



Acta Botanica
Mexicana

Opuntia eruca, una especie nueva de Cactaceae, de Sinaloa, México

Opuntia eruca, a new species of Cactaceae, from Sinaloa, Mexico

Manuel Guillermo Millán-Otero¹, Raúl Puente-Martínez², Juan Fernando Pío-León³, Gilberto Márquez-Salazar⁴

Resumen

Antecedentes y Objetivos: El género *Opuntia* cuenta con alrededor de 200 especies, es endémico del continente americano y naturalizado en África, Asia, Europa y Oceanía. México es su principal centro de diversificación con cerca de 100 especies. Se caracteriza por sus tallos aplanados, conocidos como cladodios y por la presencia de glóquidas (comúnmente llamadas “alhuates”). En el presente trabajo se describe e ilustra una especie nueva para la ciencia del género *Opuntia*, endémica de la región centro-sur del estado de Sinaloa, México, en una zona cercana al Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla.

Métodos: Se realizaron colectas y monitoreo de fenología entre 2018 y 2024. Se revisaron y compararon materiales con los depositados en los herbarios CIIDIR, DES, HCIAD, HJBC, MEXU y UAS, así como con literatura especializada. Su estado de conservación se propuso de acuerdo con los criterios de la IUCN.

Resultados clave: *Opuntia eruca* se distingue fácilmente del resto de especies mexicanas por la combinación de crecimiento postrado, sin ramificar o con solo dos ramificaciones, espinas color amarillo-ámbar cuando son juveniles, glóquidas rojizas o tintas y frutos pedunculados. La especie nueva tiene afinidad morfológica con la serie *Curassavicae*, presente en el sureste de los Estados Unidos de América y el Caribe, pero no en México. Crece en suelos arcillosos con roca volcánica, en selva baja caducifolia. De acuerdo con los criterios de la IUCN, se considera provisionalmente en la categoría Vulnerable (VU). Se discuten las similitudes morfológicas con las especies de las series *Tunae* y *Curassavicae* y se presenta un cuadro comparativo para las especies de *Opuntia* de la región (serie *Tunae*) y la serie *Curassavicae*.

Conclusiones: La nueva especie presenta características morfológicas muy distintas al resto de las *Opuntias* mexicanas, lo que enriquece aún más la diversidad del género en el país.

Palabras clave: bosque espinoso, Meseta de Cacaxtla, nopales, *Opuntia curassavica*, *Opuntia puberula*, selva baja caducifolia.

Abstract

Background and Aims: The genus *Opuntia* includes about 200 species, it is endemic to the American continent and also naturalized in Africa, Asia, Europe and Oceania. Mexico is its main center of diversification with about 100 species. It is characterized by flat stems, known as cladodes, and the presence of glochids (commonly known as “alhuates”). The present paper describes and illustrates a species of *Opuntia*, new to science, endemic to the south-central region of the state of Sinaloa, Mexico, growing in an area near the Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla.

Methods: Collections and phenological monitoring were carried out between 2018 and 2024. We reviewed collections in the herbaria CIIDIR, DES, HCIAD, MEXU and UAS, as well as specialized literature. Its conservation status was proposed according to IUCN criteria.

Key results: *Opuntia eruca* is easily distinguished from the remainder of Mexican *Opuntia* species by a combination of characters that include prostrate habit, branchless or only two branches, spines yellow-amber in color at juvenile stages, glochids red and fruits pedunculate. This new species has morphological affinity to the series *Curassavicae*, from the southeastern United States of America and the Caribbean, which is not present in Mexico. It grows on clay soils with volcanic substrate and low deciduous forest. Based on the IUCN criteria, it is considered provisionally as Vulnerable (VU). We discuss morphological similarities with species in the *Tunae* and *Curassavicae* series and a comparative table is presented for the *Opuntia* species of the region (*Tunae* series) and the series *Curassavicae*.

Conclusions: The new species shows morphological characters distinct from other Mexican *Opuntias*, which further increases the diversity of this genus in Mexico.

Key words: low deciduous forest, Meseta de Cacaxtla, *Opuntia curassavica*, *Opuntia puberula*, prickly pears, thorn forest.

¹Universidades para el Bienestar Benito Juárez García, Ingeniería en Desarrollo Regional Sustentable, Sede Cosalá, 80702 Cosalá, Sinaloa, México.

²Desert Botanical Garden, Department of Research, Conservation and Collections, 85008 Phoenix, Arizona, Estados Unidos de América.

³Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, 34234 Victoria de Durango, Durango, México.

⁴Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Biología, Ciudad Universitaria, 80010 Culiacán, Sinaloa, México.

⁵Autor para la correspondencia: mg.millanotero@gmail.com

Recibido: 25 de septiembre de 2024.

Revisado: 16 de octubre de 2024.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 14 de noviembre de 2024.

Publicado Primero en línea: 15 de noviembre de 2024. Publicado: Acta Botanica Mexicana 131(2024).

Citar como: Millán-Otero, M. G., R. Puente-Martínez, J. F. Pío-León y G. Márquez-Salazar. 2024. *Opuntia eruca*, una especie nueva de Cactaceae, de Sinaloa, México. Acta Botanica Mexicana 131: e2408. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2408>



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

El género *Opuntia* (L.) Mill. tiene una distribución natural en América, donde existen más de 200 especies (Hunt et al., 2006). En México se han reconocido desde 66 hasta poco más de 90 especies (Hernández et al., 2014; Villaseñor, 2016), siendo uno de los géneros mejor representados y de mayor distribución en el país. El género se distingue por sus tallos aplanados, conocidos como cladodios, la presencia de glóquidas, comúnmente conocidas como alhuates o ahuates, y hojas sésiles que surgen cuando el cladodio es joven y que posteriormente caducan (Anderson, 2001; Majure et al., 2012). Otros aspectos morfológicos importantes incluyen la presencia o ausencia de pubescencia en la epidermis de los cladodios, el número de series de aréolas que tienen los cladodios, la morfología y color de las espinas, aréolas y glóquidas.

En el estado de Sinaloa se reportan desde nueve hasta 14 especies de *Opuntia* (Scheinvar et al., 2013; Hernández et al., 2014; Villaseñor, 2016; Vega-Aviña et al., 2021) con formas de crecimiento variadas: arbóreas (p. ej. *O. spraguei* J.G. Ortega), arbustivas (p. ej. *O. rileyi* J.G. Ortega, *O. wilcoxii* Britton & Rose), decumbentes (*O. decumbens* Salm-Dyck, *O. puberula* Hort. Vindob. ex Pfeiff.) y erectas de tallos cilíndricos (*O. pubescens* H.L. Wendl. ex Pfeiff.), pero no rastreras. La principal causa de la diferencia en los números reportados se debe a distintos criterios taxonómicos, ya que algunos autores incluyen a *O. decumbens* y *O. puberula* como especies independientes, mientras que otros aceptan a *O. rileyi* y *O. spraguei* como sinónimos de *O. tomentosa* Salm-Dyck (Korotkova et al., 2021).

En el centro-sur del estado de Sinaloa, México, se ubica el Área para la Protección de la Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla (APFFMC) con una extensión de 50,862 ha, siendo la única reserva federal que protege la selva baja caducifolia en el estado. Un inventario reciente reportó la presencia de 389 especies nativas de plantas leñosas y semileñosas en el APFFMC, incluyendo 21 especies de Cactáceas y cinco del género *Opuntia*: *O. karwinskiana* Salm-Dyck, *O. puberula* (citada como *O. decumbens*), *O. rileyi*, *O. spraguei* y *O. wilcoxii* (Márquez-Salazar et al., 2022).

Durante un muestreo realizado en agosto de 2017, con el objetivo de determinar la composición florística y analizar la diversidad de plantas leñosas de las selvas secas en el centro-sur de Sinaloa, en un área próxima al APFFMC, se localizaron dos poblaciones, aparentemente sanas, de una especie del género *Opuntia*, con hábito prostrado que no coincidía con la descripción de las especies reportadas para Sinaloa. En el presente trabajo se describe y nombra a la especie nueva, se discute su afinidad morfológica con las series *Tunae* (Schumann) Britton & Rose (presente en México) y *Curassavicae* Britton & Rose (ausente en México) y se presenta un cuadro comparativo de las especies del género *Opuntia* más afines.

Materiales y Métodos

El muestreo inicial llevado a cabo en 2017 condujo al descubrimiento de dos poblaciones muy próximas entre sí de una especie rastrera de *Opuntia* que se diferenciaba claramente del resto de especies mexicanas conocidas. De agosto de 2018 a enero de 2024 se realizaron visitas frecuentes al sitio para realizar colectas botánicas, registro fotográfico y monitoreo de la fenología de estas poblaciones de *Opuntia*. Las imágenes obtenidas y los materiales colectados se analizaron simultáneamente en los herbarios DES y CIIDIR (acrónimos según Thiers, 2023). Los materiales se examinaron utilizando un microscopio estereoscópico (Velab, VE-S3, Ciudad de México, México).

Se revisaron ejemplares de *Opuntia* depositados en los herbarios CIIDIR, DES, HCIAD, HJBC, MEXU y UAS (acrónimos según Thiers, 2023) y literatura especializada (Britton y Rose, 1963; Bravo-Hollis, 1978; Anderson, 2001; Arias y Bravo-Hollis, 2002; Guzmán et al., 2003; Pinkava, 2004; Scheinvar et al., 2013; Villaseñor, 2016; Vega-Aviña et al., 2021; Díaz et al., 2022) y se determinó que se trataba de una especie nueva para la ciencia.

Se evaluó el estado de conservación provisional empleando los criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2022). Se omiten las coordenadas precisas por motivos de conservación.



Resultados

Taxonomía

Opuntia eruca Millán-Otero, R. Puente & Pío-León, sp. nov.

Figs. 1, 2.

TIPO: MÉXICO. Sinaloa, municipio San Ignacio, cercano a los límites del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, selva baja caducifolia, 2.VI.2020, M. G. Millán-Otero 497 (holotipo: CIIDIR!, isotipos: DES!, HCIAD!, MEXU!).

Opuntia eruca can be distinguished from the other *Opuntia* species by its prostrate habit, stem segments with 4-7 rows or areoles, reddish glochids and pedunculate fruits.

Plantas postradas, hasta 85 cm de largo, sin tronco definido, sin ramificación o a veces con dos ramificaciones; cladodios adultos 4-12 × 2.5-5 cm, fácilmente desprendibles entre sí, oblanceolados a oblongos, epidermis pubescente, color verde, frecuentemente con manchas púrpura-rojizas debajo de la aréola, ápice obtuso, base estrecha; aréolas 4-5 mm de largo, circulares a ovaladas, superficiales, dispuestas en 4-7 series, 1-2 cm distantes entre sí, tricomas blancos en cladodios nuevos; hojas presentes en artículos nuevos, subuladas, cónicas, hasta 1 cm de largo, verde a rojizas, ápice rojizo; espinas 1-3(-6) por aréola, 0.5-6.6 cm de largo, retorcidas, generalmente 2 divergentes, retrorsas a difusas o a veces erectas, retrorso-barbadas hacia el ápice, color blanco-grisáceo, ámbar-amarillentas cuando son juveniles, más claras hacia el extremo distal y la base más oscura, a veces blancas, las más largas generalmente se presentan en los cladodios más viejos; glóquidas rojizas a tintas, abundantes, dispuestas en la parte superior de las aréolas, a veces alrededor; flores 5-5.5 × 5.5-7 cm en antesis, pericarpelo 2-3 × 0.8-1 cm, clavado, pubescente, aréolas 2 mm de diámetro, 1 cm de distantes entre sí, circulares con tricomas blancos alrededor y algunas glóquidas de color rojizo; tépalos externos 1.2-1.5 × 1-1.2 cm, deltoides a oblanceolados, amarillos, algunos con bordes

rojizos, tépalos internos 3 × 1.5 cm, anchamente espatulados, amarillos, ondulados hacia el ápice, ápice mucronado; estambres 1-1.2 cm de largo, insertos, filamentos blancos, anteras 2 mm de largo; estilo 1.4-1.7 cm de largo, blanco; estigma 8-lobulado, 4 mm de largo, verde claro; frutos ca. 4.3 × 1.5 cm, pedunculados, verde claro, tres series de aréolas separadas por 1 cm, con fieltro blanco y glóquidas rojizas; semillas más de 40 por fruto, reniformes a orbiculares, 3.5-4 × 3.2-3.5 mm.

Distribución y hábitat: solo se conoce de una localidad vecinal al Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, en el municipio San Ignacio, Sinaloa, alrededor de 60 m s.n.m., en un área intermedia entre el APFFMC y el Río Piaxtla (Fig. 3). Habita en la selva baja caducifolia con algunos elementos de selva baja espinosa caducifolia y crece en suelos vertisoles con roca volcánica, asociado con especies de Cactaceae como *Cylindropuntia thurberi* (Engelm.) F.M. Knuth, *Mammillaria mazatlanensis* K. Schum., *Opuntia puberula*, *O. spraguei* J.G. Ortega, *Stenocereus alamosensis* (J.M. Coult.) A.C. Gibson & K.E. Horak, *S. martinezii* (J.G. Ortega) Buxb. y *Pilosocereus purpusii* (Britton & Rose) Byles & G.D. Rowley, así como con las especies características de la selva baja caducifolia de Sinaloa: *Agave angustifolia* Haw., *Bursera fagaroides* Engl., *Bromelia pinguin* L., *Euphorbia bracteata* Jacq., *Cenostigma eriostachys* (Benth.) Gagnon & G.P. Lewis, *Croton* spp., *Haematoxylum brasiletto* H. Karst, *Plumeria rubra* L., *Jatropha cordata* Müll.Arg. e *Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don.

Fenología: florece en junio y fructifica de julio a agosto.

Etimología: el epíteto "*eruca*" que lleva esta especie, proviene del latín y significa "oruga". Hace alusión a la similitud que presentan las plantas con las orugas, debido a su crecimiento postrado, sus cladodios segmentados y a la apariencia de estar en movimiento.

Estado de conservación preliminar: hasta el momento se conoce su presencia en una sola localidad, la cual



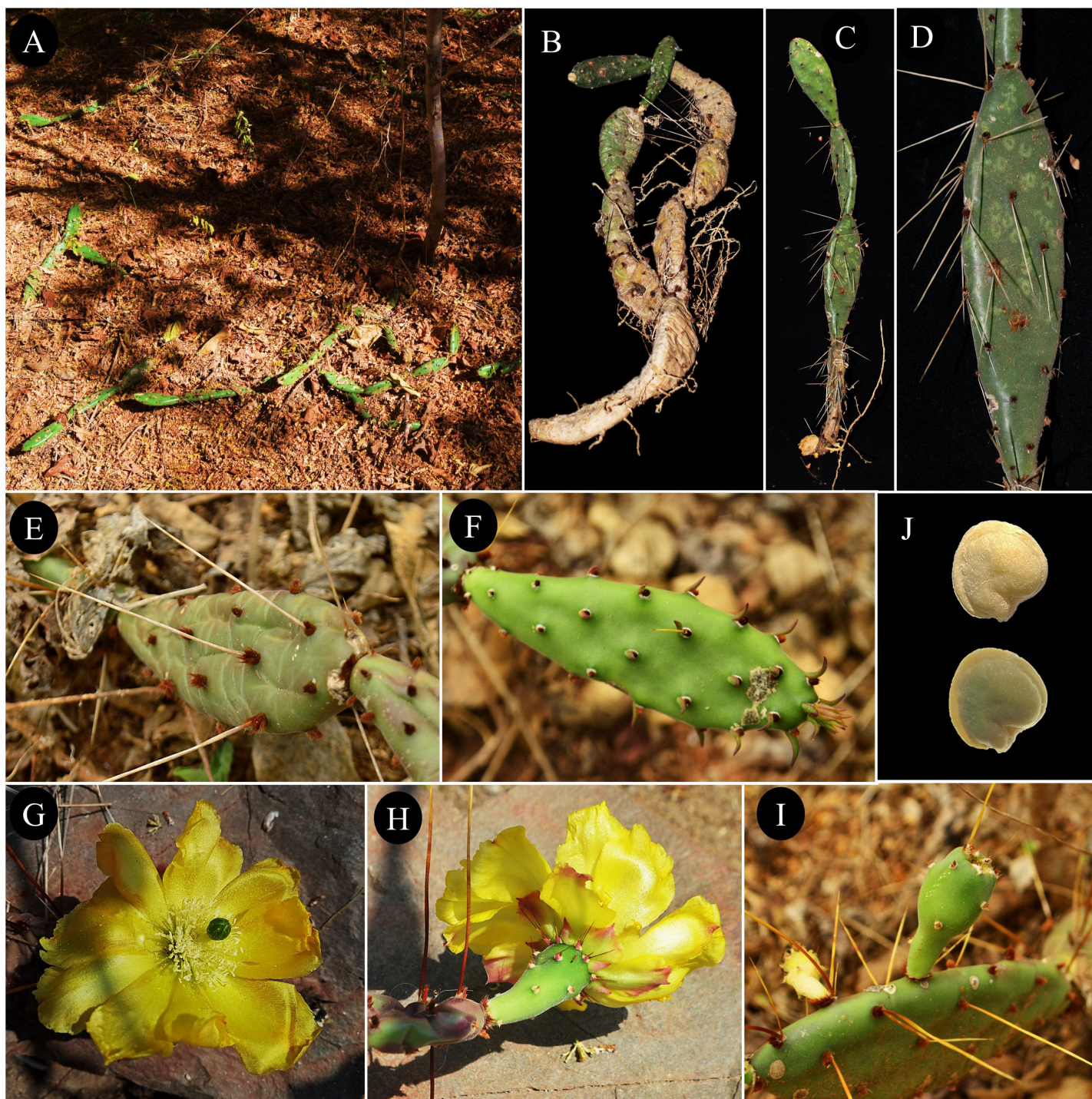


Figura 1: *Opuntia eruca* Millán-Otero, R. Puente & Pío-León. A. hábito; B. individuo con ramificación; C. individuo sin ramificaciones; D. detalle de cladodio en invierno (turgente); E. detalle de cladodio en junio (temporada seca); F. cladodio joven; G. y H. flor; I. fruto; J. semilla en diferentes planos de luz.

presenta un aparente buen estado de conservación de la vegetación nativa. Sin embargo, las áreas vecinales inmediatas son de aprovechamiento agropecuario y presentan una presión creciente de apertura para actividades agrope-

cuarías, lo que podría poner en riesgo a ambas poblaciones en un tiempo muy corto. Basado en lo anterior y empleando el criterio D2 de la Lista Roja de la IUCN (2022), se propone el estado de conservación provisional Vulnerable (VU).

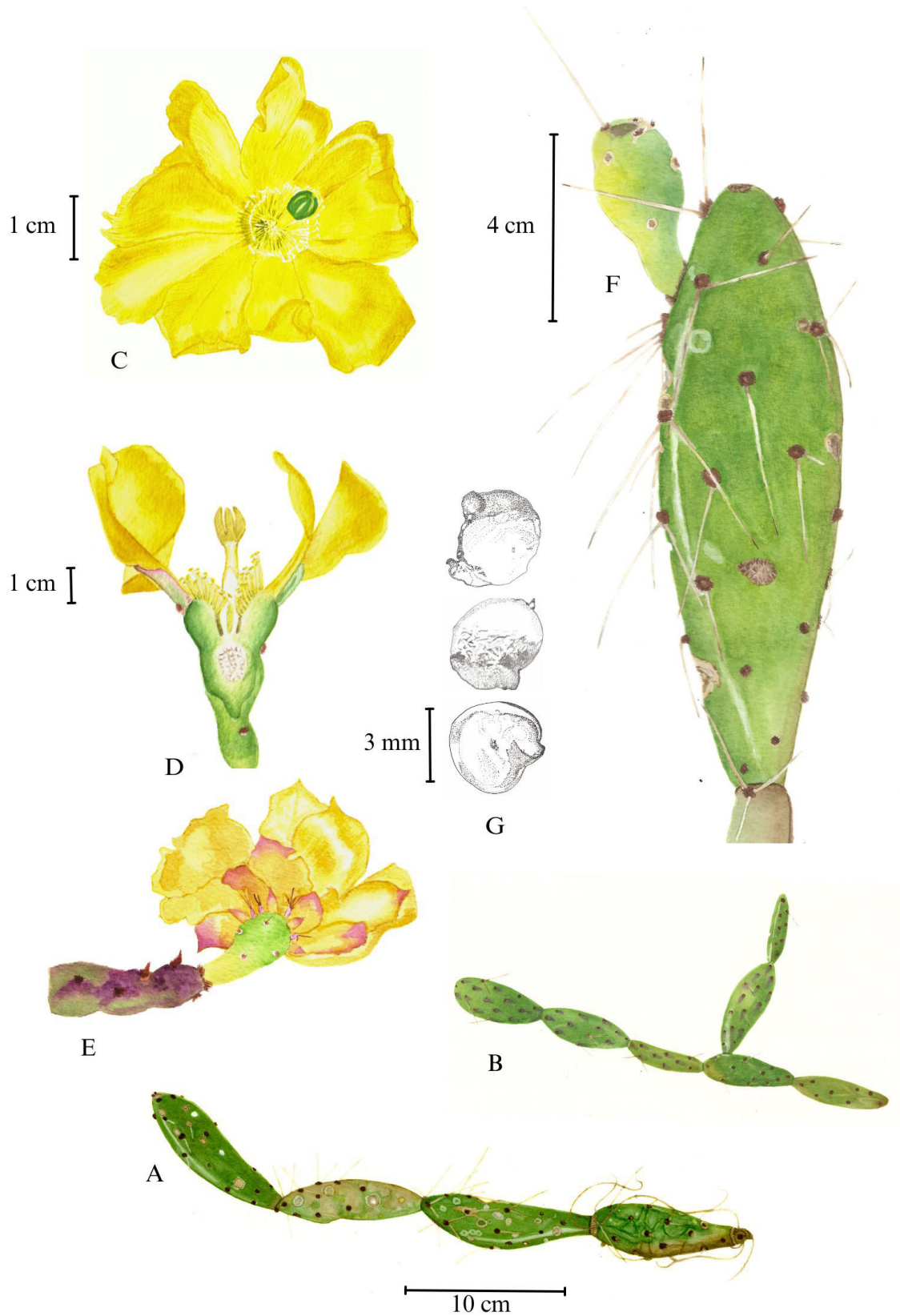


Figura 2: *Opuntia eruca* Millán-Otero, R. Puente & Pío-León. A. y B. hábito; C. vista frontal de la flor; D. corte longitudinal de la flor mostrando androceo y gineceo; E. vista posterior de la flor; F. detalle de cladodio con fruto; G. semillas. Ilustración de Leslie Martínez Ruby con base en el ejemplar tipo y fotografías de individuos en campo.

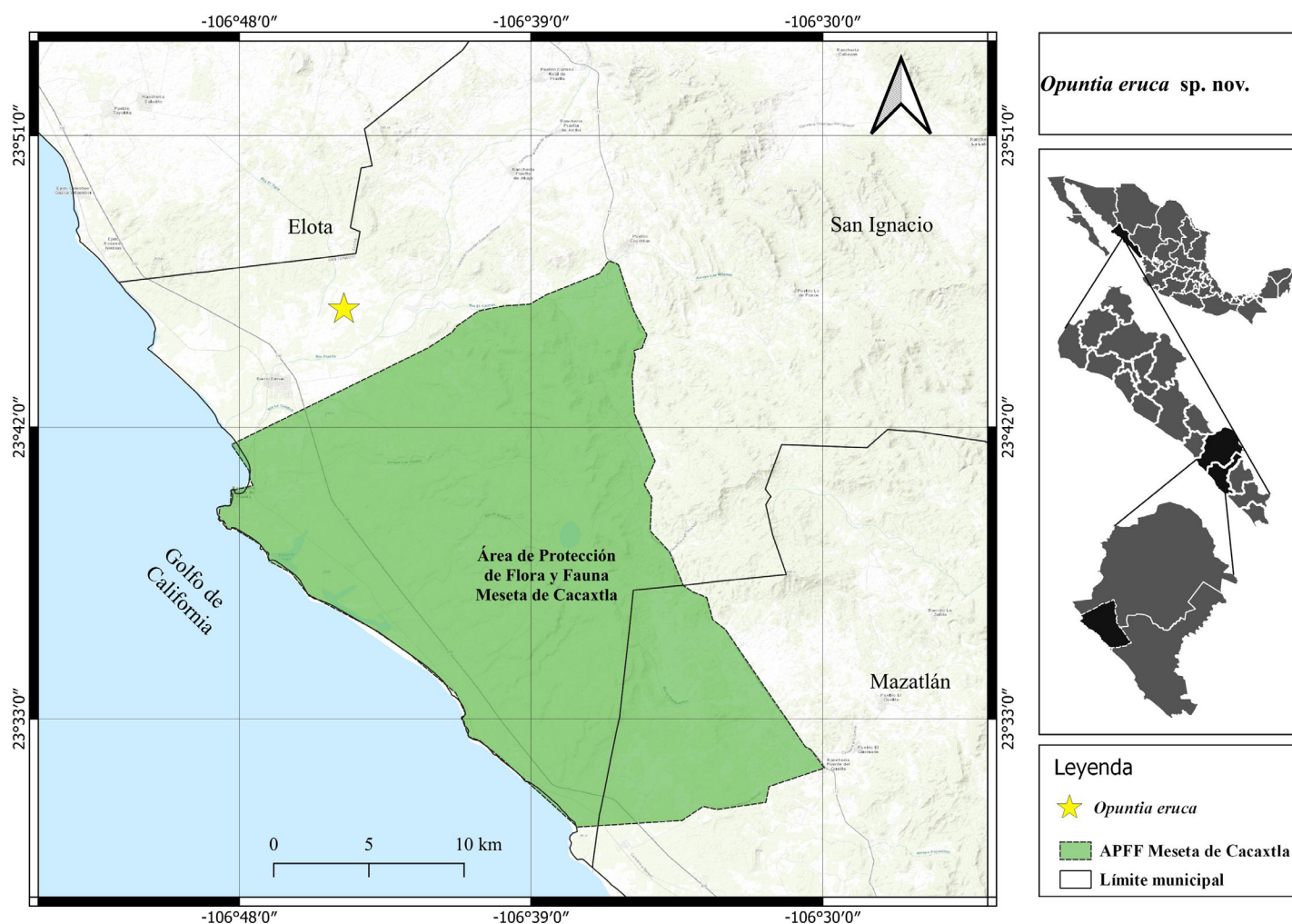


Figura 3: Mapa de distribución conocida de *Opuntia eruca* Millán-Otero, R. Puente & Pío-León. Se omiten las coordenadas exactas por motivos de conservación.

Otros ejemplares analizados: MÉXICO. Sinaloa, municipio San Ignacio, alrededores de la comunidad Duranguito, selva baja caducifolia, 13.I.2023, J. F. Pío-León et al. 645 (CIIDIR, HCIB, MEXU, USON); loc. cit., 29.VI.2024, M. G. Millán-Otero et al. 569 (HCIAD, HJBC).

Discusión

Opuntia eruca posee características morfológicas muy distintivas del resto de especies de *Opuntia* presentes en México y Sinaloa, y se le puede diferenciar fácilmente por la combinación de hábito postrado, cladodios oblanceolados a oblongos, glóquidas rojizas o tintas y frutos pedunculados. Considerando solo especies mexicanas, *O. eruca* tiene afinidad con las especies de la serie *Tunae* (Bravo-

Hollis, 1978), principalmente *O. puberula* (= *O. maxonii* J.G. Ortega) (incluyendo a *O. decumbens*), con la cual es simpátrica, pero se diferencian porque esta última posee hábito decumbente, tronco definido, aunque pequeño, cladodios ovales u obovados, glóquidas amarillentas, espinas más cortas, mayormente distribuidas en los bordes del cladodio y frutos globosos (vs. hábito postrado sin tronco definido, cladodios oblanceolados, glóquidas rojas, espinas más largas y distribuidas en la mayor parte del cladodio y frutos pedunculados) (Cuadro 1). El resto de las especies de *Opuntia* en Sinaloa tienen hábitos de crecimiento arbustivo o arborescentes, espinas generalmente blancas o blanco-amarillentas en estadios juveniles y adultos, glóquidas amarillas y frutos globosos (Bravo-Hollis, 1978; Arias y

Bravo-Hollis, 2002; Guzmán et al., 2003; Scheinvar et al., 2013; Villaseñor, 2016; Vega-Aviña et al., 2021; Díaz et al., 2022; Márquez-Salazar et al., 2022), por lo que la nueva especie es fácilmente diferenciable.

No se descarta la posibilidad remota de que esta nueva especie tenga un origen híbrido entre especies relacionadas como *O. puberula* y *O. pubescens*. No obstante, la evidencia morfológica actual nos sugiere que no es así, debido a que no se encontraron patrones morfológicos intermedios en *O. eruca*, como la presencia de un tronco definido, en mayor o menor medida, además de que ninguna de las especies mencionadas presenta glóquidas rojizas o frutos pedunculados. Otro aspecto relevante es que en toda el área documentada con presencia de *O. eruca* no se observó presencia de *O. pubescens*, la cual tampoco se ha registrado en el APPFMC (Márquez-Salazar et al., 2022), el sitio más próximo que cuenta con un inventario florístico (Fig. 3).

Por otra parte, *O. eruca* parece tener mayor afinidad con la serie *Curassavicae*, distribuida en el sureste de los

Estados Unidos de América (Carolina del Norte, Florida y Texas) y en el Caribe, pero no en México (Britton y Rose, 1963; Pinkava, 2004), por lo que esta podría ser la primera especie del grupo para el país. Las especies de esta serie presentan hábito postrado, cladodios que se desprenden fácilmente, los distales semicilíndricos o no totalmente planos y algunas de ellas poseen frutos pedunculados o piriformes (Britton y Rose, 1963) (Cuadro 1). *Opuntia drummondii* Graham (incluyendo a *O. pusilla* (Haw.) Haw. y *O. tracyi* Britton) es la especie con mayor afinidad morfológica, pero se diferencia por sus artículos glabros y tuberculados, glóquidas amarillo-café, espinas solo en la parte distal o sin espinas, color café a gris con la madurez y menos de 10 semillas por frutos, además de su hábitat en suelos arenosos o dunas costeras y distribución disjunta (Britton y Rose, 1963; Pinkava, 2004). El resto de las especies de la serie *Curassavicae* se caracterizan por una ramificación abundante, crecimiento postrado y ascendente y glóquidas no rojizas (Britton y Rose, 1963).

Cuadro 1: Caracteres diferenciales entre *Opuntia eruca* Millán-Otero, R. Puente & Pío-León y las especies morfológicamente similares.

	<i>Opuntia curassavica</i> Mill.	<i>Opuntia eruca</i> Millán-Otero, R. Puente & Pío-León	<i>Opuntia puberula</i> Hort. Vindob. ex Pfeiff.	<i>Opuntia pubescens</i> H.L. Wendl. ex Pfeiff.	<i>Opuntia drummondii</i> Graham
Hábito	Postrado	Postrado	Arbustivo decumbente	Arbustivo	Postrado
Tronco	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente
Forma y longitud de cladodios	Oval-oblongos 2-5 cm	Oblanceolados a oblongos 4-12 cm	Obovados 10-20 cm	Cilíndricos 3-7 cm	Estrechamente lineares a oblongos 12 cm
Epidermis	Glabra	Pubescente	Pubescente	Pubescente	Glabra
Color de glóquidas	Amarillas	Rojizas	Amarillas	Amarillas	Amarillentas o parduzcas
Espinas por aréola	4 o más	1-3(6)	0-4	4-7	1-4
Color de las espinas	Juveniles amarillentas, adultas blancas	Juveniles amarillentas, adultas blanco-grisáceas	Juveniles amarillo- traslúcido, adultas grisáceas con ápice oscuro	Parduzcas	Parduzcas a grisáceas o amarillentas
Forma de fruto	Obovados a clavados	Pedunculados	Obovados a sub- globosos	Piriformes	Obovados a clavados
Distribución	Caribe y Venezuela	México (Sinaloa)	México	México a Sudamérica	Sureste de los Estados Unidos de América



El desarrollo biológico de *O. eruca* es similar al de la especie *Stenocereus eruca* (Brandege) Gibson & Horak. Se ha observado que los cladodios nuevos se generan en la época de lluvias, tienen un tamaño menor al de los más basales y están dispuestos de forma ascendente, postrándose y enraizándose cuando son viejos. Los cladodios viejos con el tiempo se desprenden de la planta y se desintegran. Este tipo de desarrollo genera un efecto migratorio en la especie, pero aún se requieren más estudios de campo para obtener más información de su ciclo biológico.

Con el presente descubrimiento, el estado de Sinaloa llega a seis especies endémicas o casi endémicas de la familia Cactaceae: *Cochemiea thomasi* García-Mor., Rodr. González, J. García-Jim. & Iamónico, *Opuntia eruca*, *O. spraguei*, *O. rileyi*, *Peniocereus papillosus* (Britton & Rose) U. Guzmán y *Stenocereus martinezii* (Villaseñor, 2016; García-Morales et al., 2020; Pío-León et al., 2023). Si bien *O. spraguei* y *O. rileyi* son especies poco estudiadas y algunos trabajos las incluyen como sinónimos de *O. tomentosa*, se destaca que los seis taxones mencionados se distribuyen exclusivamente en la selva baja caducifolia del estado, la cual es de las más afectadas por las actividades antropogénicas en la región (agricultura e infraestructura) (Monjardín-Armenta et al., 2017), por lo que el presente trabajo debería de motivar aún más los esfuerzos por su conservación.

Contribución de autores

MGMO y RPM concibieron la idea. MGMO, JFPL y GMZ realizaron el trabajo de campo. MGMO y JFPL elaboraron el primer borrador del manuscrito. Todos los autores contribuyeron con mejoras y aprobaron la versión final del documento.

Financiamiento

El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) otorgó una beca al tercer autor como parte del programa Estancias Posdoctorales por México (11200/320/2022).

Agradecimientos

A Carmelo Cortés García, Claudia Peraza Durán y Adolfo Servín Díaz por su apoyo en el trabajo de campo, así como

a Leslie Martínez Ruby por su excelente trabajo de ilustración.

Literatura citada

- Anderson, E. F. 2001. The Cactus Family. Timber Press, Inc. Portland, USA. 776 pp.
- Arias, S. y H. Bravo-Hollis. 2002. Cactáceas de Sinaloa. In: Cifuentes, J. L. y J. Gaxiola L. (eds.). Atlas de la biodiversidad de Sinaloa. El Colegio de Sinaloa. Culiacán, México. pp. 81-93.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2a. ed., Vol. 1. México, D.F., México. 743 pp.
- Britton, N. L. y J. N. Rose. 1963. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family, Vol. I. Dover Publications, Inc. New York, USA. 241 pp.
- Díaz, J. S., G. Márquez-Salazar, G. Millán-Otero, G. Bojórquez-Castro y M. A. Díaz-Zazueta. 2022. Cactáceas del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, Sección Sinaloa. Áreas Naturales Protegidas Scripta 8(1): 59-65. DOI: <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2022.08.08.01.0004>
- García-Morales, L. J., R. González-González, J. García-Jiménez y D. Iamónico. 2020. A new species of *Cochemiea* (Cactaceae, Cactaceae) from Sinaloa, Mexico. Acta Botanica Mexicana 127: e1626. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1626>
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 315 pp.
- Hernández, H. M., C. Gómez-Hinostrosa, R. T. Bárcenas, R. Puente y J. A. Reyes-Agüero. 2014. A checklist of the subfamily Opuntioideae (Cactaceae) from North and Central America. In: Hunt, D. (ed.). Further studies in the Opuntioideae (Cactaceae). Succulent Plant Research. DH Books. Milborne Port, UK. Pp. 185-200.
- Hunt, D., N. Taylor y G. Charles. 2006. The New Cactus Lexicon. DH Books. Milborne Port, UK. 526 pp.
- IUCN. 2022. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. <https://www.iucnredlist.org/>



- [documents/RedListGuidelines.pdf](#) (consultado diciembre de 2022).
- Korotkova, N., D. Aquino, S. Arias, U. Eggli, A. Franck, C. Gómez-Hinostrosa, P. C. Guerrero, H. M. Hernández, A. Kohlbecker, M. Köhler, K. Luther, L. C. Majure, A. Müller, D. Metzinger, R. Nyffeler, D. Sánchez, B. Schlumpberger y W. G. Berendsohn. 2021. Cactaceae at Caryophyllales.org – a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. *Willdenowia* 51(2): 251-270. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.51.51208>
- Majure, L. C., R. Puente, M. P. Griffith, W. S. Judd, P. S. Soltis y D. E. Soltis. 2012. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): clade delineations, geographic origins, and reticulate evolution. *American Journal of Botany* 99(5): 847-864. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.1100375>
- Márquez-Salazar, G., M. G. Millán-Otero, J. S. Díaz y J. Márquez-Stone. 2022. Woody and semi-woody plants, wild and native to dry and semi-humid forests from the Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(38): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.56369/tsaes.3908>
- Monjardín-Armenta, S. A, C. E. Pacheco-Angulo, W. Plata-Rocha y G. Corrales-Barraza. 2017. La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosques* 23: 7-22. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311482>
- Pinkava, D. J. 2004. *Opuntia* Miller. *Flora of North America* 4: 122-130. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=123045 (consultado enero de 2024).
- Pío-León, J. F., M. González-Elizondo, R. Vega-Aviña, M. S. González-Elizondo, J. G. González-Gallegos, B. Salomón-Montijo, M. G. Millán-Otero y C. A. Lim-Vega. 2023. Las plantas vasculares endémicas del estado de Sinaloa, México. *Botanical Sciences* 100(1): 243-269. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.3076>
- Scheinvar, L., M. E. Preciado-García, G. Olalde-Parra y C. Gallegos-Vázquez. 2013. Nopales silvestres de Sinaloa, México (Cactaceae). *Ibugana* 5: 73-94.
- Thiers, B. 2023-updated continuously. Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih> (consultado diciembre de 2023).
- Vega-Aviña, R., I. F. Vega-López y F. Delgado-Vargas. 2021. Flora nativa y naturalizada de Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, México. 243 pp.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3): 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

