification and regression algorithms using the random forests method with presence-only data to model species' distribution. *MethodsX* 6: 2281-2292. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.09.035>

Zhang R., Wang Y.H., Jin J.J., Stull G.W., Bruneau A., Cardoso D., De Queiroz L.P., Moore M.J., Zhang S.D., Chen S.Y., Wang J., Li D.Z., Yi T.S. (2020). Exploration of Plastid Phylogenomic Conflict Yields New Insights into the Deep Relationships of Leguminosae. *Systematic Biology* 69(4): 613-622. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syaa013>

Diseño *in silico* de una vacuna comestible para su expresión en tomate contra Parechovirus

J.A. Gallegos-López*, L.J. Galán-Wong, B. Pereyra-Alfárez, , L.A. Galán-Franco, J.A. Rodríguez-Arzave, M.C. Ojeda-Zacarías y M. Elías-Santos

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas,
Instituto de Biotecnología
Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México.

*Autor para correspondencia: juan.gallegoslp@uanl.edu.mx

Resumen

El Parechovirus (HPeV) es un género de virus de la familia Picornaviridae, infecta principalmente niños menores de dos años, provocando una ligera afección gastrointestinal y respiratoria, pero en casos graves puede provocar miocarditis, encefalitis y septicemia. Actualmente, no existe una vacuna, ni medicamento específico aprobado contra este virus, por tal motivo es importante desarrollar de una vacuna contra el HPeV. La vacunología inversa, permite predecir *in silico* epítopos y desarrollar vacunas rápidamente. Además, las plantas ofrecen ventajas para producir vacunas recombinantes. El propósito de este estudio fue diseñar *in silico* una vacuna oral contra el HPeV, para expresarse en la planta de tomate. Se obtuvieron secuencias aminoácidas de la proteína VP0 de diferentes genotipos del HPeV de la base de datos de Uniprot, se realizó un alineamiento múltiple y se calculó una secuencia consenso. La secuencia se analizó con herramientas inmunoinformáticas, para identificar epítopos. El epítipo identificado se comparó con proteínas de *Homo sapiens*. La secuencia nucleotídica que codifica para el epítipo identificado se optimizó para expresarse en la planta de tomate y se clonó en el plásmido pBI121 de *Agrobacterium tumefaciens*. Se identificó el epítipo TNLTQHPSAPT en la secuencia consenso de VP0 de HPeV. El análisis con Blastp mostró que la secuencia consenso no posee similitud con proteínas humanas. Se obtuvo la secuencia optimizada, que codifica para el epítipo identificado, para su expresión en la planta de tomate. Se obtuvo la nueva construcción del plásmido llamada pBI121-evp0. En este estudio se diseñó una vacuna oral para expresarse en la planta del tomate. Esta vacuna tiene el potencial para estimular una respuesta inmunológica contra HPeV. No obstante, se requerirán de más estudios *in vitro* e *in vivo* para verificar su efectividad.

Palabras clave: *In silico*, vacuna, virus, epítipo.

Abstract

Parechovirus (HPeV) is a genus of virus in the Picornaviridae family that primarily infects children under two years of age, causing mild gastrointestinal and respiratory illness, but in severe cases, it can lead to myocarditis, encephalitis, and septicemia. Currently, there is no vaccine or specific medication approved against this virus; therefore, developing an HPeV vaccine is crucial. Reverse vaccinology allows for the *in silico* prediction of epitopes and the rapid development of vaccines. Furthermore, plants offer advantages for producing recombinant vaccines. The purpose of this study was to design an *in silico* oral vaccine against HPeV for expression in the tomato plant. Amino acid sequences of the VP0 protein from different HPeV genotypes were obtained from the Uniprot database, multiple sequence alignment was performed, and a consensus sequence was calculated. This sequence was analyzed using immunoinformatics tools to identify epitopes. The identified epitope was then compared with proteins from *Homo sapiens*. The nucleotide sequence encoding the identified epitope was optimized for expression in the tomato plant and cloned into the *Agrobacterium tumefaciens* pBI121 plasmid. The epitope TNLTQHPSAPT was identified in the HPeV VP0 consensus sequence. Analysis with BLASTp showed that the consensus sequence has no similarity to human proteins. The optimized sequence encoding the identified epitope was obtained for expression in the tomato plant. The new plasmid construct, named pBI121-vp0, was obtained. In this study, an oral vaccine was designed for expression in the tomato plant. This vaccine has the potential to stimulate an immune response against HPeV. However, further *in vitro* and *in vivo* studies will be required to verify its effectiveness.

Keywords: *In silico*, vaccine, virus, epitope.

Introducción

El HPeV es un género de virus que pertenece a la familia *Picornaviridae*. Este género se compone por las especies A, B, C y D. La especie A infecta al ser humano y está conformado por 19 genotipos. Los HPeV 1-2 y 4-8 producen una leve enfermedad gastrointestinal y respiratoria y ocasionalmente miocarditis, encefalitis, neumonía, meningitis parálisis flácida, síndrome de Reye e infección fatal neonatal. En contraste el HPeV-3 es el genotipo más agresivo, ya que provoca infección severa del sistema nervioso central y sepsis. El HPeV infecta principalmente a menores de dos años y su ruta de transmisión es fecal oral. A la fecha no se cuenta con una vacuna, ni tratamiento específico aprobado por la FDA contra ningún genotipo del HPeV¹. Por tal motivo, es necesario desarrollar una vacuna. Las vacunas son de particular interés para la prevención de enfermedades infecciosas. Las vacunas basadas en epítopo son un tipo de vacuna más segura, debido a que solo usan una parte del virus. La vacunología inversa es un enfoque que permite predecir epítopos de microorganismos patógenos mediante bioinformática, lo que permite desarrollar vacunas más rápido y a bajo costo²⁻³. Así mismo, las plantas ofrecen ventajas para la producción de proteínas recombinantes, tales como seguridad, modificaciones postraduccionales y bajo costo de producción. Adicionalmente, múltiples estudios han demostrado la viabilidad de *S. lycopersicum* para la producción de vacunas orales^{4,5,6}. En este estudio se predijo *in silico* un epítopo de la proteína VP0 del HPeV, para expresarse en *S. lycopersicum* como una vacuna comestible contra los genotipos 1-8 del HPeV.

Material y métodos

Obtención de secuencias de la proteína VP0

Para este estudio se seleccionaron las proteínas VP0 de los genotipos 1-8 del HPeV. Estas secuencias ami-

noacídicas se obtuvieron de la base de datos de Uniprot.

Determinación de secuencia consenso de proteínas VP0

Con el programa Bioedit se realizó un alineamiento de las secuencias aminoacídicas de las proteínas VP0 de los genotipos 1-8 de HPeV y se calculó una secuencia consenso.

Análisis inmunoinformático de la secuencia consenso de proteínas VP0

La secuencia consenso se analizó con herramientas inmunoinformáticas del Immune Epitope Database and Analysis Resources (IEDB) para predecir epítopos.

Modelamiento molecular de la proteína VP0 consenso y verificación de la accesibilidad del epítopo identificado

La estructura tridimensional de la secuencia consenso de la VP0 del HPeV se modeló con el programa Phyre2. El modelo teórico se visualizó con el programa Swiss-PDB Viewer y se verificó la accesibilidad del epítopo.

Comparación del epítopo identificado con proteínas de humanas

La secuencia consenso se comparó con proteínas de *Homo sapiens* empleando el programa BlastP.

Optimización de la secuencia nucleotídica

La secuencia del epítopo identificado se tradujo inversamente en secuencia nucleotídica con los codones preferenciales de la planta de tomate. Además, a su extremo 5' se agregó el sitio de restricción *Bam*HI, el sitio de unión a ribosoma (secuencia Kozak) y el

codón de inicio. Así mismo, al extremo 3' se agregó la secuencia que codifica para el péptido señal del retículo endoplásmico, llamado SEKDEL, el codón de paro y el sitio de restricción *SacI*. La secuencia nucleotídica optimizada se clonó *in silico* en el plásmido binario pBI121 de 14,758 pares de bases (pb) de *A. tumefaciens*.

Resultados y discusión

Selección y obtención de la secuencia

Para este estudio se seleccionaron secuencias de la proteína VP0 de las cepas 1-8 del HPeV. Esta proteína se seleccionó por estar en la superficie del virus, porque permite la unión del virus a la célula huésped y por ser antigena⁷.

Análisis inmunoinformático

Las herramientas de predicción de epítomos de células B del IEDB predijeron el epítopo TNLTQHPSAPT de

la posición 78 a la 88 de la secuencia consenso de la proteína VP0 del HPeV. Este epítopo resultó ser accesible, hidrofílico, flexible y estar en un giro beta, esto sugiere que el epítopo se encuentra accesible a los anticuerpos, en la superficie de la proteína. Así mismo, el programa Swiss-Pdb Viewer confirmó la accesibilidad del epítopo. Esta característica es importante en el diseño de vacunas, ya que la unión antígeno-anticuerpo permite desencadenar una respuesta inmunológica. Adicionalmente, el epítopo resultó ser inmunogénico (Figura 1), lo que permite estimular la producción de anticuerpos⁸. Así mismo, el epítopo fue antigénico, lo que indica la habilidad del antígeno para unirse al anticuerpo.

Análisis de Blastp

El análisis con la herramienta Blastp, no mostró similitud significativa entre la secuencia consenso y proteínas humanas. Lo anterior indica que es poco pro-

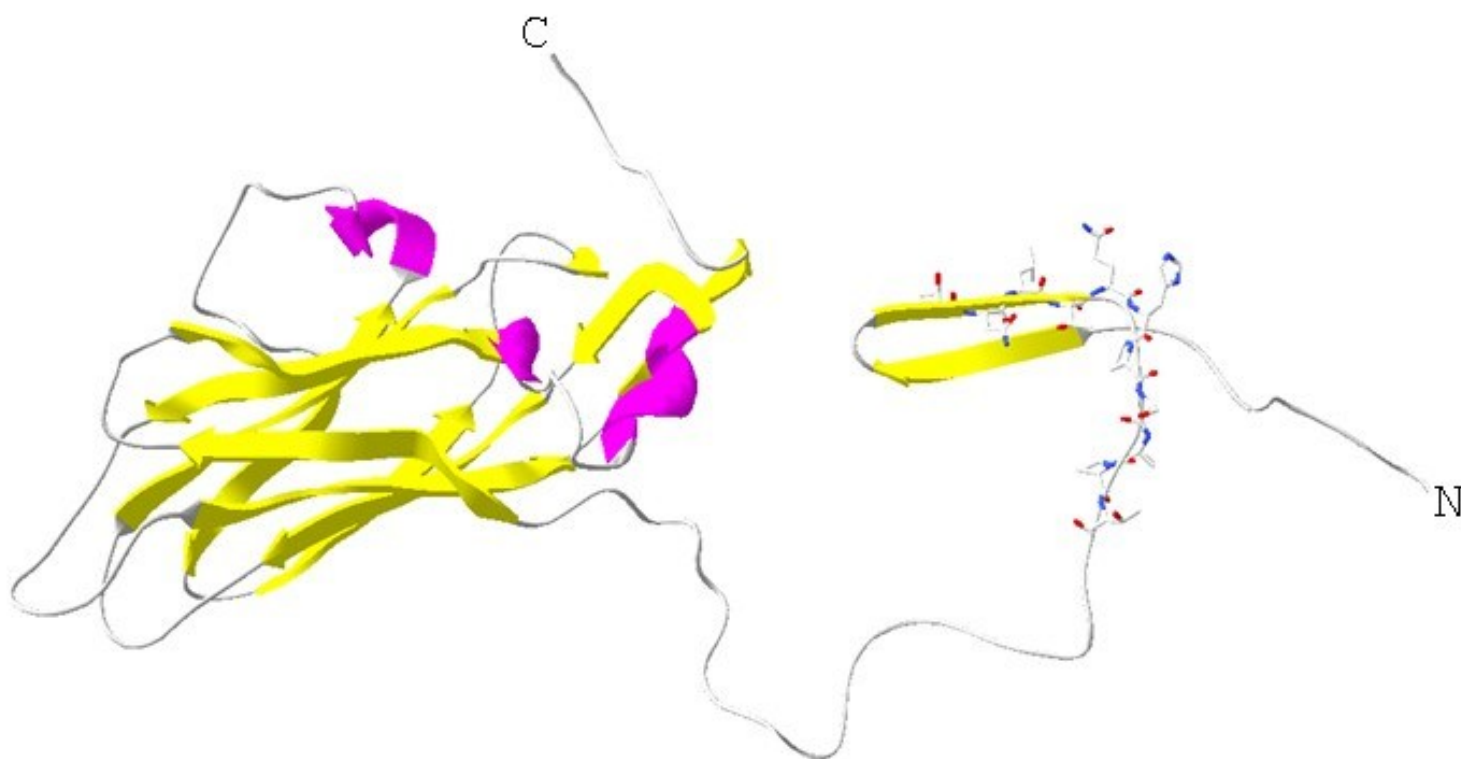


Figura 1. Estructura tridimensional de la proteína VP0 consenso del HpeV en formato de listón. El epítopo se muestra en formato balls and sticks.

bable que el epítipo identificado induzca la producción de anticuerpos contra tejido humano.

Optimización de la secuencia nucleotídica

Se obtuvo una secuencia nucleotídica optimizada con codones preferenciales del tomate, con una longitud de 99 pb, y un porcentaje de G+C y A+T del 39% y 61%, respectivamente (Figura 2). En otro estudio la optimización de la secuencia nucleotídica con los codones preferenciales del tomate permitió obtener altos niveles de expresión de la proteína recombinante⁹. El nuevo plásmido, pPBI121-vp0, portador de la secuencia consenso optimizada, mostró un tamaño de 14, 857 pb.

Conclusiones

En este estudio se predijo *in silico* un epítipo conservado en la proteína vp0 del HPeV, para expresarse en la planta de tomate, como una vacuna comestible. Los resultados mostraron que la vacuna posee el potencial para estimular una respuesta inmunológica contra los genotipos 1 al 8 del HPeV. No obstante, se requerirán de más estudios *in vitro* e *in vivo* para verificar la eficacia de la vacuna.

Agradecimientos

A la QBP Deborah Cristina Hernández González por su colaboración.

Referencias

1. Stanway G., Joki-Korpela P., Hyypiä T. (2000). Human parechoviruses-biology and clinical significance. *Reviews in medical virology* 10(1): 57-69.
2. Soria-Guerra R.E., Nieto-Gomez R., Govea-Alonso D.O., Rosales-Mendoza S. (2015). An overview of bioinformatics tools for epitope prediction: implications on vaccine development. *Journal of biomedical informatics* 53: 405-414.

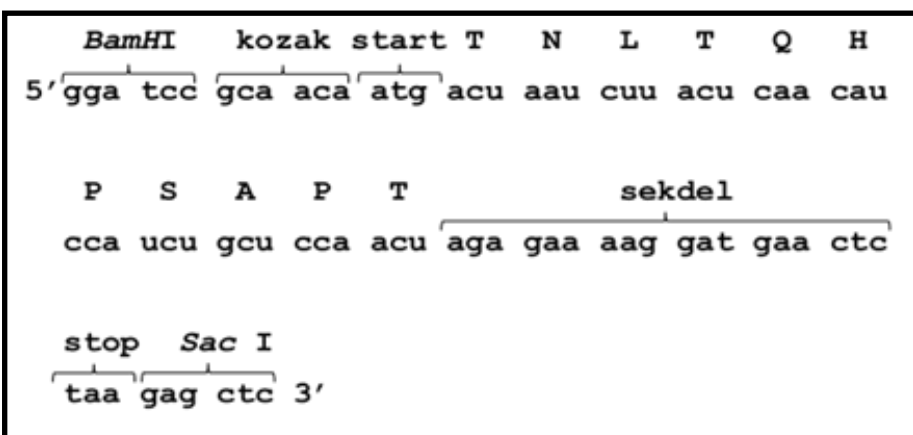


Figura 2. Secuencia nucleotídica optimizada con codones preferenciales del tomate.

3. Sette A., Rappuoli R. (2010). Reverse vaccinology: developing vaccines in the era of genomics. *Immunity* 33(4): 530-541.
4. El-Turkey A., El-Attar A.K., Aboulata A.E., Othman B., El-dougDoug K.A. (2014). Expression of Recombinant gD2 Protein in Transgenic Tomato plants for development of a plant-derived vaccine against Human herpes virus 2. *Egyptian J. Virol* 11(2): 1-13.
5. Gerszberg A., Hnatuszko-Konka K., Kowalczyk T., Kononowicz A.K. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in the service of biotechnology. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 120(3): 881-902.
6. Juárez P., Presa S., Espí J., Pineda B., Antón M., Moreno V., Bruesa J., Granell A., Orzaez D. (2012) Neutralizing antibodies against rotavirus produced in transgenically labelled purple tomatoes. *Plant Biotechnology Journal* (10): 341-350.
7. Joki-Korpela P., Roivainen M., Lankinen H., Pöyry T., Hyypiä T. (2000). Antigenic properties of human parechovirus 1. *Journal of General Virology* 81(7): 1709-1718.
8. Hughes E.E., Gilleland Jr H.E. (1995). Ability of synthetic peptides representing epitopes of outer membrane protein F of *Pseudomonas aeruginosa* to afford protection against *P. aeruginosa* infection in a murine acute pneumonia model. *Vaccine* 13(18): 1750-1753.
9. Félix Gil F., Brun A., Wigdorovitz A., Catalá R., Martínez-TorreCuadrada J.L., Casal I., Escribano J.M. (2001). High-yield expression of a viral peptide vaccine in transgenic plants. *FEBS letters* 488(1-2): 13-17.

Presencia polínica de *Tamarix gallica* L. y su variación anual en el aire del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México

Alejandra Rocha Estrada*, Marco A. Alvarado Vázquez y Sergio M. Salcedo Martínez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas,
Departamento de Biología Vegetal
Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. México. 66455

*Autor para correspondencia: *polen.monterrey@gmail.com

Resumen

Se estudia la concentración anual del polen de *T. gallica* (Tamaricaceae) en el área metropolitana de Monterrey. Encontrándose un índice polínico total de 567 granos de polen, con un periodo de polinación durante los meses de junio a mediados de octubre, con una media diaria máxima de 40 granos de polen/m³ de aire para el 4 de julio del 2003. El mayor índice polínico mensual es julio con 311 granos de polen.

Palabras clave: rompevientos, tamarisco, índice polínico, Monterrey.

Abstract

The annual pollen concentration of *T. gallica* (Tamaricaceae) was studied in the metropolitan area of Monterrey. A total pollen index of 567 pollen grains was found, with the pollination period lasting from June to mid-October, with a maximum daily average of 40 pollen grains/m³ of air on July 4, 2003. The highest monthly pollen index was in July, with 311 pollen grains.

Keywords: windbreaks, tamarisk, pollen index, Monterrey.

Introducción

La especie de *T. gallica* conocida comúnmente como tamarisco pertenece a la familia Tamaricaceae originaria de Europa. Es un arbusto siempre verde, más o menos papiloso, de 2-4 (10) m de altura o árbol con pequeño tronco erecto, muy ramificado y corteza de color pardo oscuro a púrpura. Ramas junciformes, extendidas en arco, muy ramificadas. Ramitas erectas u oblicuas, finamente estriadas. Hojas vegetativas escamiformes, en densa disposición helicoidal, recubriéndose unas a otras a modo de tejas en las ramitas jóvenes, sentadas, simples de 1 a 3 mm de largo y 0.5-1 mm de ancho, ovadas estrechas o lanceoladas, apuntadas en forma de vaina en la base, ligeramente crenadas, con numerosas glándulas en forma de cráter, glabras de color verde grisáceo o verde azulado, membranosas en los bordes. Sus flores son pentámeras, de 2-3 mm de diámetro, rosadas o blancas, cortamente pedunculadas, formando racimos densos de 1-4 cm de largo que se agrupan en una inflorescencia en forma de panícula. El fruto es una cápsula con 3 valvas de 3-4 mm de largo, de color rosa claro, con numerosas semillas diminutas que llevan un largo penacho de pelos plumosos (Bollinger y Grau, 1990;

Martínez González y Chacalo Hilu, 1994) (Figura 1).

Esta especie es muy utilizada para el control de la erosión, como cortina rompevientos y además se le encuentra como árbol ornamental (Martínez González y Chacalo Hilu, 1994; Rocha Estrada *et al.*, 1998; Alanís Flores y González Alanís, 2002; Campos Trujillo *et al.*, 2015). Con respecto a la palinología de *T. gallica*, sus granos de polen han sido descritos por Erdtman (1966) y Kapps *et al.* (2000), como polen subprolado ($19.5 \times 15 \mu\text{m}$) a esferoidal prolado ($20 \times 18 \mu\text{m}$), sexina tan gruesa como la nexina, exina tectada y reticulada. En lo que respecta a la aerobiología del polen de esta especie ha sido estudiada en diferentes países (Gutiérrez Bustillo *et al.*, 2002; Sarabiego *et al.*, 2002; Rocha Estrada, 2005; Agashe y Caulton, 2009).

Material y métodos

Descripción del área de estudio

Ubicación geográfica

El estudio se llevó a cabo con un captador volumétrico tipo Hirst que se encuentra situado en el nivel superior del edificio "C" de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el municipio de San Nicolás de los Garza, N. L. ($25^{\circ} 43'29.9''$ latitud norte y $100^{\circ} 18'58.5''$ longitud oeste).

Orografía

Su ubicación en la planicie costera del Golfo Norte "llanura esteparia del noreste" explica su altitud promedio que fluctúa entre los 520 y 420 msnm, de Oeste a Este existe una pequeña área, al Sureste del cerro del Topo, cuya altitud alcanza los 800 msnm y en la colonia Loma del Roble llega a los 600 msnm. La altitud en el centro de San Nicolás es de 495 msnm. El punto más alto está en el cerro del Topo y la parte más baja se ubica en La Fe, al Oriente del Municipio de San Nicolás. Los límites son al Norte con Escobe-



Figura 1. Ejemplar de *Tamarix gallica*, conocido como tamarisco o rompevientos.

do (6 km Sendero Divisorio) y Apocada en más de 8 Km; al Sur con Monterrey (12 km Avenida Los Angeles); al Este con parte de Guadalupe y Apocada y al Oeste con el área del Topo Chico en Monterrey.

Hidrografía

En época de lluvia, se forman corrientes de agua en los arroyos del Topo Chico y de la Talavera. El arroyo del Topo Chico, anteriormente se unían las aguas de los manantiales del Cerro del Topo Chico y del Ojo de Agua de la estancia que existía a un lado de la colonia Cuauhtémoc de este Municipio. Los pequeños arroyos del Topo y La Talavera pertenecen a la subcuenta del río Pesquería, corriente perteneciente a la gran cuenca del río San Juan; ambos arroyos captan el agua que baja de la sierra de las Mitras, lomerío de

las Animas y cerro del Topo, atravesando de Oeste a Este el Municipio (Gobierno de San Nicolás).

Clima

El clima característico predominante de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (2004) es el seco estepario cálido y extremo, con lluvias irregulares a finales del verano clasificadas –BS(h') hw(e'). La temperatura media anual es de 22.1°C. La precipitación escasa, entre 300 y 500 mm, como consecuencia de su situación con respecto del movimiento de la faja subtropical de presión.

Estudio aerobiológico

Para la captura y recuento del polen atmosférico se tomaron en cuenta las recomendaciones de The International Association for Aerobiology (Jager *et al.*, 1995). El muestreo se llevó a cabo en el edificio de unidad de C de la Facultad de Ciencias Biológicas ubicado en el municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León. Para ello se cuenta con un colector volumétrico tipo Hirst (Lanzoni Co., Italia) y una vez verificado su correcto funcionamiento, semanalmente se preparó una cinta Melinex® de 345 mm recubierta con aceite de silicón como adhesivo y se colocó en el tambor rotatorio del aparato. El aparato se regula a un flujo de aire constante de 10 litros/minuto, el cual penetra a través de un orificio de 2x14 mm, quedando las partículas sólidas impactadas en la cinta, la cual se va desplazando a una velocidad de 2 mm/hora. El tiempo de una rotación completa del tambor es de siete días exactos. La cinta se cambia semanalmente y una vez retirada del aparato se transporta cuidadosamente al Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal para su procesamiento. Ya en el laboratorio, la cinta se divide en siete segmentos, cada uno de 48 mm de longitud, correspondientes a cada día de muestreo; cada uno de estos segmentos se adhiere con glicerogelatina teñida con fucsina a un

portaobjetos estándar de vidrio. Una vez procesadas las muestras de los colectores, se procede a analizarlas al microscopio óptico. Para la identificación de los granos de polen de *T. gallica*, se basó en Erdtman (1966), Faegri e Iversen (1989), Kapp *et al.*, (2000) y Lacey y West (2006).

También se realizó la comparación de las muestras polínicas con la colección de referencia, donde se encuentran representadas las especies que componen la vegetación del área de estudio. Para determinar la concentración media diaria, se realizaron cuatro barridos longitudinales un conteo en cada muestra montada, para lo cual se leyó al microscopio óptico utilizando el objetivo de 40x, según las recomendaciones de Domínguez *et al.*, (1992). Después se identificaron y cuantificaron los granos de polen presentes y los resultados obtenidos de este conteo se extrapolan a unidades de granos de polen por volumen de aire (granos de polen/m³). Además, se determinó el índice polínico mensual y total.

Resultados y discusión

Morfología polínica

Granos isopolares, mónadas, pequeños (10-25 µm), tricolpados, oblado esferoidal (14.49x14.53 µm), exina tectada y microreticulada (Figura 2 y 3).



Figura 2. Grano de polen de *T. gallica* bajo el microscopio óptico, tinción fucsina básica.

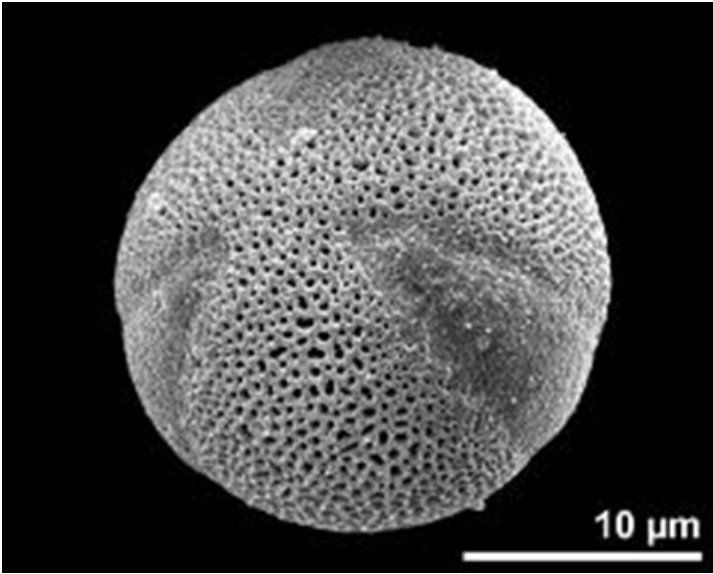


Figura 3. Granos de polen en barrido en vista polar, mostrando sus tres colpos y la exina microreticulada de *T. gallica* (Halbritter, 2016).

Comportamiento aerobiológico

Los granos de polen de *T. gallica* en el área de estudio se presentaron desde junio a mediados de octubre, registrándose un índice polínico total de 567 granos. El índice polínico mensual máximo se registró durante julio con 311 granos (Tabla 1), mientras que en que en septiembre se registró un índice de 25 y 59 granos en octubre. La media diaria máxima de 40 granos de polen/m³ de aire para el 4 de julio (Figura 4). Con respecto a la variación horaria se registraron altas concentraciones entre las 09:00 y 12:30. La anemofilia del tamarisco ha sido reportada y, se menciona que se encuentra en concentraciones generalmente bajas (1% del polen total anual) (Gutiérrez Bustillos *et al.*, 2002; Sabariego *et al.*, 2002).

Conclusiones

El polen del tamarisco o rompevientos (*Tamarix gallica*, Tamaricaceae) presente en el aire del área metropolitana de Monterrey, se encontró a partir de junio y hasta mediados de octubre, presentando su pico más alto en el mes de julio.

Tabla 1. Índice polínico mensual de *Tamarix gallica* L. en el área metropolitana de Monterrey, N.L., México.

Mes	Polen
Junio	65
Julio	311
Agosto	107
Septiembre	25
Octubre	59

Referencias

Agashe S.N., Caulton E. (2009). Pollen and spores. Applications with special emphasis on aerobiology and allergy. Science Publishers. USA. 400.

Bollinger E., Grau H. (1990). Arbustos. Guías de Naturaleza Blume. Editorial Blume, Barcelona 120.

Domínguez-Vilches E., Galan C., Villamandos F., Infante F. (1992). Handling and evaluation of the data from aerobiological sampling. Rea Monogr 1: 1-18.

Erdtman G. (1966). Pollen morphology and plant taxonomy (An introduction to Palynology I, Angiosperms). Hafner Publishing Company. 545.

Faegri K., Iversen J. (1989). Text book of pollen analysis. IV edition. The Blackburn Press. 328.

Gutiérrez Bustillo M., Cervigón Morales P., Pertiñez Izquierdo C. (2002). Aerobiología en Madrid: estación de ciudad universitaria (2000-2001). Red Española de Aerobiología 7: 225-230.

Halbritter H. 2016. *Tamarix gallica*. In: PalDat - A palynological database. https://www.palдат.org/pub/Tamarix_gallica/301343;jsessionid=40EEA9E63E862FC0D0FBF68BA29D9FA6; consultado el 2025-09-03

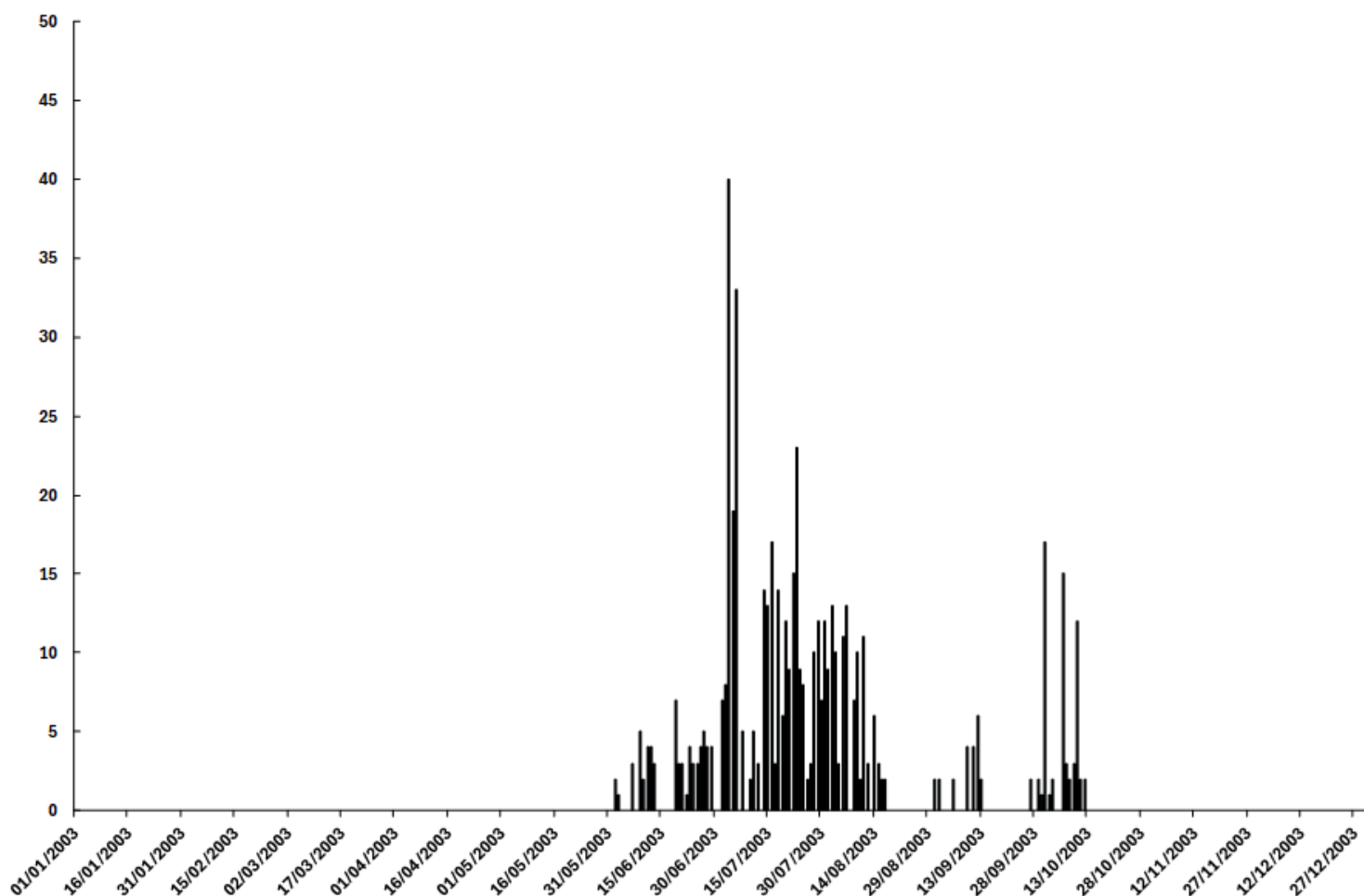


Figura 4. Media diaria de granos de polen de *T. gallica* por metro cúbico de aire durante el periodo de estudio.

Jager S., Mandrioli P., Spieksma F., Emberlin J., Hjelmros M., Rantio-Lehtimäki A., Domínguez-Vilches E., Ickovic M.R. (1995). Methodology for routinely performed monitoring of airborne pollen recommendations. *Aerobiologia* 11: 69-73.

Kapp R.O., Davis O.K., King J.E. (2000). Pollen and spores. Second edition. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation Publication, College Station Texas.

Lacey M.E., West J.S. (2006). The air spora. A manual for catching and identifying airborne biological particles. Springer, Dordrecht. 156.

Martínez González L., Chacalo Hilu A. (1994). Los árboles de la ciudad de México. Primera edición, Uni-

versidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 291-293.

Rocha Estrada A. (2005). Aeropalinología del área metropolitana de Monterrey, N.L. México. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza. 233.

Rocha Estrada A. Torres Cepeda T.E., González de la Rosa Ma. del C., Martínez Lozano S.J., Alvarado Vázquez M.A. (1998). Flora ornamental en plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México. *SIDA* 18: 579-586.

Sabariego S., Díaz de la Guardia C., Alba F., Mota J.F. (2002). Aerobiología en Andalucía: estación de Almería (2000-2001). *Red Española de Aerobiología* 7: 33-38.

Nuevos Registros de Macromicetos para San Luis Potosí Procedentes del Herbario “Isidro Palacios”

Sadoth Vázquez-Mendoza*

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, UASLP
Altair No. 200, Fracc. del Llano, San Luis Potosí, 78377

*Autor para correspondencia: *savazq70@hotmail.com

Resumen

La diversidad fúngica del estado de San Luis Potosí aun es poco conocida, y su estudio constituye un campo en desarrollo. La Universidad Autónoma de San Luis Potosí alberga la única colección científica de hongos del estado, adscrita al herbario “Isidro Palacios” del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. En este trabajo se reportan 30 nuevos registros de macromicetos para San Luis Potosí, identificados a partir de la revisión del material depositado entre 1954 y 2022 en dicha colección. Estos resultados contribuyen a incrementar el conocimiento de la micobiota estatal y destacan el papel fundamental de las colecciones científicas en la documentación y conservación de la diversidad fúngica.

Palabras clave: colecciones científicas, diversidad fúngica, herbario Isidro Palacios, hongos.

Abstract

The fungal diversity of the state of San Luis Potosí is still poorly understood, and its study is a developing field. The Autonomous University of San Luis Potosí houses the state's only scientific collection of fungi, attached to the "Isidro Palacios" herbarium of the Institute for Desert Zone Research. This paper reports 30 new records of macromycetes for San Luis Potosí, identified from a review of material deposited in this collection between 1954 and 2022. These results contribute to increasing our knowledge of the state's mycobiota and highlight the fundamental role of scientific collections in the documenta-

tion and conservation of fungal diversity.

Keywords: scientific collections, fungal diversity, Isidro Palacios herbarium, fungi.

Introducción

Los hongos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas principalmente como descomponedores de materia orgánica pero también en interacciones, como las micorrizas, que son esenciales para mantener los servicios ecosistémicos y el equilibrio ecológico (Guzmán, 1995). En México, la diversidad de estos organismos ha sido objeto de múltiples estudios, sin embargo, aún existen vacíos en aspectos básicos como el conocimiento sobre su distribución y su riqueza específica (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014; Guzmán, 1994). San Luis Potosí, considerado entre los primeros estados por su biodiversidad y riqueza de ecosistemas, representa un área de gran interés micológico, ya que el registro y estudio de sus macromicetos sigue siendo limitado (Flores-Rivas y Martínez de la Vega, 2019; Medel-Ortiz y Flores-Rivas, 2019).

Una herramienta valiosa para el estudio de la biodiversidad en general, y de los hongos en particular, son sin duda las colecciones científicas y herbarios (Martínez de la Vega, 2019). A través de la revisión

de material depositado en ellos, es posible identificar nuevos registros de especies para determinadas regiones, complementando así la información obtenida en estudios de campo (Lavornia *et al.*, 2017; Martínez de la Vega, 2019). En este contexto, la exploración de los acervos micológicos resulta clave para detectar registros inéditos o poco documentados, permitiendo un mejor entendimiento de la distribución geográfica de los hongos en México.

En el presente estudio se reportan nuevos registros de macromicetos para San Luis Potosí a partir de la revisión del material conservado en el herbario "Isidro Palacios" del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Material y métodos

En este trabajo se revisó el material depositado en la colección de hongos del herbario Isidro Palacios (SLPM) del IIZD proveniente de localidades dentro del territorio del estado de San Luis Potosí. Se consideró solamente los especímenes depositados desde 1954 (año de fundación del herbario) hasta 2022. Los hongos considerados fueron colectados por diversas personas y su determinación fue hecha por A. Gómez, F. Brizuela, G. Guzmán, H. Alarcón, J.E. Wright, R. Hernández, S. Salas y W.C. Denison.

Un total de 59 especímenes provenientes de 24 localidades dentro del territorio potosino fueron revisados, y se determinó representan 44 especies. El listado de especies obtenido, una vez actualizada la nomenclatura con base en Index Fungorum (<https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>), se comparó con el listado de especies reconocidas para el estado de San Luis Potosí (321 especies) presentado en los apéndices 25 y 26 de La Biodiversidad en San Luis Potosí: Estudio de Estado.

Resultados y discusión

Se detectaron 30 nuevos registros para el estado de San Luis Potosí. Se reportan seis especies de Ascomycota distribuidas en 6 familias y 6 ordenes, y 24 es-

pecies de Basidiomycetos, distribuidas en 16 familias y 8 ordenes (Tabla 1, Figuras 1-4).

Como se mencionó, San Luis Potosí es uno de los estados con mayor diversidad biológica en México, sin embargo, su riqueza fúngica aún está subestimada. Este estudio lo corrobora al reportar 30 nuevas especies para el estado, incrementando el inventario estatal en un 9% (de 321 a 351 especies); resaltando la necesidad de ampliar la exploración micológica en regiones poco estudiadas (Centro y Altiplano), así como de optimizar el uso de herramientas fundamentales como las colecciones científicas.

Es de llamar la atención que parte de los ejemplares identificados permanecieron depositados por más de 50 años en la colección del IIZD sin ser reportados. Esta situación refleja un problema común en países megadiversos como el nuestro: escasa vinculación

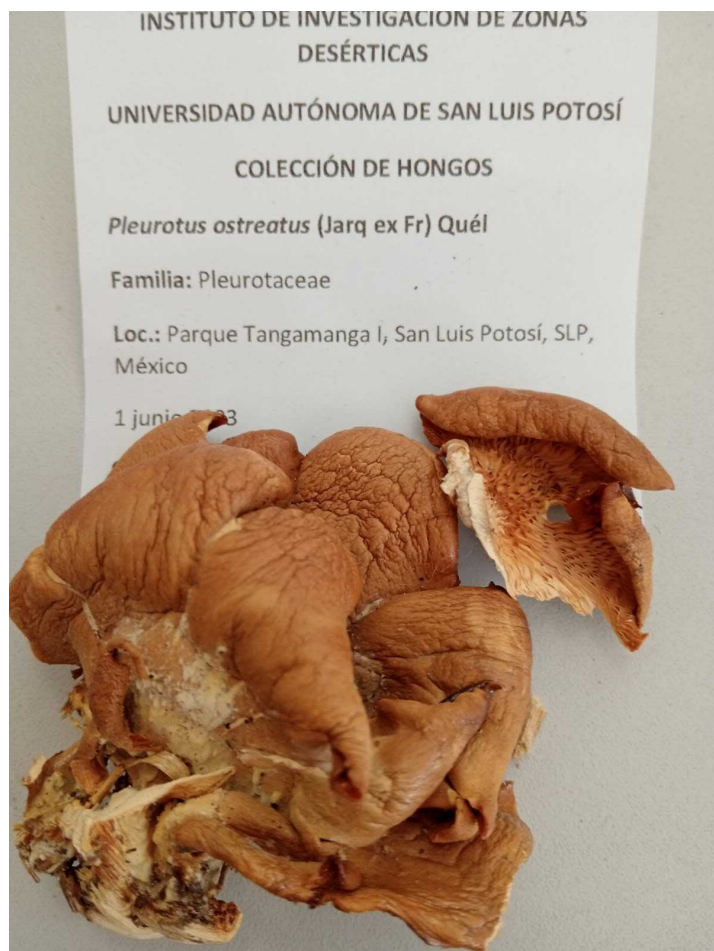


Figura 1. Ejemplar de *Pleurotus ostreatus*, nuevo registro de macromicetos para San Luis Potosí.



Figura 2. Ejemplar de *Clavulinopsis corniculata*, nuevo registro para San Luis Potosí.

entre recolección, curación de colecciones y la identificación taxonómica especializada. Nuestros resultados refuerzan la necesidad de financiar el mantenimiento de colecciones, la capacitación de personal y la digitalización de especímenes.

La distribución de los nuevos registros evidencia un sesgo en las exploraciones con la mayor parte de los especímenes depositados en la colección del IIZD provenientes de las regiones Centro, Media y Huasteca, mientras que la región Altiplano está poco representada. Por otra parte, las especies halladas en la zona urbana de la capital abren una línea de investigación sobre la diversidad fúngica en estos ambientes; ya que los hongos en ambientes urbanos pueden ser indicadores de salud ecosistémica, justificando su monitoreo.

Conclusiones

En este estudio no solo se actualiza la diversidad fúngica de San Luis Potosí, sino que subraya el valor de las colecciones científicas y la necesidad de investigar otros ecosistemas y ambientes.

Referencias

- Aguirre-Acosta E., Ulloa M., Aguilar S., Cifuentes J., Valenzuela R. (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S76-S81
- Flores-Rivas J., Martínez de la Vega G. (2019). Resumen ejecutivo. Diversidad de especies. En: *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado. Volumen II.* CONABIO, México.



Figura 3. Ejemplar de *Leucocoprinus bimbaumii*, nuevo registro para San Luis Potosí.

co. 83-86 pp.

Guzmán G. (1994). Las colecciones de hongos en México y su problemática en la biodiversidad del país. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 55: 35-37

Guzmán G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencias* 39: 52-57

INDEX FUNGORUM. <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>

Lavornia J.M., García R.A., Rosato V.G., Kristensen M.J., Chayle J.A., Saparrat M.N. (2017). Aportes a la colección de hongos liquenizados del herbario del Instituto de Botánica Carlos Spegazzini (LPS). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 52 (1): 5-12

Martínez de la Vega G. (2019). Colecciones biológicas. En: *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado. Volumen II.* CONABIO, México. 155-160 pp.

Medel-Ortiz R., Flores-Rivas J. (2019). Hongos. En: *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado. Volumen II.* CONABIO, México. 87-90 pp.



Figura 3. Ejemplar de *hypomyces lactiflorum*, nuevo registro para San Luis Potosí.

Tabla 1. Nuevos registros de macromicetos para San Luis Potosí provenientes de la colección de hongos del herbario "Isidro Palacios" del IIZD-UASLP.

ESPECIE	LOCALIDAD Y FECHA	COLECTOR	REGISTRO IIZD
PHYLLUM ASCOMYCOTA			
FAMILIA SARCOSYPHACEAE			
<i>Cookeia venezuelae</i> (Berk et Curt ex Cook)	15 km al E de Rayón carretera a Cd. Valles, 12- septiembre 1967,	M.E. Sánchez 158-A	CH-SLPM-69
FAMILIA HYPOCREACEAE			
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul.	Puerto La Huerta, Sierra de Álvarez, carretera SLP-Rioverde. Octubre 1958,	F. Medellín Leal s/n	CH-SLPM-52
FAMILIA PERTUSARIACEAE			
<i>Pertusaria</i> sp.	Carretera SLP-Antiguo Morelos km65. 20 julio 1958	F. Medellín Leal s/n.	CH-SLPM-368
FAMILIA TELOSCHISTACEAE			
<i>Polycauliona candelaria</i> (L.) Fröden, Arup & Sachting	La Parada del Zarcido (El Viejo), mpio. de Zaragoza, 1983	J. Ballín C 579	CH-SLPM-197
FAMILIA PSORACEAE			
<i>Psora crenata</i> (Taylor) Reinke	El Refugio, mpio, Villa de Guadalupe. 19 septiembre 1969	A. Gómez s/n	CH-SLPM-203
FAMILIA LOBARIACEAE			
<i>Pseudocyphellaria</i> sp.	Sierra de Álvarez, SLP. 23 julio 1959	Rzedowski, Takaki y R. Cruz s/n	CH-SLPM-354
PHYLLUM BASIDIOMYCOTA			
FAMILIA AGARICACEAE			
<i>Coprinus comatus</i> (Müll ex Fr) Gray	Instituto Nacional de Ovinos, Soledad Diez Gutiérrez, SLP; 16 julio 1975	A. Gomez-Glez s/n	CH-SLPM-29
<i>Chlorophyllum arizonicum</i> (Scheer & Griffiths) G. Moreno	Tanque Caballos km 34, SLP; 20 junio 1958	F. Medellín Leal s/n	CH-SLPM-72
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> (Corda) Singer	En jardinera del Centro Comercial El Dorado, San Luis Potosí, SLP; 25 julio 2003	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-215
<i>Tulostoma pulchellum</i> Sacc.	1 km al NO de Antonio Estrada, Soledad Diez Gutiérrez, SLP; 27 enero 1967	Dina Foguelman y F Takaki A. s/n	CH-SLPM-179
	Ojo Caliente, Santa María del Río, SLP, 19 enero 1983	JR Ballín s/n	CH-SLPM-180
<i>Tulostoma</i> sp.	El Llano km 22, carretera SLP-Matehuala, SLP, 19 enero 1983	J. Ballín C 654	CH-SLPM-223
FAMILIA AMANITACEAE			
<i>Amanita gemmata</i> (Fr) Gill	Km 235 carretera SLP-Ciudad Valles, SLP, 24 junio 1959	G. Guzmán 3698	CH-SLPM-3
<i>Aspidella solitaria</i> (Bull) E.J. Gilbert	El Carrizal, mpio. Villa de Zaragoza, a casi 5 km al norte de la Salitrera, al NW del cerro El Organo, SLP, 5 septiembre 2003	Héctor Alarcón 53	CH-SLPM-187
FAMILIA AURISCALPIACEAE			
<i>Artomyces pyxidatus</i> (Pers.) Jülich	Carretera Xilitla-Jalpn, Huasteca, SLP, 26 junio 1959. Bosque de Liquidambar	G. Guzmán 3612	CH-SLPM-25

Tabla 1. Continuación...

FAMILIA BOLETACEAE			
<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell. Dick.) Singer	El Carrizal, a casi 5 km al norte de la Salitrera, mpio. Villa de Zaragoza; al NW del Cerro El Órgano. San Luis Potosí. 5 septiembre 2003. Bosque pino-encino	Felicidad García 39	CH-SLPM-186
FAMILIA CLAVARIACEAE			
<i>Clavulinopsis corniculata</i> (Schaeff.) Corner	Rincón del Hormiguero, San Marcos, municipio de Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí. 1985	R. Hernández s/n	CH-SLPM-26
FAMILIA CORTINARIACEAE			
<i>Cortinarius sanguineus</i> (Wulf. Fr.) Fr.	km al N de la Salitrera y al NW del cerro El Órgano, El Carrizal, municipio de Zaragoza, San Luis Potosí. 5 septiembre 2003	Héctor Alarcón 46	CH-SLPM-245
FAMILIA FOMITOPSIDACEAE			
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst	San Bartolo, Rioverde, San Luis Potosí. 10 abril 1960		CH-SLPM-208
	Calle 16, Col. Industrial Aviación, San Luis Potosí, San Luis Potosí.	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-209
FAMILIA GEASTRACEAE			
<i>Geastrum pectinatum</i> Pers	Palma de la Cruz, municipio Soledad Diez Gutiérrez, San Luis Potosí. 29 junio 1963	J. Luis Medellín s/n	CH-SLPM-39
<i>Geastrum saccatum</i> Fr	El Xoconostle, a 2 km al SE del poblado, Villa de Zaragoza, San Luis Potosí. 4 julio 2003	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-210
FAMILIA GOMPHACEAE			
<i>Phaeoclavulina zippelii</i> (Lev.) Overeem	Parque Tangamanga I, San Luis Potosí, San Luis Potosí. 7 julio 2022	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-221
FAMILIA GYMNOSPORACEAE			
<i>Gymnosporangium exiguum</i> Kerm	Los Hoyos, km 51 carr. SLP-Rioverde, San Luis Potosí. Parásito de <i>Juniperus flaccida</i> 14 abril 1968	J. Rzedowski 25673	CH-SLPM-243
FAMILIA HYDNACEAE			
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr	Puerto de La Huerta km 361, Rioverde, San Luis Potosí. Octubre 1958	F. Medellín Leal 1687	CH-SLPM-19
<i>Cantharellus cinnabarinus</i> Schw	El Carrizal, a 5k al N de la Salitrera, al NW del cerro El Órgano, mpio. Villa de Zaragoza, San Luis Potosí. 5 septiembre 2003	Héctor Alarcón 45	CH-SLPM-17
FAMILIA HYDNANGIACEAE			
<i>Laccaria amethystina</i> (Bolton Hook) Murrill	El Carrizal, a 5k al N de la Salitrera, al NW del cerro El Órgano, mpio. Villa de Zaragoza, San Luis Potosí. 5 septiembre 2003	Héctor Alarcón 50	CH-SLPM-232
FAMILIA MYCENACEAE			
<i>Mycena leaina</i> (Berk.) Sacc.	15 km al E de Rayón, carr a Ciudad Valles, San Luis Potosí. 12 septiembre 1967	M.E. Sánchez 136	CH-SLPM-162
FAMILIA PLEUROTACEAE			
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jarq ex Fr) Qué	Parque Tangamanga I, San Luis Potosí, San Luis Potosí. 1 junio 2003	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-225
FAMILIA POLYPORACEAE			
<i>Lentinus arcularius</i> Batsch Fr	El Xoconostle, a 2 km al SE del poblado, mpio. Villa de Zaragoza, San Luis Potosí. 4 julio 2003	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-213
<i>Corioloopsis occidentalis</i> (Klotzsch) Murrill	25 km al W de Ciudad Valles, San Luis Potosí. 11 septiembre 1967	M.E. Sánchez 96	CH-SLPM-97
FAMILIA TRICHOLOMATACEAE			
<i>Leucopaxillus cerealis</i> (Lasch) Singer	Parque Tangamanga II, San Luis Potosí, SLP. 1 junio 2002	Héctor Alarcón s/n	CH-SLPM-224



INSTRUCCIONES A LOS AUTORES PARA SOMETER ARTÍCULOS O CONTRIBUCIONES PARA SU PUBLICACIÓN EN LA REVISTA PLANTA DE LA UANL (ISSN 2007-1167)

PLANTA UANL es el órgano de difusión y divulgación del Cuerpo Académico y departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. El objetivo principal de la revista es difundir el conocimiento botánico del noroeste de México en la comunidad académico-científica e interesar al público en general en los temas botánicos. La revista recibe para su publicación todo tipo de artículos que aborden algún aspecto de la Botánica, tanto conocimiento empírico, como resultados de estudios científicos, notas técnicas, etc. sin discriminación alguna respecto a las ideologías, creencias, raza o filiación política de los autores para su publicación.

ESPECIFICACIONES

Para someter un artículo o participación en la revista, todos los escritos deberán elaborarse en procesador de textos con formato Microsoft WORD. El título deberá ser acorde al contenido del artículo o contribución. El título de los artículos debe ser breve, su longitud no deberá ser mayor a dos renglones al escribirlo en mayúsculas con letra: ARIAL EN NEGRITAS Y TAMAÑO 14. El cuerpo del artículo deberá presentarse en hoja tamaño carta con márgenes normales (superior e inferior 2.5 cm, izquierdo y derecho de 3 cm) e interlineado de 1.5 renglones, con un espacio entre párrafos y sin sangría al inicio del párrafo. La letra a usar en el texto será: Calibri tamaño 12 sin negrita y éste deberá justificarse en ambos márgenes.

Se recomienda el uso de apoyos visuales (gráficos, ilustraciones, tablas o fotografías) que atraigan la atención del lector y faciliten la comprensión de la lectura. En el caso de gráficos, fotografías o ilustraciones, estas se agruparán bajo el término genérico de Figuras. Todas ellas deberán contar con un pie de figura que contenga el número de la misma y su descripción como sigue: Figura 1 en letra Calibri 10 en negritas. A diferencia de las figuras, las tablas tendrán una numeración independiente, consecutiva de

acuerdo a su aparición y contarán con una descripción en la parte superior de la misma. Esta descripción tendrá el mismo formato que las figuras. Los pies de figuras deberán aparecer al final del artículo, al igual que las tablas con sus encabezados. Su posición deberá especificarse claramente en el texto. Todas las figuras, sin importar el formato deberán incluirse en archivo aparte (El formato de las figuras debe ser JPEG, GIF, BMP, TIF o similar), no deberá tener ningún tipo de liga con páginas de la red y deberá estar plenamente identificada. Para cada imagen deberá indicarse si proviene de un archivo propiedad del autor y de no ser así, deberá especificarse su procedencia y autor. Se sugiere Identificar los archivos de imágenes con el número de figura, por ejemplo figura1.jpg, figura2.bmp, etc.

TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

A continuación se presenta un listado de las secciones básicas de que consta la revista y posteriormente se presenta una descripción del contenido que se incluye en cada una de ellas. Favor de indicar en que sección desea que se incluya su contribución al momento de enviarla a los editores.

Editorial

Comúnmente la extensión de esta sección es de una cuartilla o menos. Aunque la labor de edición de la revista es responsabilidad de los editores y comúnmente son ellos los que escriben el editorial de cada número, Ud. puede ser editorialista invitado si así lo desea y hacer llegar su propuesta por escrito a nuestro correo, junto con el mensaje, reflexión u opinión personal sobre algún aspecto de la Ciencia Botánica, referente a su estado actual o algún aspecto relacionado con su ejercicio como profesión, su regulación, desarrollo, tendencia, etc. El escrito será revi-

sado por los editores y se le hará saber si resulta aprobado para su publicación y el número en el que aparecerá. También puede coordinar la edición de un número completo de la revista, ya sea: a) proponiendo el tema principal e invitando a los autores que participarán aportando el material para cada una de las secciones en el mismo, o bien b) desarrollando un número especial, en cuyo caso pueden aparecer sólo algunas de las secciones como son la agenda y otras acordes al tema de ese número.

Conoce tu flora

Comprende escritos principalmente, aunque no exclusivamente, sobre especies vegetales que habitan el noreste de México. En ellos se debe incluir al menos una diagnosis o descripción breve de la especie, grupo o tipo de vegetación que se aborda, su distribución y resaltar su importancia ecológica, etnobotánica, comercial, industrial o de otra índole. Se sugiere acompañar las contribuciones para esta sección con imágenes acordes al objeto de estudio.

Solo Ciencia

En esta sección se publican contribuciones relacionadas con la botánica en todas sus áreas (taxonomía, sistemática, morfología, anatomía, fisiología, genética, biotecnología, reproducción, ecología, fitogeografía, aprovechamiento, usos, etc.). Son por lo general trabajos originales donde se presentan resultados de investigación o revisiones bibliográficas de temas botánicos o afines. La extensión puede ser variable, pero se sugieren al menos seis cuartillas incluyendo tablas y figuras. Ver plantilla anexa para elaboración de manuscrito. Los artículos de esta sección son revisados inicialmente por los editores en términos de formato y pertinencia de la contribución, si el trabajo es adecuado para la revista se turna para su revisión a dos árbitros especialistas y de reconocida trayectoria científica, quienes emitirán un dictamen respecto al trabajo en cuestión.

La estructura recomendada para estos artículos es la siguiente:

- 1.- Título (mayúsculas, letra arial negrita tamaño 14)
- 2.- Autores (altas y bajas, letra arial negrita tamaño 12)
- 3.- Adscripción de los autores (altas y bajas, letra arial normal tamaño 12)
- 4.- Autor para correspondencia con datos de contacto (altas y bajas, letra arial normal tamaño 12)

5.- Resumen (letra calibri normal tamaño 12, interlineado 1.5 espacios, justificado, subtítulo de la sección en negrita: Resumen)

6.- Introducción*

7.- Material y métodos*

8.- Resultados y discusión*

9.- Conclusiones*

10.- Referencias*

El formato y tipografía de estas secciones es similar al del Resumen. Dejar un espacio entre párrafos y no utilizar sangría al inicio de los mismos. En caso de que sean necesarios subtítulos dentro de las secciones de introducción, material y métodos y Resultados y discusión se sugiere utilizar letra calibri normal tamaño 12.

Botánica Aplicada

Para esta sección se consideran contribuciones de trabajos de revisión y análisis bibliográfico sobre todas las aplicaciones de la botánica, así como usos potenciales y perspectivas. El formato sugerido puede ser tipo ensayo o considerar la estructura de los artículos de la sección Solo Ciencia.

Etnobotánica

En esta sección se hace énfasis en el uso tradicional de las plantas y sus saberes históricos y ancestrales. Las contribuciones pueden incluir descripciones de una o más plantas y los beneficios o perjuicios que representa(n) para el hombre o sus animales domésticos, ya sea que se trate de plantas de uso tradicional en rituales o ceremonias, comestibles, medicinales, tóxicas, o de las que se extraen productos, como fibras, resinas, aceites, etc.

ENVIO DE TRABAJOS Y/O CONTRIBUCIONES

Preparar su documento en formato WORD (*.docx) de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas y enviarlo junto con los archivos de figuras a planta.fcb@gmail.com, una vez recibido se le enviará una confirmación de recibido en un plazo no mayor a tres días hábiles.

Teléfono de contacto:

8329-4110 extensiones 6456 y 6426

