



CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO FLORÍSTICO DE LA SIERRA DE LOS CARDOS, SUSTICACÁN, ZACATECAS, MÉXICO

CONTRIBUTION TO THE FLORISTIC KNOWLEDGE OF THE SIERRA DE LOS CARDOS, SUSTICACÁN, ZACATECAS, MEXICO

LEOPOLDO HURTADO-REVELES¹, MIREYA BURGOS-HERNÁNDEZ^{1*}, MONSERRAT VÁZQUEZ-SÁNCHEZ¹,
 JUAN CARLOS LÓPEZ-ACOSTA²

¹ Programa de Posgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.

² Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

*Autor para la correspondencia: burgos.mireya@colpos.mx

Resumen

Antecedentes: La Sierra de los Cardos es una de las principales zonas montañosas de Zacatecas, se encuentra en un enclave de transición entre provincias fisiográficas y cuenta con una amplia heterogeneidad ambiental que la hace sumamente importante en términos biológicos. A pesar de esto, el área no ha sido explorada botánicamente.

Preguntas: ¿Cuáles y cuántas familias, géneros y especies de plantas vasculares alberga la Sierra de los Cardos en el municipio de Susticacán? ¿Existen especies bajo categoría de riesgo y endémicas? ¿Cuántas y cuáles?

Especies de estudio: Flora vascular

Sitio y años de estudio: Sierra de los Cardos, Susticacán, Zacatecas. 2019-2020

Métodos: Se realizó un inventario florístico por el método de cuadrantes. Los ejemplares se determinaron con apoyo de literatura especializada y corroboración con ejemplares de herbario.

Resultados: Se identificaron 74 familias, 212 géneros y 341 especies. Las familias Asteraceae (75 especies), Poaceae (38) y Fabaceae (27), y los géneros *Muhlenbergia* (12 especies), *Quercus* (10), *Ipomoea* y *Stevia* (8) fueron los más ricos en especies. Se identificaron 116 especies endémicas de México, dos en riesgo, seis introducidas y 16 nuevos registros estatales. De acuerdo con el hábito, dominan las hierbas (264 especies), seguidas de los arbustos (55) y árboles (22).

Conclusiones: La Sierra de los Cardos en el municipio de Susticacán, presenta una importante riqueza florística que, aunado a los nuevos registros, las especies endémicas y en riesgo, ponen en evidencia la necesidad de incluir el área en estrategias de conservación y continuar las exploraciones botánicas tanto a nivel local como estatal.

Palabras clave: conservación, endemismo, flora vascular, Sierra Madre Occidental.

Abstract

Background: The Sierra de los Cardos is one of the main mountainous areas of Zacatecas. It is located in a transition enclave between physiographic provinces, with a wide environmental heterogeneity that makes it extremely important in biological terms. Despite this, the area has not been botanically explored.

Questions: Which and how many families, genera, and species of vascular plants does the Sierra de los Cardos host in the municipality of Susticacán? Are there any threatened or endemic species? If so, how many and which ones?

Studied species: Vascular flora

Study site and dates: Sierra de los Cardos, Susticacán, Zacatecas. 2019-2020

Methods: A floristic inventory was carried out by the quadrant method. The specimens were determined with the support of specialized literature and corroboration with specimens from herbaria.

Results: 74 families, 212 genera, and 341 species were identified. The families Asteraceae (75 species), Poaceae (38), and Fabaceae (27), and the genera *Muhlenbergia* (12 species), *Quercus* (10), *Ipomoea*, and *Stevia* (8) were the richest in species. 116 endemic species of Mexico were identified, two at risk, six introduced, and 16 new state records. According to the habit, herbs (264 species) dominate, followed by shrubs (55) and trees (22).

Conclusions: The Sierra de los Cardos in the municipality of Susticacán presents an important floristic richness that, including the new records, endemic and endangered species, highlights the need of including the area in conservation strategies and continuing botanical explorations both at local as well as at the state level.

Key words: conservation, endemism, Sierra Madre Occidental, vascular flora.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



La pérdida de hábitat por cambio de uso de suelo es uno de los factores antropogénicos que impactan la biodiversidad y nos ha impuesto un reto contemporáneo crucial en México: incrementar el conocimiento taxonómico de la riqueza biológica (Isbell *et al.* 2013, Badii *et al.* 2015). Sin embargo, la tarea está lejos de ser concluida, debido en parte, a los sesgos y disparidades en la realización de inventarios y estudios de diversidad, pues estos se han enfocado principalmente en regiones con ecosistemas conservados, altamente diversos, así como en taxones carismáticos y/o conspicuos (Troudet *et al.* 2017, Stahl *et al.* 2020). A pesar de que en México se ha tenido un particular interés en los listados florísticos y se cuenta con un importante avance en el conocimiento de su flora, aún existen regiones poco estudiadas con fuertes vacíos de información (Sosa & Dávila 1994, Villaseñor 2016), incrementándose en regiones alejadas, accidentadas y poco notables de la República Mexicana.

El estado de Zacatecas, localizado en la porción centro-norte del país, forma parte de cuatro provincias fisiográficas: Eje Neovolcánico, Mesa del Centro, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental (INEGI 2020). Dicha convergencia de regiones le proporciona una alta heterogeneidad de condiciones físicas, ambientales y ecológicas propicias para el desarrollo de una gran variedad de comunidades vegetales. A pesar de esto, es una de las entidades del país con un conocimiento incipiente de su flora, por lo que se requiere de una mayor exploración botánica (Sosa & Dávila 1994, Ramírez 2016a, Ramírez-Prieto *et al.* 2016).

De acuerdo con el listado de plantas vasculares realizado por Villaseñor (2016), en Zacatecas existen cerca de 3,705 especies. Una estimación más reciente, reporta un total de 2,646 especies (Balleza-Cadengo 2020). Lo anterior, resulta en una diferencia de poco más de 1,000 especies entre ambas cifras, por lo que se requieren realizar inventarios más detallados dentro de la región.

El conocimiento actual de la flora vascular zacatecana descansa en los trabajos de McVaugh (1983, 1984, 1987, 2001), Balleza-Cadengo (1992), Enríquez-Enríquez (1998), Balleza-Cadengo & Villaseñor (2002), Enríquez-Enríquez *et al.* (2003, 2020), Puig-Magrinyà & Carrillo-Reyes (2004), Herrera-Arrieta & Pámanes-García (2010), Lara-Raimers (2011), Álvarez-Huacón *et al.* (2012), Ramírez (2016b), Ramírez-Prieto *et al.* (2016), Sabás-Rosales (2016) y Barrera-Zubiaga *et al.* (2018). A pesar de estas aportaciones al conocimiento florístico del estado, existen extensas zonas y numerosas regiones sin documentación de su flora que forma parte de importantes biomas como el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Occidental, por lo que realizar inventarios a cualquier escala geográfica en zonas poco o nulamente exploradas constituirá un valioso aporte al inventario nacional e información útil para establecer estrategias a nivel local que regulen su conservación y aprovechamiento.

La Sierra de los Cardos constituye una zona montañosa que forma parte de las estribaciones surorientales de la Sierra Madre Occidental. Esta área se caracteriza por presentar vegetación de bosques templados en sus partes más altas, rodeada de partes bajas con vegetación más árida, compartiendo por tanto ambos elementos florísticos, reflejo de su alta heterogeneidad ambiental (Stewart *et al.* 2000). Esta serranía también contiene valores culturales importantes, tales como el aprecio, la sacralización y los peregrinajes que el pueblo *Wixárika* ejerce sobre su territorio, constituyendo así parte de un complejo fenómeno de relaciones entre las comunidades indígenas y la biodiversidad (Giménez de Azcárate *et al.* 2018).

Lamentablemente, en la región las actividades agrícolas y pecuarias han ganado terreno en los últimos años, y han modificado la estructura y composición del área con niveles altos de índice de impacto antropogénico (CONABIO 2016). Además, a este riesgo se suma el documentado efecto del cambio climático global sobre la vegetación de climas templados (Parmesan 2006, Wilson *et al.* 2007, Parolo & Rossi 2008, Lenoir *et al.* 2010, Jump *et al.* 2012), lo que en conjunto amenaza la permanencia de los ecosistemas en el área de estudio y con ello la diversidad presente a todos los niveles. El presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la flora vascular de la Sierra de los Cardos en su porción correspondiente al municipio de Susticacán, enfatizando la presencia de especies endémicas de México, raras o en alguna categoría de riesgo y abonar así al conocimiento florístico del estado de Zacatecas y en general al del país.

Materiales y métodos

Área de estudio. La Sierra de los Cardos es una estribación del sistema montañoso de la Sierra Madre Occidental (SMOc), que no forma parte del continuo de sierras que la integran, sino que es una cadena montañosa pequeña, muy accidentada, constituida por formaciones geológicas irregulares, rodeada de valles y planicies (INEGI 2001, 2013). El polígono de la sierra ([Figura 1](#)) con base en INEGI (2001, 2010a, b, c, d, e, 2013), comprende una extensión aproximada de 800 km² en lo que ellos denominan sierra alta y se ubica en la porción occidental del estado de Zacatecas en México, entre los municipios de Jerez de García Salinas, Monte Escobedo, Tepetongo, Susticacán y Valparaíso, limitando al sur con el estado de Jalisco. De estos municipios, Susticacán es el único donde la sierra abarca poco más del 70 % de su superficie, pues de los 201 km² de su extensión territorial (INEGI 2010c), esta estribación ocupa un área cercana a los 150 km². Esta parte de la sierra se localiza entre las coordenadas extremas 22° 41' 48" y 22° 33' 45" N y 103° 19' 22" y 103° 06' 33" W ([Figura 1](#)). El tipo de clima dominante con base en la clasificación de Köppen, modificada por García (1981) es el templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (Cx), seguido del semiseco templado con lluvias en verano (Bs) y en menor representación, el templado con lluvias en verano de humedad media (Cw₁).

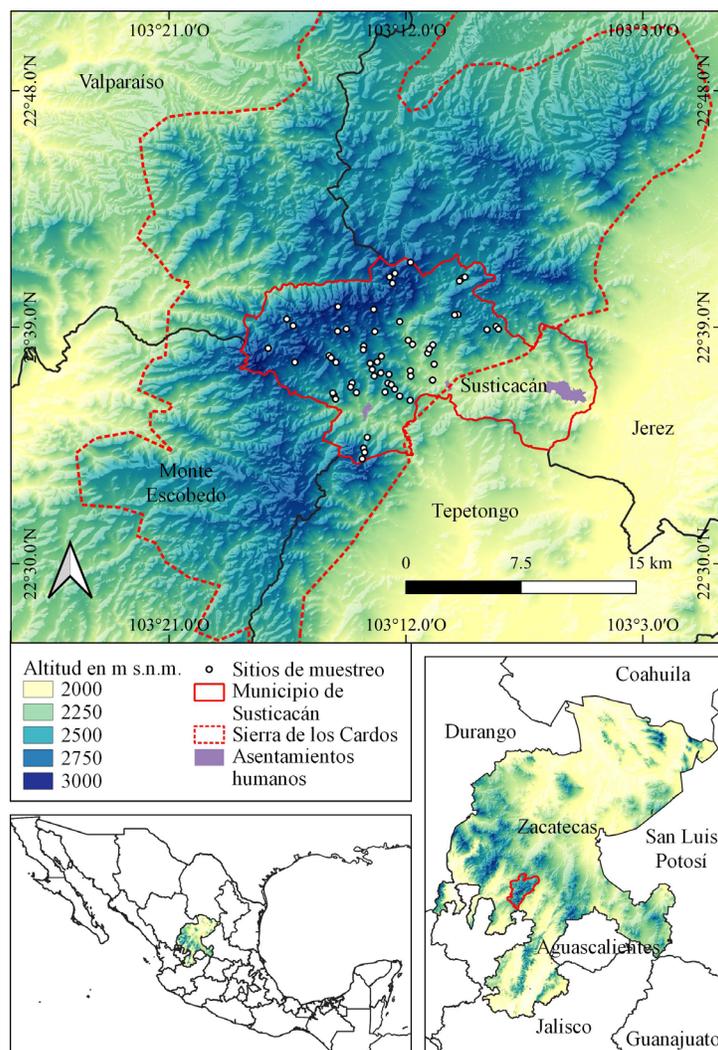


Figura 1. Ubicación de la Sierra de los Cardos en el municipio de Susticacán, Zacatecas, México.

El área de estudio recibe una precipitación promedio anual entre 600 a 700 mm, tiene una temperatura media de 14 a 16 °C y una elevación que oscila entre 2,080 y 2,932 m (INEGI 2010c). El relieve es accidentado, formado por pendientes con distinto grado de inclinación. El tipo de roca dominante es del tipo ígnea extrusiva correspondiente al periodo Triásico y en menor proporción, ígnea intrusiva. El principal tipo de suelo reportado para el área es el leptosol (INEGI 2020). De acuerdo con INEGI (2010c), la vegetación representada en el área es el bosque de coníferas, los matorrales xerófilos y los pastizales, representados por *Pinus cembroides* Zucc., *Bouteloua* Lag. y *Muhlenbergia* Schreb., respectivamente (SPP 1981). En zonas adyacentes al área de estudio hay cuatro localidades habitadas (El Chiquihuite, Los Cuervos, Cieneguitas y Susticacán) y se observa el desarrollo y ampliación de áreas de pastoreo de ganado ovino y bovino, actividades agrícolas y, en menor medida, la explotación forestal (Vázquez-Díaz 2016).

Inventario florístico. Las recolectas botánicas se llevaron a cabo durante marzo de 2019 a octubre de 2020 a través de un muestreo aleatorio estratificado por tipo de vegetación mediante 60 cuadrantes de 10 × 10 m y cubriendo las distintas formas de crecimiento de la flora vascular (Matteucci & Colma 1982, Mostacedo & Fredericksen 2000, Burgos-Hernández & Castillo-Campos 2018). De manera complementaria y durante todo el estudio fueron colectadas especies conspicuas que no hubiesen sido registradas dentro de los cuadrantes de muestreo. Para cada taxón, el tipo de hábito fue anotado. Algunas de las especies raras o con categoría de riesgo se registraron solo de manera fotográfica. El proceso de herborización fue de acuerdo con lo propuesto por Lot & Chiang (1986).

La determinación taxonómica de cada especie se llevó a cabo mediante el empleo de monografías, floras, claves dicotómicas y tratados de grupos taxonómicos particulares (Straw 1962, Gould 1979, Gunn 1979, McVaugh 1983, 1984, 1987, 2001, Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1995, 2002, Frame *et al.* 1999, González-Villarreal 1990, 2000, Balleza-Cadengo & Villaseñor 2002, Calderón de Rzedowski & Rzedowski 2005, Martínez 2005, Carranza 2007, 2008, Daniel 2007, Turner 2009, 2015a,b, Herrera-Arrieta & Pámanes-García 2010, González-Tamayo & Hernández-Hernández 2013, Castro-Castro *et al.* 2015, Hernández & Gómez-Hinostrosa 2015, González-Gallegos *et al.* (2016), Cohen 2018, Redonda-Martínez 2018, por mencionar algunos). Asimismo, fue cotejada con ejemplares depositados en los herbarios CHAPA y MEXU (Thiers 2021), así como aquellos disponibles de manera digital en el portal de la Red de Herbarios del Noroeste de México (2021). La correcta nomenclatura y las autoridades taxonómicas para cada taxón fueron verificadas y corregidas con base en la información actualizada disponible en los sitios web de Tropicos (2021), International Plant Names Index (IPNI 2021) y ThePlantList (2013). Los especímenes identificados fueron ingresados a las colecciones de los herbarios CHAPA, HUAZ (Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas) y MEXU.

El listado de especies siguió el orden de las clasificaciones más recientes publicadas para cada grupo taxonómico. Para helechos y afines se utilizó el sistema propuesto por el PPG I (2016), para gimnospermas el sistema de Christenhusz *et al.* (2011) y para las angiospermas el propuesto por el APG IV (2016). El estatus de conservación de cada especie fue tomado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación (IUCN 2020). Para identificar los taxones endémicos de México, se consultó el catálogo de plantas vasculares de Villaseñor (2016). Para malezas y especies introducidas se consultó a Villaseñor & Espinosa-García (2004) y el sitio web de malezas de México (CONABIO 2017).

Para corroborar la completitud del muestreo se realizaron curvas de acumulación de especies en el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell 2019) con base en los cuadrantes de muestreo y utilizando el estimador no paramétrico Chao 2, que se basa en incidencias (presencia-ausencia), es decir, la relación entre la presencia de especies y el número de veces que aparecen en el total de las muestras (Colwell & Coddington 1994).

Resultados

Se obtuvieron un total de 700 números de colecta que corresponden a 341 especies, 212 géneros y 74 familias (Tabla S1). De estas, 298 especies fueron obtenidas a partir del muestreo por cuadrantes, mientras que 43 lo fueron de las colectas libres. De acuerdo con la curva de acumulación de especies (Figura 2), se logró capturar el 76.4 % de la

riqueza esperada (Chao 2 = 390), lo que fue complementado por los registros libres para tener finalmente representada el 87.4 % de la riqueza estimada.

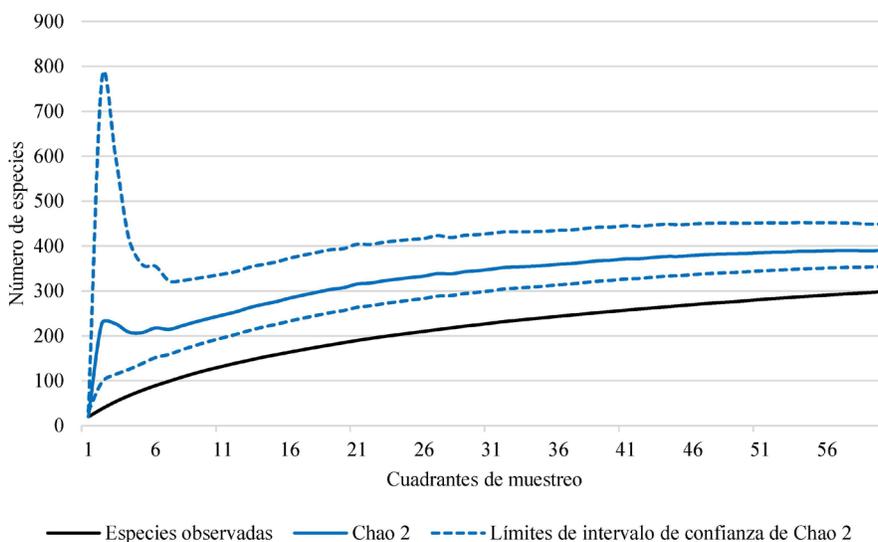


Figura 2. Curva de acumulación de especies de flora vascular registradas en la Sierra de los Cardos, municipio de Susticacán, Zacatecas, México.

Las angiospermas fueron el grupo más numeroso con 317 especies, de las cuales 242 son eudicotiledóneas y 75 monocotiledóneas. Las gimnospermas estuvieron representadas por cinco especies de las familias Cupressaceae y Pinaceae (Figura 3). Para el grupo de los helechos se registraron 17 especies y solo dos para las licofitas.

Las familias mejor representadas fueron Asteraceae (42 géneros/75 especies), Poaceae (19/38) y Fabaceae (17/27), que integran el 37 % del total de géneros y el 41 % de las especies inventariadas (Tabla 1). Los géneros con mayor número de taxones fueron *Muhlenbergia* (12 especies) *Quercus* L. (10), *Ipomoea* L. (8), *Stevia* Cav. (8), *Bouteloua* (6) y *Salvia* L. (6), que en conjunto incluyen el 12 % de las especies registradas (Tabla 2). De acuerdo con el hábito, 264 especies fueron hierbas (77 %), 55 arbustos (16 %) y 22 árboles (7 %). Sólo se registró una epífita en toda el área de estudio, *Tillandsia recurvata* (L.) L., que también fue la única representante de la familia Bromeliaceae.

De la flora inventariada, destacan 16 nuevos registros para el estado de Zacatecas (Tabla 3), 116 especies endémicas de México (Tabla S1, Figura 4) y seis listadas como introducidas. Estas últimas pertenecen a la familia Poaceae y son: *Chloris virgata* Sw., *Digitaria ternata* (A.Rich.) Stapf, *Festuca myuros* (L.) C.C.Gmel., *Lolium perenne* L., *Melinis repens* (Willd.) Zizka y *Sporobolus indicus* (L.) R.Br. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), *Mammillaria moelleriana* Boed. está sujeta a protección especial y en la Lista Roja de la IUCN (2020), mientras que *Mammillaria jaliscana* (Britton & Rose) Boed. está catalogada como vulnerable.

Discusión

La Sierra de los Cardos en su porción correspondiente al municipio de Susticacán, resguarda una riqueza florística que corresponde al 1.5 % de las plantas vasculares estimadas para México (Villaseñor 2016) y al 13 % de la flora documentada para el estado de Zacatecas (Balleza-Cadengo 2020). Las familias mejor representadas (Asteraceae, Poaceae y Fabaceae) coinciden con las más diversas reportadas para México (Villaseñor 2016) y de igual manera, son las más ricas en la entidad en ese mismo orden. Cabe destacar que el número de especies presentes en cada una de ellas equivale al 15, 11.2 y 11.5 % del número reportado a nivel estatal (Balleza-Cadengo 2020). Este mismo patrón

se ha registrado también en estudios florísticos de sierras de las regiones centro-norte y norte del país (Enríquez-Enríquez *et al.* 2003, Martínez-Cruz & Téllez-Valdés 2004, González-Costilla *et al.* 2007, Cabrera-Luna *et al.* 2015, Ramírez-Prieto *et al.* 2016, Encina-Domínguez *et al.* 2016, 2020, Vega-Mares *et al.* 2020). La dominancia florística concuerda con lo observado por Rzedowski (2006), quien menciona que las familias citadas son las más ricas en la flora del matorral xerófilo de México y por Villaseñor (2018), quien reporta a Asteraceae como particularmente rica para bosques templados, ambos presentes en la Sierra de los Cardos.

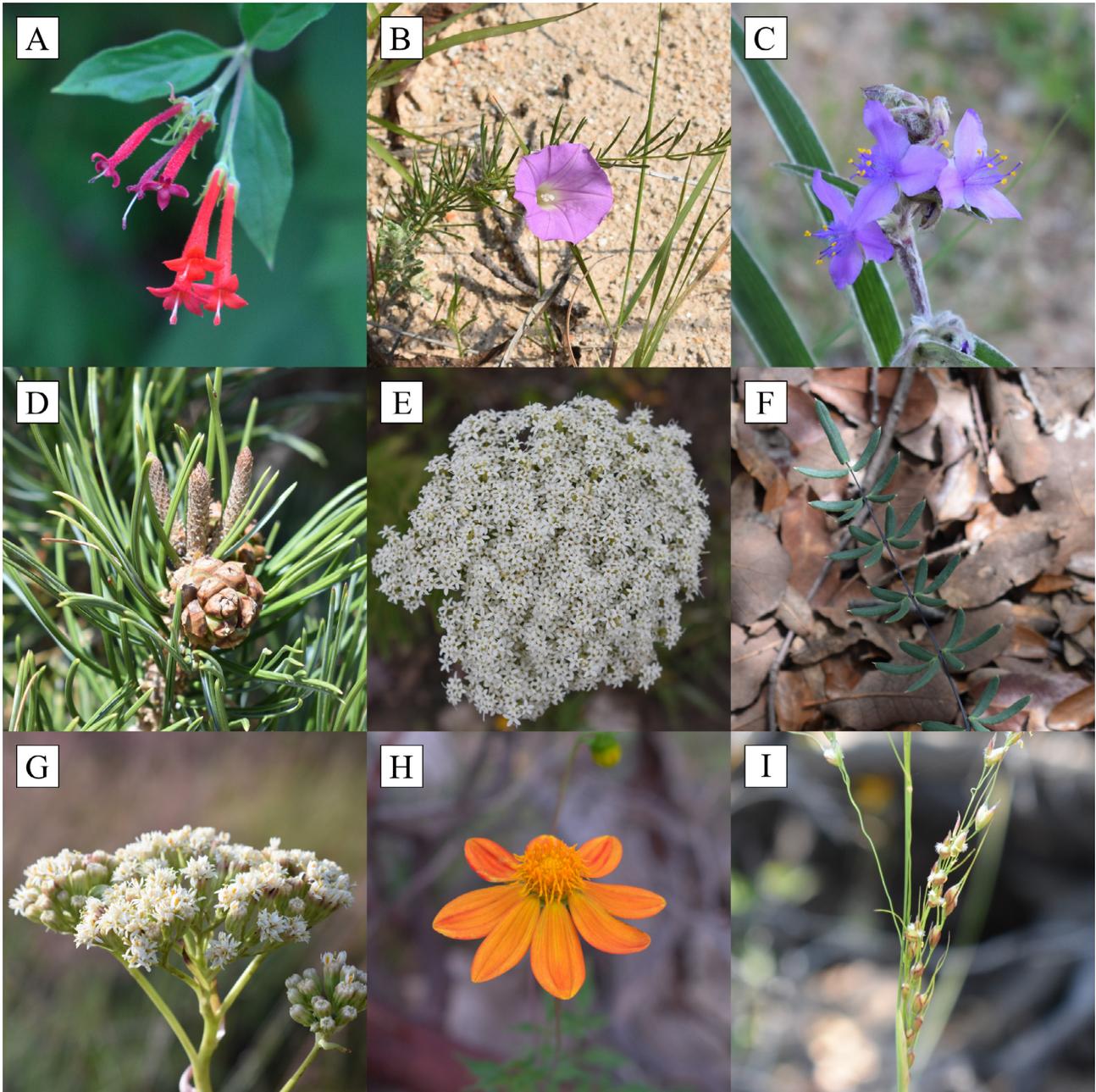


Figura 3. Algunas especies de la flora vascular de la Sierra de los Cardos, municipio de Sustiacán, Zacatecas, México. A) *Bouvardia ternifolia*; B) *Ipomoea capillacea*; C) *Tradescantia crassifolia*; D) *Pinus cembroides*; E) *Stevia serrata*; F) *Pellaea ternifolia*; G) *Psacalium sinuatum*; H) *Dahlia coccinea*; I) *Piptochaetium fimbriatum*. Fotos: L. Hurtado-Reveles.

Tabla 1. Familias con mayor número de especies en la Sierra de los Cardos, municipio de Susticacán, Zacatecas, México.

Familia	Géneros	Especies
Asteraceae	42	75
Poaceae	19	38
Fabaceae	17	27
Convolvulaceae	3	13
Pteridaceae	5	12
Fagaceae	1	10
Commelinaceae	5	10
Cactaceae	4	9
Orobanchaceae	5	9
Orchidaceae	6	9
Asparagaceae	7	8
Lamiaceae	2	8
Ranunculaceae	5	7
Crassulaceae	3	7
Plantaginaceae	3	6
Total	127	248

Tabla 2. Géneros con mayor número de especies en la Sierra de los Cardos, municipio de Susticacán, Zacatecas, México.

Género	Especies
<i>Muhlenbergia</i>	12
<i>Quercus</i>	10
<i>Ipomoea</i>	8
<i>Stevia</i>	8
<i>Bouteloua</i>	6
<i>Salvia</i>	6
<i>Mammillaria</i>	5
<i>Verbesina</i>	5
<i>Oxalis</i>	4
<i>Ageratina</i>	4
<i>Commelina</i>	4
<i>Myriopteris</i>	4
<i>Sedum</i>	4
<i>Phaseolus</i>	4
Total	84

En este estudio destacan particularmente los géneros *Muhlenbergia* y *Quercus* por contener el mayor número de especies y que también se encuentran entre los 25 más numerosos a nivel nacional (Villaseñor 2016). Tal resultado no es raro, pues el primero de ellos es el más representativo dentro de las gramíneas mexicanas (Dávila *et al.* 2018) y ha sido señalado con una alta riqueza presente en Zacatecas (Enríquez-Enríquez *et al.* 2003, Herrera-Arrieta & Cortés-Ortiz 2010, Ramírez-Prieto *et al.* 2016) y como un componente importante de las comunidades vegetales de la SMOc (González-Elizondo *et al.* 2012), así como en estudios florísticos del norte del país (Ávila-González *et al.* 2019, Vega-Mares *et al.* 2020). Por su parte, aunque *Quercus* se ha reportado como el género más diverso en sierras de Zacatecas y estados aledaños (Enríquez-Enríquez *et al.* 2003, Martínez-Cruz & Téllez-Valdés 2004, González-Costilla *et al.* 2007), hasta hace poco, solo se tenía reportada la presencia de dos especies para el municipio de Susticacán (Sabás-Rosales 2016). De manera contrastante, nuestro inventario incrementa a 10 el número de especies de encinos en esa área, lo que pone en evidencia la necesidad de una mayor exploración botánica en la zona y resalta su alta diversidad florística. Se ha mencionado previamente que la riqueza y endemismo de *Quercus* está asociada principalmente a la heterogeneidad ambiental (Valencia-A. 2004, Badii *et al.* 2008), condición que se presenta en la sierra, proporcionado así hábitats adecuados para el establecimiento de sus especies. Lo anterior, sumado a que la SMOc ha sido considerada un centro de diversificación de este género (González-Elizondo *et al.* 2007, 2012), explica el que *Quercus* sea el segundo con mayor diversidad en esta serranía. Los géneros *Salvia*, *Stevia* e *Ipomoea* han sido reportados también como elementos importantes de la flora zacatecana (Balleza-Cadengo & Villaseñor 2002, Enríquez-Enríquez *et al.* 2003, Ramírez-Prieto *et al.* 2016) y *Bouteloua* se considera como un elemento de alta riqueza en zonas semiáridas del centro-norte y norte de México (Rzedowski 1991, Briones & Villarreal-Q 2001, Herrera-Arrieta *et al.* 2004).

La dominancia de hierbas en la sierra, seguida por los arbustos, es concordante con lo reportado en áreas con vegetación semejante, circundantes a los Cardos, como la Cima de la Mesa Alta de Jerez (Ramírez-Prieto *et al.* 2016) y la Sierra de Órganos, en Zacatecas (Enríquez-Enríquez *et al.* 2003). La alta representatividad de elementos herbáceos y arbustivos se encuentra relacionada con el alto número de compuestas y gramíneas registradas en la sierra. Además, estos tipos de hábitos son propios de la vegetación xérica y pastizales (Rzedowski 2006), los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el área de estudio.

La riqueza florística de Zacatecas incrementa con la incorporación de 16 registros nuevos a través del presente estudio, que representan el 5 % de la flora inventariada, 11 de los cuales son especies endémicas de México. Lo anterior, constituye no solo la evidencia de la poca exploración botánica que aún prevalece en diversas áreas de la entidad, sino que resalta la importancia de continuar con los inventarios florísticos en diversos lugares del país a escalas locales, pues el éxito en un adecuado manejo y conservación de los recursos naturales depende en gran parte del conocimiento de las especies presentes.

Si bien no se encontró ningún microendemismo, poco más de un tercio (34 %) de la flora inventariada en la Sierra de los Cardos en Susticacán, es de distribución restringida al territorio mexicano (Figura 4). Dicha proporción es relevante si consideramos lo reducido del área de estudio respecto a la totalidad de la sierra (Figura 1). Además, el número de endemismos reportados en este trabajo (116 especies), es más alto que el encontrado en la Cima de la

Tabla 3. Nuevos registros para la flora vascular del estado de Zacatecas *endémica a México. Los estados se encuentran abreviados según lo establecido por el código ISO 3166-2 para México.

Familia	Especie	Distribución previamente reportada en México
Asteraceae	* <i>Ageratina deltoidea</i>	CMX, GUA, HID, JAL, MEX, MIC, MOR, OAX, PUE, QUE, SLP, TLA, VER
Campanulaceae	<i>Diastatea micrantha</i>	AGU, CAM, CHP, COA, COL, CMX, DUR, GUA, GRO, HID, JAL, MEX, MIC, MOR, NAY, NLE, OAX, PUE, QUE, ROO, SLP, SIN, TAB, TLA, VER
Commelinaceae	* <i>Tradescantia cirrifera</i>	DUR, GUA, HID, QUE, SLP, SIN
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cristulata</i>	BCS, CHH, COA, CMX, DUR, GUA, HID, JAL, MEX, MIC, NLE, QUE, SLP, SIN, SON, TAM
Crassulaceae	* <i>Sedum fuscum</i>	AGU, DUR, GUA, JAL, SLP
Crassulaceae	* <i>Sedum napiferum</i>	AGU, CMX, MEX
Fabaceae	<i>Vicia humilis</i>	CHP, COA, COL, CMX, GUA, HID, JAL, MEX, MIC, MOR, NLE, OAX, PUE, QUE, SLP, SIN, TAM, TLA, VER
Linaceae	<i>Linum schiedeanum</i>	CHP, CHH, COA, CMX, DUR, GUA, GRO, HID, JAL, MEX, MIC, NAY, NLE, OAX, PUE, QUE, SLP, SON, TAM, VER
Geraniaceae	* <i>Geranium cruceroense</i>	CMX, GRO, HID, JAL, MEX, MIC, PUE, TLA, VER
Melanthiaceae	* <i>Schoenocaulon mortonii</i>	JAL, MIC, OAX
Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum californicum</i>	BCN, BCS, DUR
Orchidaceae	<i>Malaxis abieticola</i>	BCS, CHH, CMX, DUR, HID, JAL, MEX, MIC, MOR, NLE, OAX, SON, VER
Ranunculaceae	* <i>Thalictrum pinnatum</i>	CHH, COA, DUR, SON
Ranunculaceae	* <i>Thalictrum strigillosum</i>	CHP, COL, CMX, DGO, GTO, HGO, JAL, MEX, MIC, MOR, NLE, OAX, PUE, QUE, SLP, TAM, TLA, VER
Rosaceae	* <i>Xerospiraea hartwegiana</i>	DUR, HID, NLE, OAX, PUE, QUE, SLP, VER
Valerianaceae	* <i>Valeriana laciniosa</i>	DUR, GUA, HID, MEX, MIC, OAX, PUE, QUE, SLP



Figura 4. Algunas especies endémicas a México presentes en la Sierra de los Cardos, municipio de Susticacán, Zacatecas, México. A) *Sedum fuscum*; B) *Mammillaria moelleriana*; C) *Prochnyanthes mexicana*; D) *Commelina scabra*; E) *Pinguicula oblongiloba*; F) *Dahlia sherfii*; G) *Castilleja linifolia*; H) *Delphinium pedatisectum*; I) *Gentianopsis lanceolata*. Fotos: L. Hurtado-Reveles.

Mesa Alta del municipio de Jerez, área aledaña a nuestro sitio de estudio, donde se registraron 77 especies endémicas al país (Ramírez-Prieto *et al.* 2016), y es consistente a lo reportado en la Sierra del Rincón en Querétaro (118), que presenta condiciones ambientales y de vegetación similares a los Cardos (Cabrera-Luna *et al.* 2015). Destaca también que, el número aquí reportado, equivale al 7.2 % de las 1,599 especies endémicas de México distribuidas en el estado de Zacatecas (Villaseñor 2016). Es probable que la inaccesibilidad de varias áreas de vegetación debido a lo abrupto de su topografía, junto con la alta heterogeneidad ambiental de la zona, contribuyan al mantenimiento de este importante número de endemismos.

En términos de especies introducidas destaca *Melinis repens* (una especie de origen africano), la cual, se observó en extensiones considerables en zonas aledañas a las comunidades habitadas cercanas a la sierra. Esto es de especial atención, ya que ha sido señalada como una especie invasora de amplia distribución que reduce la calidad y cantidad de los servicios ecosistémicos y produce afectaciones a cultivos (Melgoza-Castillo *et al.* 2014, Morales-Romero *et al.* 2019, Leal 2021), lo que pone en riesgo a los pastizales naturales de la región. De acuerdo con Vibrans *et al.* (2014), las gramíneas se han reportado entre las invasoras más dañinas, que a nivel nacional ocupan el primer lugar en especies introducidas.

Las dos especies registradas en alguna categoría de riesgo corresponden al género *Mammillaria*, las cuales se encuentran amenazadas por la destrucción de su hábitat natural, así como por su extracción ilegal (Hernández & Gómez-Hinostrosa 2015). Aunque la información respecto a la degradación ambiental de la zona de estudio es deficiente, CONABIO (2016) reporta para el área, zonas con niveles altos de impacto antrópico, lo que fue evidente durante los recorridos en campo, particularmente debido a actividades agrícolas y pecuarias. De acuerdo con Echavarría-Cháirez *et al.* (2007), el sobrepastoreo es uno de los principales causantes de la degradación física de los pastizales del estado, situación que fue posible observar en los Cardos. La presencia de estas actividades en la región, hacen notoria la amenaza actual y potencial a la flora de la sierra, además de exponer el área a invasiones de especies que amenazan la persistencia de los elementos florísticos más vulnerables. Se recomienda que se lleven a cabo estudios integrales y monitoreos que recopilen información de las especies exóticas, con el fin de conocer a tiempo el impacto actual y potencial de su presencia para la vegetación nativa.

Con base en la información generada en el presente estudio, sugerimos que la Sierra de los Cardos en el municipio de Susticacán sea incorporada en estrategias de conservación. Destacamos también la importancia de que se lleven a cabo estudios florísticos en otras áreas de esta serranía que complementen la información aquí presentada.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca otorgada al primer autor para realizar sus estudios de Maestría (LHR-CONACyT-906572). Los autores agradecen a las autoridades de Susticacán por permitir el trabajo en el municipio, así como al personal del Herbario-Hortorio CHAPA por el apoyo en el equipo de campo y asistencia en el trabajo de gabinete. Les damos las gracias a Y. I. Berumen Á., D. Bonilla R. y K. L. Villalobos R. por su apoyo en el trabajo de campo, así como a R. Alcantar M., por su ayuda en la identificación de algunos especímenes. Agradecemos también a tres revisores anónimos por las valiosas sugerencias que sin duda permitieron mejorar el manuscrito.

Material suplementario

El material suplementario de este artículo puede ser consultado en la siguiente liga: <https://doi.org/10.17129/botsci.2882>

Literatura citada

- Álvarez-Huacón V, Boada-Plaja G, Fernández-Asensio C. 2012. *Diversidad y riqueza de cactáceas en el Desierto Zacatecano en el Estado de Zacatecas*. Gerona, España: Opuntia. Universidad de Gerona. <https://core.ac.uk/download/pdf/132554073.pdf> (accessed April 15, 2020).
- APG IV [The Angiosperm Phylogeny Group] 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* **181**: 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Ávila-González H, González-Gallegos JG, López-Enríquez IL, Ruacho-González L, Rubio-Cardoza J, Castro-Castro A. 2019. Inventario de las plantas vasculares y tipos de vegetación del Santuario El Palmito, Sinaloa, México. *Botanical Sciences* **97**: 789-820. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2356>

- Badii M, Landeros J, Cerna E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience* **3**: 632-660.
- Badii M, Guillen A, Rodríguez CE, Lugo O, Aguilar J, Acuña M. 2015. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Daena: International Journal of Good Conscience* **10**: 156-174.
- Balleza-Cadengo JJ. 1992. *Gramíneas del estado de Zacatecas catálogo de especies y clave para géneros*. MsC. Thesis. Colegio de Postgraduados.
- Balleza-Cadengo JJ. 2020. Plantas In: CONABIO y Gobierno del Estado de Zacatecas, eds. *La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado*. México, Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 136-139. ISBN: 978-607-8570-37-9
- Balleza-Cadengo JJ, Villaseñor JL. 2002. La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). *Acta Botanica Mexicana* **59**: 5-69. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm59.2002.893>
- Barrera-Zubiaga EJ, Granados-Sánchez D, Granados-Victorino RL, Luna-Cavazos M. 2018. Characterization of four pinyon pine forests in the state of Zacatecas, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales* **24**: 275-296. DOI: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.03.018>
- Briones O, Villarreal-Q JA. 2001. Vegetación y flora de un ecotono-Q entre las provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Botanica Mexicana* **55**: 39-67. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm55.2001.875>
- Burgos-Hernández M, Castillo-Campos G. 2018. Análisis florístico de la selva tropical perennifolia del centro-norte de Veracruz, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* **5**: 451-463. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1676>
- Cabrera-Luna JA, Huerta-Cantera HE, Salinas-Soto P, Olvera-Valerio D. 2015. Flora y vegetación de la sierra El Rincón, Querétaro y Michoacán, México. *Botanical Sciences* **93**: 615-632. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.168>
- Calderón de Rzedowski G, Rzedowski J. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. México, Michoacán: Instituto de Ecología, AC. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-7607-36-6
- Carranza E. 2007. Convolvulaceae I. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **151**: 1-131
- Carranza E. 2008. Convolvulaceae II. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **155**: 1-108
- Castro-Castro A, Zuno-Delgadillo O, Carrasco-Ortiz MA, Harker M, Rodríguez A. 2015. Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences* **93**: 41-51. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.239>
- Christenhusz MJ, Reveal JL, Farjon A, Gardner MF, Mill RR, Chase MW. 2011. A new classification y linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* **19**: 55-70. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.3>
- Cohen JL. 2018. A revision of the Mexican species of *Lithospermum* (Boraginaceae) 1. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **103**: 200-257. DOI: <https://doi.org/10.3417/2011067>
- Colwell RK. 2019. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. EstimateS, version 9.1.0. <http://purl.oclc.org/estimates> (accessed April 15, 2020).
- Colwell RK, Coddington JA. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **1311**: 101-118. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2016. *Mexbio 1.0 Mapa de impactos antropogénicos a la biodiversidad 2010*. México DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (accessed February 9, 2021).
- CONABIO. 2017. *Malezas de México*. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezasmexico.htm> (accessed May 01, 2021).
- Dávila P, Mejía-Saulés M, Soriano-Martínez AM, Herrera-Arrieta Y. 2018. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. *Botanical Sciences* **96**: 462-514. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1894>

- Daniel TF. 2007. Notes on the distributions of some Mexican Acanthaceae. *Ibugana* **15**: 15-22.
- Echavarría-Cháirez FG, Serna-Pérez A, Bañuelos-Valenzuela R, Salinas-González H, Flores-Nájera MDJ, Gutiérrez-Luna R. 2007. *Degradación física de los suelos de pastizal bajo pastoreo continuo en el Altiplano de Zacatecas*. México, Zacatecas: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. ISBN: 978-970-4301-45-3
- Encina-Domínguez JA, Estrada-Castillón E, Villarreal-Quintanilla JA, Villaseñor JL, Cantú-Ayala CM, Arevalo JR. 2016. Floristic richness of the Sierra de Zapalinamé, Coahuila, Mexico. *Phytotaxa* **283**: 1-42. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.283.1.1>
- Encina-Domínguez JA, Arévalo-Sierra JR, Villarreal-Quintanilla JA, Estrada-Castillón E. 2020. Composición, estructura y riqueza de plantas vasculares del matorral xerófilo en el norte de Coahuila, México. *Botanical Sciences* **98**: 1-15. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2251>
- Enríquez-Enríquez ED. 1998. Estudio florístico del cerro La Canterilla, municipio de Moyahua, estado de Zacatecas, México. MsC. Thesis. Colegio de Postgraduados.
- Enríquez-Enríquez ED, Koch SD, González-Elizondo MS. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botanica Mexicana* **64**: 45-89. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm64.2003.928>
- Enríquez-Enríquez ED, Sigala-Rodríguez JJ, Vacío-de la Torre MDR, Martínez-Salazar EA. 2020. Flora de la presa San Pedro y áreas adyacentes. In: CONABIO y Gobierno del Estado de Zacatecas, eds. *La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado*. México, Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, pp. 163-164. ISBN: 978-607-8570-37-9
- Frame D, Espejo A, Lopez-Ferrari AR. 1999. A conspectus of Mexican Melantiaceae including a description of new taxa of *Schoenocaulon* and *Zigadenus*. *Acta Botanica Mexicana* **48**: 27-50. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm48.1999.832>
- García E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México, DF: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 970-32-1010-4
- Giménez de Azcárate J, Fernández H, Candelario T, Lira R, Llano M. 2018. Diagnóstico cultural y natural de la Ruta Huichol a Huiricuta: Criterios para su inclusión en la Lista del Patrimonio Mundial. *Investigaciones Geográficas* **96**: 1-18. DOI: <https://doi.org/10.14350/rig.59604>
- González-Costilla O, Giménez de Azcárate J, García-Pérez J, Aguirre-Rivera JR. 2007. Flórua vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana* **78**: 1-38. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm78.2007.1027>
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Márquez-Linares MA. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. México, Durango: CIIDIR Unidad Durango. ISBN: 970-95117-0-X
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Tena-Flores JA, Ruacho-González L, López-Enríquez IL. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botanica Mexicana* **100**: 351-403. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.40>
- González-Gallegos JG, Castro-Castro A, Quintero-Fuentes V, Mendoza-López ME, De Castro-Arce E. 2016. Revisión taxonómica de Lamiaceae del occidente de México. *Ibugana* **7**: 3-545.
- González-Villarreal LM. 1990. La familia Ericaceae en el estado de Jalisco, México. *Colección Flora de Jalisco* **2**: 1-140. ISBN: 968-895-915-4
- González-Villarreal LM. 2000. La familia Garryaceae en el estado de Jalisco, México. *Colección Flora de Jalisco* **7**: 1-25. ISBN: 968-895027-0
- González-Tamayo R, Hernández-Hernández L. 2013. Novedades en Cranichidinae y Spiranthinae (Orchidaceae: Cranichidae) del Occidente de México. *Ibugana* **5**: 39-71.
- Gould FW. 1979. The genus *Bouteloua* (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* **66**: 348-416. DOI: <https://doi.org/10.2307/2398834>

- Gunn CR. 1979. *Genus Vicia, with notes about tribe Vicieae (Fabaceae) in Mexico and Central America*. Washington, DC: US Department of Agriculture, Science and Education Administration. ISBN: 001-000-04034-1
- Hernández HM, Gómez-Hinostrosa C. 2015. *Mapping the cacti of Mexico*. Inglaterra, Milborne Port: DH Books. ISBN: 978-095-3813-48-3
- Herrera-Arrieta Y, Cortés-Ortiz A. 2010. Listado florístico y aspectos ecológicos de la familia Poaceae para Chihuahua, Durango y Zacatecas, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* **5**: 711-738.
- Herrera-Arrieta Y, Pámanes-García DS. 2010. *Guía de los pastos de Zacatecas*. México, DF: Instituto Politécnico Nacional y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 968-5269-27-0
- Herrera-Arrieta Y, Peterson PM, Cerda-Lemus M. 2004. *Revisión de Bouteloua Lag. (Poaceae)*. México, DF: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 968-5269-02-5.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 2001. *Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema toposformas*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática.
- INEGI. 2010a. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacatecas, Sustitacán, 32043*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2010b. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacatecas, Monte Escobedo, 32031*. México DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2010c. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacatecas, Sustitacán, 32043*. México DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2010d. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacatecas, Tepetongo, 32046*. México DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2010e. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zacatecas, Valparaíso, 32049*. México DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2013. *Condensado Estatal Zacatecas*. México DF: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2020. *Mapas*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <https://www.inegi.org.mx/datos> (accessed December 09, 2020).
- IPNI [International Plant Names Index]. 2021. *International Plant Names Index*. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries, Australian National Botanic Gardens. <https://www.ipni.org/> (accessed April 28, 2021).
- Isbell F, Reich PB, Tilman D, Hobbie SE, Polasky S, Binder S. 2013. Nutrient enrichment, biodiversity loss, and consequent declines in ecosystem productivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**: 11911-11916. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1310880110>
- IUCN [The International Union for Conservation of Nature]. 2020. The International Union for Conservation of Nature. *Red list of threatened species*, version 2020-3. <http://www.iucnredlist.org/> (accessed April 28, 2021).
- Jump AS, Huang TJ, Chou CH. 2012. Rapid altitudinal migration of mountain plants in Taiwan and its implications for high altitude biodiversity. *Ecography* **35**: 204-210. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2011.06984.x>
- Lara-Raimers EA. 2011. *Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la Sierra el Mascarón en el Norte de Zacatecas, México*. BsC. Thesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Leal SJ. 2021. *Conocimiento local de plantas invasoras en el municipio de Alfajayucan, Hidalgo, México*. BsC. Thesis. Colegio de Postgraduados.
- Lenoir J, Gégout JC, Guisan A, Vittoz P, Wohlgemuth T, Zimmermann NE, Dullinger S, Pauli H, Willner W, Svenning JC. 2010. Going against the flow: potential mechanisms for unexpected downslope range shifts in a warming climate. *Ecography* **33**: 295-303. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06279.x>
- Lot A, Chiang F. 1986. *Manual de herbario. Administración, manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. México, DF: Consejo Nacional de la Flora de México, AC. ISBN: 968-6144-00-5

- Matteucci SD, Colma A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Vol. 22. Washington, DC: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. ISBN: 0-8270-1611-5
- Martínez M. 2005. Ranunculaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **190**: 1-75
- Martínez-Cruz J, Téllez-Valdés O. 2004. Listado florístico de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Botanical Sciences* **74**: 31-49. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1685>
- McVaugh R. 1983. Gramineae. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of Western Mexico* **14**: 1-432. ISBN: 0-472-04814-7
- McVaugh R. 1984. Compositae. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of Western Mexico* **12**: 1-1157. ISBN: 978-047-2048-12-0
- McVaugh R. 1987. Leguminosae. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of Western Mexico* **5**: 1-786. ISBN: 0-472-04968-2
- McVaugh R. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of Western Mexico* **3**: 1-751. ISBN: 0-9620733-5-0
- Melgoza-Castillo A, Baladrán-Valladares MI, Mata-González R, Pinedo-Álvarez C. 2014. Biología del pasto ro-sado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* **5**: 429-442. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i4.4015>
- Morales-Romero D, Lopez-García H, Martínez-Rodríguez J, Molina-Freaner F. 2019. Documenting a plant invasion: the influence of land use on buffelgrass invasion along roadsides in Sonora, Mexico. *Journal of Arid Environments* **164**: 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.01.012>
- Mostacedo B, Fredericksen T. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Bolivia, Santa Cruz: BOLFOR. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf> (accessed March 10, 2019)
- Parmesan C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **37**: 637-669. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Parolo G, Rossi G. 2008. Upward migration of vascular plants following a climate warming trend in the Alps. *Basic and Applied Ecology* **9**: 100-107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2007.01.005>
- PPG I [Pteridophyte Phylogeny Group I]. 2016. A community-derived classification for extant ferns and lycophytes. *Journal of Systematics and Evolution* **54**: 563-603. DOI: <https://doi.org/10.1111/jse.12229>
- Puig-Magrinyà F, Carrillo-Reyes P. 2004. Aproximación a la flora y vegetación del cañón del Río Chico, Monte Escobedo, Zacatecas. In: Vázquez-García JA, Cházaro-Basáñez MJ, Nieves-Hernández G, Vargas-Rodríguez YL, Flores-Macias A, eds. *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. México, Jalisco: Serie Fronteras de la Biodiversidad. Universidad de Guadalajara (CUCBA-CUCSH). pp. 69-76. ISBN: 978-970-2705-92-5
- Ramírez DCJ. 2016a. El que “no puede ser nombrado”: Zacatecas, un estado cuya flora se conoce poco. *Desde el Herbario CICY* **8**: 170-173.
- Ramírez DCJ. 2016b. Estudio florístico del bosque tropical caducifolio en la subcuenca Cuixtla, Jalisco-Zacatecas, México. BsC. Thesis. Universidad de Guadalajara.
- Ramírez-Prieto J, Koch SD, Balleza-Cadengo JDJ, Adame-González M, Romero-Nápoles J. 2016. Flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, México. *Botanical Sciences* **94**: 357-375. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.246>
- Red de Herbarios del Noroeste de México. 2021. *Red de Herbarios del Noreste de México*. <https://herbanwmex.net/portal/index.php> (accessed April 28, 2021).
- Redonda-Martínez R. 2018. Tratamiento taxonómico de la tribu Mutisieae (Asteraceae) en México. *Acta Botanica Mexicana* **123**: 121-166. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm123.2018.1277>
- Rzedowski J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botanica Mexicana* **15**: 47-64. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm15.1991.620>
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México: Ira. Edición digital*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el

- Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf (accessed November 22, 2020).
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 1995. Geraniaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **40**: 1-37
- Rzedowski J, Calderón de Rzedowski G. 2002. Verbenaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* **100**: 1-145
- Sabás-Rosales JL. 2016. *Encinos (Quercus: Fagaceae) de Zacatecas: taxonomía, diversidad y distribución*. PhD. Thesis. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Sosa V, Dávila P. 1994. Una evaluación del conocimiento florístico de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **81**: 749-757. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399919>
- SPP [Secretaría de Programación y Presupuesto]. 1981. *Síntesis geográfica de Zacatecas*. México DF: Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. ISBN: 968-809-241-X
- Stahl K, Lepczyk CA, Christoffel RA. 2020. Evaluating conservation biology texts for bias in biodiversity representation. *PLoS ONE* **15**: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234877>
- Stewart AJA, John EA, Hutchings MJ. 2000. The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. In: Hutchings MJ, John EA, Stewart AJA, eds. 2000. *The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity*. England, Oxford: Blackwell Science Ltd. pp. 1-8. ISBN: 0-632-05714-9
- Straw RM. 1962. The penstemons of Mexico. II. *Penstemon hartwegii*, *Penstemon gentianoides*, and their allies. *Botanical Sciences* **27**: 1-36. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1073>
- Thiers B. 2021. [continuously updated] *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's, Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed April 28, 2021).
- ThePlantList. 2013. *The Plant List. Version 1.1*. <http://www.theplantlist.org> (accessed April 28, 2021).
- Tropicos. 2021. *Tropicos.org*, Missouri: Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org> (accessed April 28, 2021).
- Troudet J, Grandcolas P, Blin A, Vignes-Lebbe R, Legendre F. 2017. Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. *Scientific Reports* **7**: 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>
- Turner BL. 2009. The Comps of Mexico. A systematic account of the family Asteraceae Chapter 9: Subfamily Mutisioideae. *Phytologia Memoirs* **14**: 1-130. ISBN: 978-0-9792529-2-1
- Turner BL. 2015a. The Comps of Mexico. A systematic account of the family Asteraceae Chapter 18: Subfamily Helianthinae Part 1a. *Phytologia Memoirs* **23a**: 1-145. ISBN: 978-0-9960463-4-3
- Turner BL. 2015b. The Comps of Mexico. A systematic account of the family Asteraceae Chapter 18: Subfamily Helianthinae Part 1b. *Phytologia Memoirs* **23b**: 1-175. ISBN: 978-0-9960463-5-0
- Valencia-A S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Botanical Sciences* **75**, 33-53. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1692>
- Vázquez-Díaz GJ. 2016. *Susticacán. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Zacatecas*. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32043a.html> (accessed April 15, 2021)
- Vega-Mares JH, Rivero-Hernández O, Martínez-Salvador M, Melgoza-Castillo A. 2020. Análisis de la flora vascular de la Sierra Azul, Chihuahua, México. *Botanical Sciences* **98**: 618-652. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2565>
- Vibrans H, García-Moya E, Clayton D, Sánchez-Ken JG. 2014. *Hyparrhenia variabilis* and *Hyparrhenia cymbaria* (Poaceae): new for the Americas, successful in Mexico. *Invasive Plant Science and Management* **7**: 222-228. DOI: <https://doi.org/10.1614/IPSM-D-13-00107.1>
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

- Villaseñor JL. 2018. Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences* **96**: 332-358. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1872>
- Villaseñor JL, Espinosa-García JF. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* **10**: 113-123. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>
- Wilson RJ, Gutierrez D, Gutierrez J, Monserrat VJ. 2007. An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. *Global Change Biology* **13**: 1873-1887. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01418.x>

Editor de sección: Martha Martínez Gordillo

Contribución de los autores: LHR concibió el trabajo, revisó los antecedentes, realizó el trabajo de campo, determinó los ejemplares colectados, analizó los resultados y escribió el trabajo. MBH coordinó este estudio, diseñó el trabajo de campo y gabinete, interpretó los datos, revisó los análisis y colaboró en la redacción del trabajo. MBH y MVS participaron en la determinación de ejemplares colectados y colaboraron en el trabajo de campo. JCLA contribuyó con redacción del manuscrito y análisis de resultados. Todos los autores colaboraron con la revisión crítica del contenido y aprobación del manuscrito final.