

UNA ESPECIE NUEVA DE *SEDUM* SECCIÓN *PACHYSEDUM* (CRASSULACEAE) Y UN ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DEL GÉNERO EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO

A NEW SPECIES OF *SEDUM* SECTION *PACHYSEDUM* (CRASSULACEAE) AND A DIVERSITY ANALYSIS OF THE GENUS IN THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO

ARTURO CASTRO-CASTRO^{1,2,3*}, HERIBERTO ÁVILA-GONZÁLEZ³, MARCO ANTONIO GONZÁLEZ-BERNAL⁴,
 NORMA LETICIA PIEDRA-LEANDRO³, JESÚS GUADALUPE GONZÁLEZ-GALLEGOS^{1,2} Y EDMÍ ITZEL ROJAS-AGUILAR⁵

¹ Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Durango, Durango, México.

² Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciudad de México, México.

³ Jardín Etnobiológico Estatal de Durango, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango – Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Durango, Durango, México.

⁴ Reserva Ecológica del Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cosalá, Sinaloa, México.

⁵ Universidad Autónoma de Occidente, Culiacán, Sinaloa, México.

*Autor para la correspondencia: art.castroc@hotmail.com

Resumen

Antecedentes: La Zona de Transición Mexicana representa un centro de diversificación y área de endemismo para *Sedum* subgénero *Sedum*. Las provincias biogeográficas Sierra Madre del Sur, Faja Volcánica Mexicana, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental (SMO) reúnen la mayor diversidad del subgénero. La SMO destaca por el endemismo de *Sedum*, por lo que continuar con la exploración y estudio del grupo en el área podría aportar al descubrimiento de especies nuevas.

Pregunta: ¿Podría el análisis crítico de la morfología de individuos de *Sedum* encontrados en exploraciones recientes en la SMO mostrar la existencia de especies no descritas?

Especies de estudio: Especies del género *Sedum*.

Sitio y años de estudio: Sierra Madre Occidental, México, durante los años 2019-2021.

Métodos: Se realizaron múltiples exploraciones y recolecciones botánicas de *Sedum* en los estados de Durango y Sinaloa. Los especímenes colectados se sometieron al análisis crítico de su morfología para preparar descripciones y cuadros comparativos entre especies afines morfológicamente. Se obtuvieron, verificaron determinaciones y analizaron registros de *Sedum* para preparar mapas de distribución en la SMO.

Resultados: Se propone a *Sedum acaxee* como una especie nueva de la sección *Pachyseudum*. La descripción se acompaña de fotografías, un cuadro de morfología comparada y una lista y mapas de *Sedum* en la SMO.

Conclusiones: La alta proporción de localidades tipo (26 spp.) y endemismo (23 spp.) de *Sedum* para la SMO resaltan la alta diversidad del género en esta provincia y muestran la necesidad de continuar con exploraciones botánicas en este complejo montañoso.

Palabras clave: Ecorregión Madrense Tropical, Sierra Madre Occidental, Zona de Transición Mexicana.

Abstract

Background: The Mexican Transition Zone represents a center of diversification and an endemism area for *Sedum* subgenus *Sedum*. The Sierra Madre del Sur, Mexican Volcanic Belt, Sierra Madre Oriental and Sierra Madre Occidental (SMO) biogeographic provinces contain the highest diversity of the subgenus. The SMO stands out for the endemism of *Sedum*, that is why additional exploration and study of the group in the area could contribute to the discovery of new species.

Question: Could the critical analysis of the morphology of *Sedum* individuals found in recent explorations in the SMO show the existence of undescribed species?

Studied species: The genus *Sedum* species.

Study site and dates: Sierra Madre Occidental, Mexico, during the years 2019-2021.

Methods: Several botanical explorations and collections of *Sedum* were carried out in Durango and Sinaloa. The collected materials were subjected to critical analysis of their morphology to prepare descriptions and comparative tables contrasting morphologically related species. Records of *Sedum* were obtained, verified, and analyzed to prepare distribution maps in the SMO.

Results: *Sedum acaxee* is proposed as a new species of section *Pachyseudum*. The description is accompanied by photographs, a comparative morphology table, and a list and maps of *Sedum* in SMO.

Conclusions: The high proportion of type localities (26 spp.) and endemism (23 spp.) of *Sedum* for the SMO highlight the high diversity of the genus in the province and shows the need to continue with botanical explorations in this mountainous complex.

Keywords: Mexican Transition Zone, Sierra Madre Occidental, Tropical Madrean Ecoregion.

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/>



S*edum* L. es el género de más amplia distribución de la familia Crassulaceae y el más diverso; con cerca de 428 especies organizadas en los subgéneros *Gormania* (Britton) Clausen (\pm 110 spp.) y *Sedum* (\pm 320 spp.) ('t Hart & Bleij 2003). El territorio de México representa un centro de diversidad (134 spp.) y un área de endemismo (111 spp.) para *Sedum* subgénero *Sedum* ('t Hart & Bleij 2003, Villaseñor 2016, Reyes-Santiago *et al.* 2017, Aragón-Parada *et al.* 2019, Cuevas-Guzmán *et al.* 2022). La distribución geográfica de *Sedum* en México se concentra en las montañas de la Zona de Transición Mexicana (Rodríguez *et al.* 2018); en la Sierra Madre del Sur se concentran 48 taxa (Thiede 1995, Aragón-Parada *et al.* 2019, Cuevas-Guzmán *et al.* 2022), la Faja Volcánica Mexicana resguarda 47 (Clausen 1959, Thiede 1995), en la Sierra Madre Oriental habitan 43 (Salinas-Rodríguez *et al.* 2021), y en la Sierra Madre Occidental 17 (Thiede 1995).

Los estudios en *Sedum* para la Sierra Madre Occidental son escasos, limitados a áreas de interés del investigador y complejos taxonómicos o se aborda de forma secundaria en contribuciones florísticas. Clausen (1977, 1979) analizó la riqueza de *Sedum* en 11 localidades de los estados de Chihuahua y Durango; Clausen (1977, 1978) y Reyes-Santiago *et al.* (2012, 2015, 2017) reportan especies nuevas para el sistema montañoso y, Ávila-González *et al.* (2019) y Vázquez-García *et al.* (2004) enlistan dos y ocho especies, respectivamente. La diversidad de *Sedum* en la Sierra Madre Occidental puede ser tan rica como la de otras provincias fisiográficas de México, lo que se puede inferir a partir de la descripción sostenida de especies nuevas para la región en un periodo cercano a los de 200 años (Tabla 1).

La presente contribución muestra que la exploración profesional de áreas poco visitadas y remotas de la Sierra Madre Occidental seguirá aportando al conocimiento de *Sedum* y de otros géneros. Una región particular, es la comprendida en los límites políticos de los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa, un área de la Sierra Madre Occidental de difícil acceso a causa de escasas vías de comunicación y conflictos sociales, la cual además se reconoce por su alta fitodiversidad (González-Elizondo *et al.* 2017). En el periodo de los años 2019 a 2021 se logró acceder a distintas localidades del territorio antes citado y se encontraron poblaciones de una especie de *Sedum* que no fue posible identificar como alguna de las especies conocidas en el género, por ello, se le propone aquí como especie nueva. La descripción es acompañada de fotografías y un cuadro comparativo de caracteres morfológicos, hábitat y distribución con las especies morfológicamente afines. Además, en la presente contribución se evalúa la diversidad y el endemismo de *Sedum* en la Sierra Madre Occidental.

Tabla 1. Diversidad y distribución del género *Sedum* en la Sierra Madre Occidental (SMO), México. Ecorregiones de acuerdo con González-Elizondo *et al.* (2012) y abreviadas en superíndices al inicio de los nombres científicos: AM: Archipiélago Madreño; M: Madreño; MT: Madreño Tropical; MX: Madreño Xerófila; T: Tropical. Los números entre paréntesis seguidos de los nombres científicos corresponden a la fecha de las descripciones. Las especies endémicas y con localidades tipo en la SMO se señalan con el superíndice del símbolo de suma y asterisco, respectivamente. Acrónimos de los estados de acuerdo con Villaseñor (2016).

	Especie (año de descripción)	Distribución por estados
1.	^{MT} <i>Sedum acaxee</i> Art. Castro, H. Ávila & González-Bernal (2023) ^{+,*}	DGO, SIN
2.	^{M, MT, T} <i>S. alamosanum</i> S. Watson (1890) [*]	BC, CHIH, SIN, SON
3.	^M <i>S. bellum</i> Rose (1921) ^{+,*}	DGO
4.	^{M, T} <i>S. chihuahuense</i> S. Watson (1888) ^{+,*}	CHIH
5.	^M <i>S. cockerellii</i> Britton (1903)	CHIH, SON
6.	^T <i>S. copalense</i> Kimnach (1996) ^{+,*}	SIN
7.	^T <i>S. craigii</i> R.T. Clausen (1943) ^{+,*}	CHIH
8.	^T <i>S. dispernum</i> Fröd. (1936) ^{+,*}	JAL
9.	^{MX} <i>S. ebracteatum</i> Moc. & Sessé ex DC. (1828)	AGS, COAH, CDMX, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMS, TLAX, VER, ZAC
10.	^{M, MX} <i>S. fuscum</i> Hemsley (1880)	AGS, DGO, SLPM, ZAC

El género *Sedum* en Sierra Madre Occidental

	Especie (año de descripción)	Distribución por estados
11.	^{MXS} <i>S. glabrum</i> Rose (1905)	COAH, DGO, NL, SLP, ZAC
12.	^{M,MT,T} <i>S. guadalajaranum</i> S. Watson subsp. <i>guadalajaranum</i> (1887)	AGS, DGO, JAL, MOR, ZAC
13.	^{M,T} <i>S. guadalajaranum</i> subsp. <i>viridiflorum</i> R.T. Clausen (1987) ^{+,*}	NAY, ZAC
14.	^{M,MT,T} <i>S. jaliscanum</i> S. Watson subsp. <i>jaliscanum</i> (1890)	COL, CDMX, CHIH, DGO, GTO, GRO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, SIN, ZAC
15.	^M <i>S. jaliscanum</i> subsp. <i>angustifolium</i> R.T. Clausen (1981) ^{+,*}	DGO
16.	^T <i>S. kristenii</i> J. Reyes, O. González & Etter (2012) ^{+,*}	DGO, SIN
17.	^{M,T} <i>S. lumholtzii</i> B.L. Rob. & Fernald (1894) ^{+,*}	SIN, SON
18.	^{AM,M,MT} <i>S. madreense</i> S. Watson (1888) ^{+,*}	CHIH
19.	^{M,MT,T} <i>S. mellitulum</i> Rose (1911) [*]	CHIH, GRO, MICH, SON
20.	^{M,MX} <i>S. moranense</i> Kunth (1823)	CHIH, COAH, CDMX, GTO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, OAX, QRO, SLP, TAMS, TLAX, VER, ZAC
21.	^{M,MT} <i>S. oxycoccooides</i> Rose (1903) ^{+,*}	DGO, JAL, NAY, ZAC
22.	^T <i>S. piactlaense</i> Reyes, Etter & Kristen (2015) ^{+,*}	DGO
23.	^{M,MT,MX} <i>S. pringlei</i> S. Watson (1888) ^{+,*}	AGS, CHIH, DGO, JAL
24.	^M <i>S. pyriseminum</i> Pérez-Calix (2016) ^{+,*}	DGO
25.	^{M,MT} <i>S. quadripetalum</i> R.T. Clausen (1977) ^{+,*}	DGO
26.	^{M,T} <i>S. raramuri</i> J. Metzg. (2004) ^{+,*}	CHIH
27.	^{M,MT,T,MX} <i>S. semiteres</i> Rose (1911) ^{+,*}	DGO
28.	^{MT} <i>S. sinforosanum</i> Reyes, Etter & Kristen (2017) ^{+,*}	CHIH
29.	^{M,MT} <i>S. spathulisepalum</i> R.T. Clausen (1977) ^{+,*}	DGO
30.	^{AM,M,MT,MX} <i>S. stelliforme</i> S. Watson (1885)	CHIH, SIN, SON
31.	^T <i>S. suaveolens</i> Kimmach (1978) ^{+,*}	DGO
32.	^M <i>S. submontanum</i> Rose (1903) [*]	MEX, ZAC
33.	^{MT} <i>S. trichromum</i> R.T. Clausen (1978) ^{+,*}	DGO, SIN
34.	^{M,MT,MX} <i>S. vinicolor</i> S. Watson (1886) ^{+,*}	CHIH, DGO, SON
35.	^{AM,M,MX} <i>S. wrightii</i> A. Gray (1852)	CHIH, COAH, DGO, NL, SLP, SON, TAMS, ZAC

Material y métodos

Tratamiento taxonómico. La descripción morfológica de la especie nueva se basa en los métodos taxonómicos propuestos por Simpson (2006). El análisis morfológico y las mediciones se realizaron sobre plantas vivas en estado reproductivo, para ello se empleó un estereomicroscopio Zeiss Stemi 305 y un vernier digital. Los datos morfológicos obtenidos fueron resumidos para generar la diagnosis, la descripción y un cuadro comparativo con las especies afines morfológicamente.

Construcción de base de datos geográficos. Los datos de distribución de las especies de *Sedum* en Sierra Madre Occidental fueron obtenidos a través de la consulta de especímenes depositados en los herbarios CIIDIR, IBUG y MEXU (acrónimos de acuerdo con Thiers 2022). También se consultaron las colecciones virtuales de herbarios alojados en la Southwest Environmental Information Network (SEINet) del sistema de manejo de contenidos Symbiota (Gries *et al.* 2014). Otras fuentes de información fueron la colección virtual del Herbario Nacional de México de la Universidad

Nacional Autónoma de México (IBUNAM 2022), los materiales tipo alojados en JSTOR Global Plants (plants.jstor.org) y las imágenes de ejemplares disponibles en Tropicos.org (www.tropicos.org). Además, se obtuvieron registros citados en literatura especializada (p.ej., Britton & Rose 1903, Berger 1930, Clausen 1959, 1975, 1977, 1978, 1979, Kimmach 1978, 1996, Meyrán & López 2003, 't Hart & Bleij 2003, Metzger & Kimmach 2004, Reyes-Santiago *et al.* 2012, 2015, 2017, Pérez-Calix 2016, Villaseñor 2016). Se corroboró la identidad taxonómica de los registros en las colecciones virtuales, para los registros sin imagen digital, estas se solicitaron a los encargados de los herbarios. Los datos de ocurrencia fueron analizados usando el programa QGIS v. 3.24 (www.qgis.org) para eliminar registros duplicados o con localidades ambiguas. Se empleó el método de Wieczorek (2001) para calcular coordenadas geográficas en registros que carecían de ellas, pero que contaban con descripciones claras de la localidad de recolecta. Por último, los registros se proyectaron sobre el polígono de la SMO y las ecorregiones propuestas por González-Elizondo *et al.* (2012) y se generaron los mapas de distribución.

Estado de conservación. Se analizó el estado de conservación de la especie aquí propuesta con base en observaciones en campo de las poblaciones y aplicando los criterios de la UICN (2022). Se empleó el programa GeoCAT (Bachman *et al.* 2011) para estimar los índices EOO (extensión de la ocurrencia) y AOO (área de ocupación) y evaluar rangos de distribución.

Resultados

Sedum acaxee Art. Castro, H. Ávila & González-Bernal, sp. nov. ([Figura 1](#)).

Tipo. México. Durango, municipio Tamazula, El Tecuán, alrededores de La Huateca, 2,450 m, 26 octubre 2021, M.A. González-Bernal & E.I. Rojas-Aguilar 420a (holotipo CIIDIR, isotipos IBUG, MEXU).

Sedum acaxee a sectione *Pachysedo* pertinens; *S. batallae* et *S. perezdelarosae* aemulans, praecipue ab ambobus floribus albis (*vs.* luteis) differt; praetera *S. craigii*, *S. sinforosanum* et *S. suaveolenti* affinis sed foliis incrassatis et obovatis vel spathulatis, floribus inolentibus (*vs.* foliis applanatis et obovatis, floribusque fragrantibus in *S. sinforosanum* et *S. suaveolenti*), rosulis compactis et caulis breviter ramificantibus (*vs.* laxis et longiter ramificantibus in *S. craigii*) differt.

Herbácea perenne, glabra, cespitosa, con mayor frecuencia agregada en colonias densas y compactas o, a veces, solitarias. Raíz principal engrosada, las laterales fibrosas. Tallos ramificados o monopódicos, postrados, 0.5-1.5 cm de largo. Hojas agregadas en rosetas compactas de 1-2.5 cm de alto, 2-4 cm de diámetro, extendidas o ascendentes; láminas glabras, pruinosas, verdes concoloras a verdes con ápices rojizos, obovadas a espatuladas, (4-)7-22 × 6-10 mm, 3.6-5 mm de grosor, márgenes enteros, ligeramente anguladas, ápice redondeado. Inflorescencia lateral, cimosa, 1.9-2.8 cm de largo, pedúnculo 1.3-9.8 × 0.18-0.2 cm, verde-rojizo, pruinoso, flores 3-12; brácteas 1-3, alternas, ascendentes, espatuladas a oblongas, 3.9-4.7 × 1.2-1.5 mm, 1-1.4 mm de grosor, verdes concoloras o rojizas hacia la porción basal, pruinosas, enteras, redondeadas; bracteolas oblongo-lanceoladas, subcilíndricas, 2.9-4 × 0.6-1.4 mm, ascendentes, verde amarillentas, pruinosas, redondeadas; pedicelos 0.7-2.4 × 0.3-0.4 mm, verde concoloros, pruinosos. Cáliz 3-4 mm de diámetro; sépalos 5, iguales, adpresos, oblongo-lanceolados, crasos, 4.5-5.2 × 0.9-1.5 mm, verde-rojizos, acuminados, con la cara exterior convexa y la interior aplanada. Corola 4-5 mm de diámetro; pétalos 5, libres, elíptico-lanceolados, acuminados, reflejos, 5.8-6.1 × 1-1.5 mm, blancos concoloros o con la porción distal verde-pálida. Estambres 10, 5 epipétalos y 5 antesépalos, todos iguales, filamentos 4.3-4.8 × 0.22-0.26 mm, blanco concoloros; anteras redondas, atropurpúreas; conectivo amarillo; nectarios 0.2-0.3 mm ancho, reniformes, amarillos. Ovario súpero, blanco, globoso, 1.9-2.2 mm de ancho; carpelos 5, libres; estilos de 2.5-3 mm de largo, amarillo-verdosos. Folículos ascendentes de color café rojizo de 3-4 mm de largo. Semillas no observadas.

Distribución y ecología. *Sedum acaxee* es una especie rupícola que habita en los afloramientos rocosos de las cimas de las montañas casi desprovistas de vegetación ([Figura 2](#)). En los alrededores domina el bosque de pino y encino y



Figura 1. Morfología de *Sedum acaxee*. A-B. Vistas lateral y frontal de la flor; C-D. Androceo y gineceo; E. Vistas frontal y lateral de las hojas, de izquierda a derecha; hojas basales, medias y apicales; F. Inflorescencia; G-H. Vista frontal y lateral de la roseta. Fotografías: Heriberto Ávila-González.



Figura 2. Hábitat de *Sedum acaxee* en Durango, México. Fotografía de Marco Antonio González Bernal.

entre las especies más evidentes del estrato arbóreo cercano destacan *Cupressus lusitanica* Mill., *Juniperus deppeana* Steud., *Pinus arizonica* Engelm. y *Quercus* spp. *Sedum acaxee* comparte el microhábitat con *Adiantum capillus-veneris* L., *Agave schidigera* Lem., *Glandularia* aff. *elegans* (Kunth) Unger, *Mammillaria senilis* Lodd. ex Salm-Dyck, *Mildella intramarginalis* (Kaulf. ex Link) Trevis var. *intramarginalis*, *Muhlenbergia* sp., *Salvia* aff. *seemannii* Fernald y *Sigesbeckia jorullensis* Kunth. Las tres poblaciones conocidas de *S. acaxee* crecen en la transición de las ecorregiones Madreña y Madreña Tropical a una elevación que oscila entre 2,400 y 2,500 m (Figura 3).

Estado de conservación. *Sedum acaxee* se conoce de tres localidades separadas entre sí a una distancia máxima de aproximadamente 11 km (Figura 3). La EOO resultó en 0.01 km² y el AOO es de 8 km², basado en celdas de 2 × 2 km. De acuerdo con estos resultados y conforme los criterios de la UICN (2022) (valores de EOO y AOO menores a 100 km² y 10 km², respectivamente), la categoría preliminar En Peligro Crítico es propuesta para la especie [CR/B1a + B2a].

Fenología. Las poblaciones de *Sedum acaxee*, en estado silvestre, fueron observadas en floración desde mediados de octubre hasta principios de noviembre. Pero bajo cultivo, en la ciudad de Durango, algunos individuos comenzaron su floración a finales de julio, y se extendió hasta finales de agosto.

El género *Sedum* en Sierra Madre Occidental

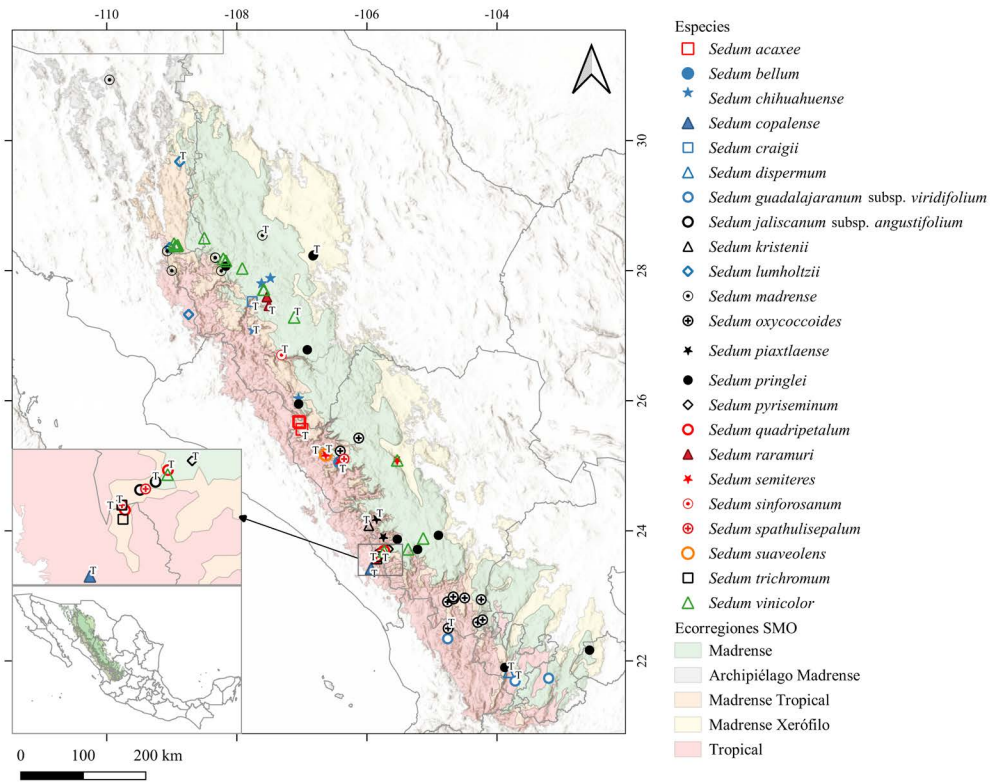


Figura 3. Distribución de especies de *Sedum* endémicas a la Sierra Madre Occidental, México. Ecorregiones de acuerdo con González-Elizondo *et al.* (2012). La letra “T” simboliza las localidades tipo de las especies.

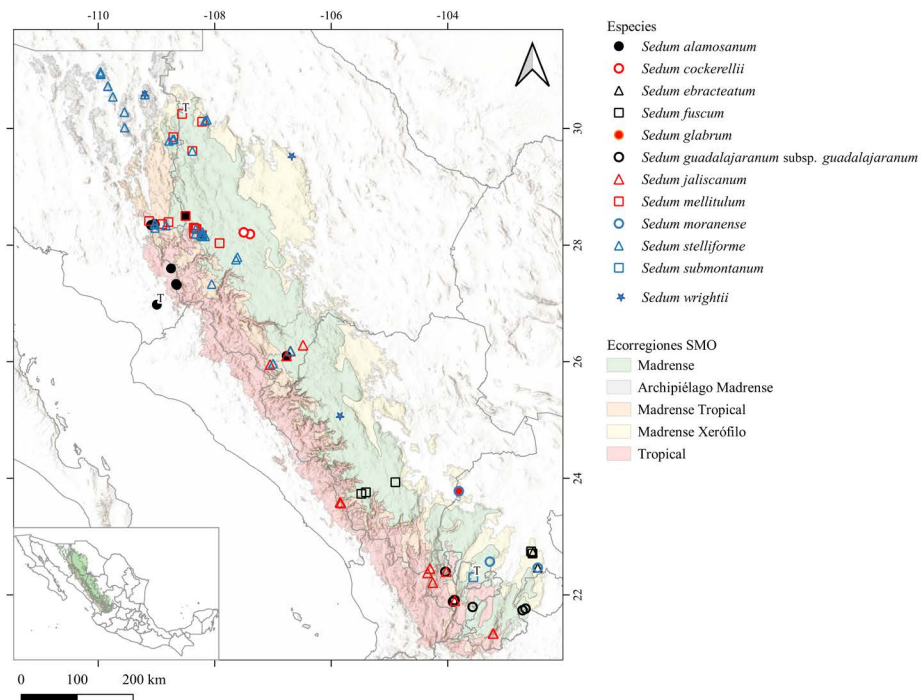


Figura 4. Distribución de especies de *Sedum* presentes en la Sierra Madre Occidental, México, pero no endémicas a ella. Ecorregiones de acuerdo con González-Elizondo *et al.* (2012).

Etimología. El nombre de la especie está dado por un epíteto en aposición dedicado a la extinta comunidad indígena Acaxee que habitó los territorios limítrofes entre el sur de Chihuahua, el noroeste Durango y el noreste de Sinaloa en Aridoamérica (Gamiz 1948), territorio donde crece *Sedum acaxee*.

Ejemplares adicionales examinados: México. Sinaloa, municipio Badiraguato, cerca de Cueva Gacha, 2,450 m, 26 octubre 2021, *M.A. González-Bernal & E.I. Rojas-Aguilar s.n.* (fotoejemplar, CIIDIR); cerca de Las Cuevitas, 2,400 m, 19 septiembre 2020, *M.A. González-Bernal & E.I. Rojas-Aguilar s.n.* (fotoejemplar, CIIDIR).

Distribución de Sedum en la Sierra Madre Occidental. La búsqueda de *Sedum* en la SMO arrojó un total de 202 registros representados por 295 especímenes. Las 35 especies catalogadas muestran distribuciones contrastantes, pues 23 son endémicas de la SMO; entre las cuales, 16 taxa se pueden considerar microendémicos, solo conocidas de sus localidades tipo y áreas cercanas (Figura 3). Por su parte, 12 especies se distribuyen más allá de los límites de la SMO, en provincias fisiográficas aledañas (Figura 4). La riqueza de *Sedum* en la SMO se concentra hacia la transición de las

Tabla 2. Comparación de caracteres morfológicos, preferencias ecológicas y distribución geográfica entre *Sedum acaxee* y especies afines morfológicamente de *Sedum* subgénero *Sedum* sección *Pachysedum*.

Carácter	<i>S. acaxee</i>	<i>S. batallae</i>	<i>S. craigii</i>	<i>S. perezdelarosae</i>	<i>S. sinforosanum</i>	<i>S. suaveolens</i>
Forma de la roseta	Compacta	Compacta-laxa	Laxa	Compacta	Compacta	Compacta
Diámetro de la roseta (cm)	2-4	0.8-1	3.5-6	1.2-2.8	6.5-9	6-15
Longitud de los tallos (cm)	0.5-1.5	15-20	15-25	4-5	3-8	3-4
Forma de las hojas	Obovadas a espatuladas, gruesas	Ovoides a elipsoides, gruesas	Oblongo-elípticas, gruesas	Obovado-oblancoeladas, gruesas	Obovadas, delgadas	Obovadas, delgadas
Largo de las hojas (mm)	(4-)7-22	3-5(-7)	20-50	5.5-8.5	25-35	50-70
Ancho de las hojas (mm)	6-10	2-4(-5)	9-22	7-12	15-20	30-40
Color de los pétalos	Blancos con la porción distal verde-pálida	Amarillo-verdosos, rojizos en la base	Blancos con estrías violáceas	Amarillos	Blanco-rosados	Blancos
Color de los filamentos	Blancos	Rojizos	Blanco-amarillentos	Amarillos	Blancos	Blancos
Nectarios	Reniformes; amarillos; 0.2-0.3 mm de ancho	Trapezoidales; amarillentos; 0.4-0.5 mm de ancho	Trapezoidales; blancos; 0.6-0.8 mm de ancho	Reniformes; amarillos; 0.8-0.9 de ancho	Cuadrangulares; amarillos; 0.8-1 mm de ancho	Truncados; amarillos, 0.6-0.7
Hábitat	Afloramientos rocosos en las inmediaciones de bosque de pino-encino	Matorral xerófilo	Bosque tropical caducifolio	Matorral xerófilo	Bosque de pino-encino y bosque tropical caducifolio	Matorral subcaducifolio
Distribución	Durango, Sinaloa	Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo	Chihuahua	Puebla	Chihuahua	Durango

ecorregiones Madrense y Madrense Tropical, donde ocurren 29 taxa; le siguen las ecorregiones Tropical, Madrense Xerófila y Archipiélago Madrense que reúnen 15, 9 y 3 especies, respectivamente (Figuras 3 y 4, Tabla 1). Durango (20 spp.), Chihuahua (13 spp.) y Sinaloa (8 spp.) destacan por albergar la mayor diversidad de especies en la SMO (Tabla 1). Por último, *Sedum* alcanza un rango de elevación amplio en la SMO que va desde los 220 hasta los 2,750 m, donde *S. lumholtzii* llega a las partes más bajas en Badiaraguato, Sinaloa, mientras que *S. fuscum* y *S. oxycoccoides* consiguen llegar a las cimas con vegetación subalpina de la SMO en los municipios de Mezquital y Pueblo Nuevo, Durango.

Discusión

Con base en la propuesta de clasificación de *Sedum* de Berger (1930) y considerada por Meyrán & López (2003), *Sedum acaxee* puede relacionarse a los miembros del subgénero *Sedum* sección *Pachysedum* A. Berger; integrada por *S. craigii* R.T. Clausen, *S. sinforosanum* J. Reyes, Etter & Kristeny y *S. suaveolens* Kimmach. Las especies de este grupo se caracterizan por llevar hojas gruesas o delgadas, inflorescencias laterales y flores blancas. Sin embargo, *S. acaxee* se diferencia por sus hojas engrosadas y obovadas a espatuladas y flores no odoríferas (vs. aplanadas y obovadas y flores odoríferas en *S. sinforosanum* y *S. suaveolens*) y por el desarrollo de rosetas compactas y tallos cortamente ramificados (vs. rosetas laxas y tallos largamente ramificados en *S. craigii*). Por otro lado, relacionar a *S. acaxee* con el resto de las especies de la sección *Pachysedum* es difícil, pues por el hábito y tamaño de las plantas podría ser solo afin a *S. batallae* Barocio y *S. perezdelarosae* Jimeno-Sevilla, pero difiere notoriamente de ellas por desarrollar flores blancas (vs. amarillas). En la Tabla 2 se muestra una comparación morfológica entre las especies analizadas.

Además de las diferencias morfológicas, *Sedum acaxee* también se separa por la distribución geográfica conocida del grupo de especies afines antes señalado. *Sedum batallae* se conoce de la Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo y *S. perezdelarosae* es una especie microendémica del estado de Puebla, ambas especies habitan la Faja Volcánica Mexicana. Mientras que *S. craigii*, *S. sinforosanum* y *S. suaveolens* son especies endémicas de la SMO que habitan en los cañones de los ríos Urique, Guerachi y Topia, respectivamente, y que no crecen en simpatria con *S. acaxee* (Figura 3).

La presente contribución representa la primera aproximación al estudio de *Sedum* en la SMO y abre oportunidades para investigaciones futuras. La riqueza de *Sedum* en la SMO representa un 26 % de la diversidad del género en México y confirma a la Zona de Transición Mexicana como uno de sus centros de diversificación y un área de endemismo (Rodríguez *et al.* 2018, Aragón-Parada *et al.* 2019).

Agradecimientos

Se agradece a los habitantes de Santa Gertrudis y Cueva Gacha en Sinaloa y El Tecuán en Durango por las hospitalidades otorgadas durante el trabajo de campo. La presente investigación formó parte del proyecto número SIP-2020-0993: Riqueza y distribución geográfica de la familia Crassulaceae en el estado de Durango, México, financiado por el Instituto Politécnico Nacional. Gracias a Juvenal Aragón Parada y Pablo Carrillo Reyes por compartirnos literatura y por la orientación en la taxonomía del grupo de estudio.

Literatura citada

- Aragón-Parada J, Carrillo-Reyes P, Rodríguez A, Munguía-Lino G. 2019. Diversidad y distribución geográfica del género *Sedum* (Crassulaceae) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **90**: e902921. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2921>
- 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>

- Bachman S, Moat J, Hill A, de la Torre J, Scott B. 2011. Supporting red list threat assessments with GeoCAT: Geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* **150**: 111-126. DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- Berger A. 1930. Crassulaceae. In: Engler A, Prantl K, eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, ed. 2. Leipzig: Verlag Wilhelm Englemann, pp. 352-485.
- Britton NL, Rose JN. 1903. New or noteworthy North American Crassulaceae. *Bulletin of the New York Botanical Garden* **3**: 1-45.
- Clausen RT. 1959. *Sedum of the Trans-Mexican Volcanic Belt: an exposition of taxonomic methods*. Ithaca, EUA: Cornell University Press.
- Clausen RT. 1975. *Sedum of North America, North of the Mexican Plateau*. Ithaca: Cornell University Press.
- Clausen RT. 1977. Biennial species of *Sedum* of the Sierra Madre Occidental and Mexican Plateau. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **104**: 209-217. DOI: <https://doi.org/10.2307/2484300>
- Clausen RT. 1978. *Sedum*-Seven Mexican perennial species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **105**: 214-223. DOI: <https://doi.org/10.2307/2484117>
- Clausen RT. 1979. *Sedum* in six areas of the Mexican Cordilleran Plateau. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **106**: 205-216. DOI: <https://doi.org/10.2307/2484556>
- Cuevas-Guzmán R, Pérez-Calix E, Carrillo-Reyes P. 2022. *Sedum dormiens* (Crassulaceae, Sempervivoideae, Sedeae): a new species from the Sierra de Manantlán, Mexico. *Phytotaxa* **530**: 77-85. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.530.1.6>
- Gamiz E. 1948. *Monografía de la nación tepehuana que habita en la región sur del estado de Durango*. DF, México: Ediciones Gamiz.
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Tena-Flores J, González-Elizondo MS, González-Elizondo M, Ruacho-González L, López-Enríquez IL, Retana-Rentería FI, Tena-Flores JA. 2012. Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental. In: Gottfried GJ, Ffolliott PF, Gebow BS, Eskew LG, Collins LC, eds. *Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and management of the Madrean Archipelago III*. Tucson: Proceedings RMRS-P-67. US: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, pp. 204-211.
- González-Elizondo MS, González-Elizondo M, López-Enríquez IL, Tena-Flores JA, González-Gallegos JG, Ruacho-González L, Melgoza-Castillo A, Villarreal-Quintanilla JA, Estrada-Castillón AE. 2017. Diagnóstico del conocimiento taxonómico y florístico de las plantas vasculares del norte de México. *Botanical Sciences* **95**: 760-779. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1865>
- Gries C, Gilbert EE, Franz NM. 2014. Symbiota - A virtual platform for creating voucher-based biodiversity information communities. *Biodiversity Data Journal* **2**: e1114. DOI: <https://doi.org/10.3897/BDJ.2.e1114>
- IBUNAM. 2022. *Sedum*. Ejemplares de: Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM Colecciones Universitarias (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:77459> (accessed March 10, 2022).
- Kimnach M. 1978. *Sedum suaveolens*, a remarkable new species from Durango, Mexico. *Cactus and Succulent Journal* **50**: 3-7.
- Kimnach M. 1996. *Sedum copalense*, a new species from Sinaloa, Mexico. *Cactus and Succulent Journal* **68**: 241-244.
- Metzger J, Kimnach M. 2004. *Sedum raramuri* (Crassulaceae), a new species from Chihuahua, Mexico. *Haseltonia* **10**: 83-86.
- Meyrán J, López L. 2003. *Las crasuláceas de México*. Ciudad de México: Sociedad Mexicana de Cactología A.C.
- Pérez-Calix E. 2016. *Sedum pyriseminum* (Crassulaceae), a morphologically remarkable new annual species from the state of Durango, Mexico. *Phytotaxa* **255**: 297-300. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.255.3.13>
- Reyes-Santiago J, González-Zorzano O, Etter J. 2012. *Sedum kristenii* (Crassulaceae), a new species from Durango, Mexico. *Haseltonia* **18**: 48-51. DOI: <https://doi.org/10.2985/026.018.0106>
- Reyes-Santiago J, Etter J, Kristen M. 2015. *Sedum piactilaense* (Crassulaceae), a new species from Durango, México. *Haseltonia* **20**: 58-63. DOI: <https://doi.org/10.2985/026.020.0110>

- Reyes-Santiago J, Etter J, Kristen M. 2017. *Sedum sinforosanum* (Crassulaceae), a new species from the state of Chihuahua, Mexico. *Cactus and Succulent Journal* **89**: 166-170. DOI: <http://dx.doi.org/10.2985/015.089.0404>
- Rodríguez A, Castro-Castro A, Vargas-Amado G, Vargas-Ponce O, Zamora-Tavares P, González-Gallegos J, Carrillo-Reyes P, Anguiano-Constante M, Carrasco-Ortiz M, García-Martínez M, Gutiérrez-Rodríguez B, Aragón-Parada J, Valdes-Ibarra C, Munguía-Lino G. 2018. Richness, geographic distribution patterns, and areas of endemism of selected angiosperm groups in Mexico. *Journal of Systematics and Evolution* **56**: 537-549. DOI: <https://doi.org/10.1111/jse.12457>
- Salinas-Rodríguez MM, Hernández-Sandoval L, Carrillo-Reyes P, Castillo-Gómez HA, Castro-Castro A, Estrada-Castillón E, Figueroa-Martínez DS, Gómez-Escamilla IN, González-Elizondo M, Gutiérrez-Ortega JS, Hernández-Rendón J, Munguía-Lino G, De-Nova JA, Ortíz-Brunel JP, Rubio-Méndez G, Ruíz-Sánchez E, Sánchez-Sánchez C, Sandoval-Mata TN, Soltero-Quintana R, Steinmann V, Valencia-A S, Zamudio-Ruiz S. 2021. Diversidad de plantas vasculares de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, México. *Botanical Sciences* **100**: 469-492. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2864>
- Simpson MG. 2006. *Plant systematics*. Massachusetts: Elsevier Academic Press. ISBN: 0-12-644460-9
- Thiede J. 1995. Quantitative phytogeography, species richness, and evolution of American Crassulaceae. In: 't Hart H, Egli U, eds. *Evolution and systematics of the Crassulaceae*. Leiden: Backhuys Publishers, pp. 89-123.
- 't Hart H, Bleij B. 2003. *Sedum*. In: Egli U, ed. *Illustrated handbook of succulent plants Crassulaceae*. Berlín: Springer, pp. 235-332. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55874-0>
- Thiers B. 2022. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. Nueva York: New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (accessed February 1, 2022).
- UICN. 2022. Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15. Standards and Petitions Committee. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> (accessed February 1, 2022).
- Vázquez-García JA, Cházaro MJ, Nieves G, Vargas-Rodríguez YL, Vázquez M, Flores A. 2004. *Flora del norte de Jalisco y etnobotánica huichola*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. ISBN: 970-27-0592-4
- 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>
- Wieczorek J. 2001. *Georeferencing guidelines*. Universidad de California. <http://manis-net.org/GeorefGuide.html> (accessed February 1, 2022).

Editor de sección: Hilda Flores Olvera

Contribución de autores: ACC, HAG, JGGG y NLPL, escribieron la primera versión del manuscrito, analizaron especímenes y compilaron, analizaron bases de datos y realizaron mapas de distribución; MAGB y EIRA, realizaron el trabajo de campo y contribuyeron a las versiones posteriores del manuscrito.