



Graptopetalum irmasoniae (Crassulaceae), una especie nueva de Oaxaca, México, y lectotipificación de *G. macdougallii*

Graptopetalum irmasoniae (Crassulaceae), a new species from Oaxaca, Mexico, and lectotypification of *G. macdougallii*

Abisaí Josué García-Mendoza¹ , Daniel Sandoval Gutiérrez^{1,2} , Abigail López Santiago³ , Emmanuel Pérez-Calix^{4,5} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: *Graptopetalum* es un género americano con 22 especies, que tiene su distribución principal en México. En una colección de plantas originarias del municipio San Juan Teita, distrito de Tlaxiaco, Oaxaca, se localizó una nueva especie para la ciencia de este género. Se plantearon como objetivos describirla, ilustrarla y compararla morfológicamente con *G. macdougallii*, que se considera la especie más afín. Además, se presenta un mapa de la distribución de ambas y se propone un lectotipo para *G. macdougallii*.

Métodos: A partir de colectas, revisión de literatura especializada y estudio de ejemplares de herbario en físico y virtuales, se propone una especie nueva de *Graptopetalum*. Se elaboró su descripción morfológica, una ilustración, un mapa de distribución y se comparó con la especie que presenta mayor semejanza. Se evalúo su estado de conservación de acuerdo con las categorías y criterios de la Lista Roja de la IUCN.

Resultados clave: Se describe e ilustra *Graptopetalum irmasoniae*, especie del subgénero *Graptopetalum*, sección *Graptopetalum*, serie *Stoloniferae*. Muestra similitudes con *G. macdougallii*, de la que se diferencia por el diámetro mayor de la roseta, largo de los estolones, número, tamaño y forma de las hojas e inflorescencia, así como por el tamaño de los segmentos de la corola y el tipo de hábitat. La distribución limitada, bajo número poblacional y fragilidad del hábitat la ubican como especie en Peligro Crítico (CR). Se presenta el mapa de distribución de ambas especies y se lectotipifica a *G. macdougallii*.

Conclusiones: *Graptopetalum irmasoniae* es una especie microendémica del estado Oaxaca, México, donde se desarrolla sobre afloramientos de yeso. Es la cuarta especie de la familia en México que se describe para este tipo de suelo y dada la fragilidad de su hábitat, requiere especial atención para conservarla en el corto plazo.

Palabras clave: endemismo, estado de conservación, gipsófila, serie *Stoloniferae*, Sierra Madre del Sur.

Abstract:

Background and Aims: *Graptopetalum* is an American genus with 22 species, which has its main distribution in Mexico. From collections made in the municipality of San Juan Teita, district of Tlaxiaco, Oaxaca, a new species for science of this genus was located. Hence, the objectives were to describe and illustrate it, and compare its morphology with *G. macdougallii*, which is considered its most closely related species. In addition, a map of the distribution of both species is presented, and a lectotype is proposed for *G. macdougallii*.

Methods: Based on collections, review of specialized literature and study of physical and virtual herbarium specimens, a new species of *Graptopetalum* is proposed. Its morphological description, an illustration, and a distribution map were elaborated, and it was compared with the species that presents the greatest similarity. Its conservation status was evaluated according to the categories and criteria of the IUCN Red List.

Key results: *Graptopetalum irmasoniae*, species of the subgenus *Graptopetalum*, section *Graptopetalum*, series *Stoloniferae*, is described and illustrated. It shows similarities with *G. macdougallii*, from which it differs by the larger diameter of the rosette, length of the stolons, number, size and shape of the leaves and inflorescence, as well as by the length of the corolla segments and the type of habitat. The new species is Critically Endangered (CR) because of its limited distribution, low population numbers and habitat fragility. The distribution map of both species is presented, and *G. macdougallii* is lectotyped.

Conclusions: *Graptopetalum irmasoniae* is a microendemic species of the state of Oaxaca, Mexico, where it grows on gypsum outcrops. It is the fourth species of the family in Mexico that is described from this type of soil and given the fragility of its habitat, special attention is required to preserve it in the short term.

Key words: conservation status, endemism, gypsophyte, Sierra Madre del Sur, *Stoloniferae* series.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Jardín Botánico, Tercer circuito exterior de Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Cd. Mx., México.

²Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias Biológicas, Unidad de Posgrado, Edificio D, 1º Piso, Circuito de Posgrados, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Cd. Mx., México.

³Artículo 123 s/n, 69895 San Juan Teita, distrito Tlaxiaco, Oaxaca, México.

⁴Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Avenida Lázaro Cárdenas 253, Col. Centro, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

⁵Autor para la correspondencia: emmanuel.perezcalix@inecol.mx

Recibido: 11 de septiembre de 2023.

Revisado: 4 de octubre de 2023.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 6 de noviembre de 2023.

Publicado Primero en línea: 29 de noviembre de 2023.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 130 (2023).

Citar como: García-Mendoza, A. J., D. Sandoval Gutiérrez, A. López Santiago y E. Pérez-Calix. 2023. *Graptopetalum irmasoniae* (Crassulaceae), una especie nueva de Oaxaca, México, y lectotipificación de *G. macdougallii*. Acta Botanica Mexicana 130: e2253.

DOI: <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2253>



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

Graptopetalum Rose (1911) es un género de la familia Crassulaceae del orden Saxifragales (Thiede, 2003; Acevedo-Rosas et al., 2004a; APG IV, 2016; Chang et al., 2021). Está conformado por plantas suculentas, caulescentes o acaulescentes, con hojas suculentas, arregladas en rosetas basales o aglomeradas en el ápice de las ramas; en el caso de las que presentan tallos definidos, estos son colgantes o, a veces, erguidos; sus flores están dispuestas en inflorescencias paniculadas en las axilas de las hojas, pétalos soldados en sus bases formando un tubo, lóbulos extendidos en la antesis, blanquecinos, verdosos o amarillentos, con manchas rojizas a marrones que forman bandas a través de los lóbulos, más densas hacia las puntas y a menudo confluentes; los estambres son erectos al inicio de la antesis y posteriormente recurvados; las flores, por lo general, desprenden un olor fétido (Uhl, 1970; Meyrán y López, 2003; Thiede y Eggli, 2007).

En *Graptopetalum* se agrupan 22 especies (Etter et al., 2022; Vázquez-García et al., 2022), que se distribuyen del suroeste de los Estados Unidos de América (centro y sur de Arizona) al sur de México, en el estado de Oaxaca (Thiede y Eggli, 2007). Solo dos especies se han registrado fuera de los límites políticos de México: *Graptopetalum bartramii* Rose y *G. rusbyi* (Greene) Rose (Vega Aviña et al., 2019(2020)). La mayoría de los taxa son microendémicos, pues 13 de los 22 se conocen solo de la localidad donde se colectó el tipo. Los miembros del género se han registrado de ambientes semiáridos, aunque también de bosques tropicales subhúmedos y templados (Acevedo-Rosas et al., 2004b), encontrándose usualmente en lugares inaccesibles sobre colinas rocosas o paredes de barrancos en paredes de rocas en montañas y cañones de ríos (Acevedo-Rosas y Cházaro, 2003).

Oaxaca es el estado mexicano que alberga la mayor cantidad de especies de crasuláceas, lo que se relaciona con un alto grado de endemismo (Pérez-Calix y Franco-Martínez, 2004). En este sentido, se han reconocido en la literatura las siguientes cifras: Pérez-Calix y Franco-Martínez (2004), 82 especies, de las que 39 (47.5%) presentan distribución restringida al estado; años después Pérez-Calix (2012), 94, de las cuales 46 (48.9%) son endémicas; finalmente, Villa-señor (2016), 111 especies y 44 (39.6%) endemismos. A pesar de esta diversidad, solo se han registrado dos especies

de *Graptopetalum* en Oaxaca: *G. grande* Alexander (1956) que se distribuye en Guerrero y Oaxaca, y *G. macdougallii* Alexander (1940), que se caracteriza por ser un microendemismo aislado, que es el punto más sureño en la distribución del género (Thiede, 2003; Pérez-Calix y Franco-Martínez, 2004).

Durante diversas exploraciones botánicas en Oaxaca orientadas a la actualización del inventario florístico del estado, en una región de laderas yesosas en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, municipio San Juan Teita, se descubrieron dos poblaciones de plantas del género *Graptopetalum*. Después de varios intentos por asignarle nombre específico con la literatura especializada de la familia y del género, así como de una comparación minuciosa con las especies conocidas, se concluyó que no se ubicaba en ninguna de ellas. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es nombrar, describir e ilustrar este nuevo taxón, señalar su distribución geográfica y proponer su estado de conservación; asimismo, designar un lectotipo para *Graptopetalum macdougallii* que se considera la especie más afín.

Materiales y Métodos

En enero, febrero y diciembre de 2019, se recolectaron plantas en floración de *Graptopetalum* sp. en poblaciones localizadas en el municipio San Juan Teita, distrito de Tlaxiaco, Oaxaca, México. Las muestras fueron herborizadas en el laboratorio, de acuerdo con la propuesta de Gutiérrez-Salazar y García-Mendoza (2000). Posteriormente, el primer juego de ejemplares se depositó en el herbario MEXU y los duplicados serán enviados a los herbarios IBUG, IEB, y OAX (acrónimos de acuerdo con Thiers, 2023).

Para su identificación se utilizó literatura especializada (Meyrán y López, 2003; Thiede, 2003; Byalt, 2012; Vega-Aviña et al., 2019(2020); Etter et al., 2022; Vázquez-García et al., 2022), se consultó el portal virtual del herbario NY (New York Botanical Garden) (NYBG, 2023) y el repositorio JSTOR Global Plants (JSTOR, 2022). Además, se revisaron ejemplares de los herbarios IEB y MEXU (acrónimos de acuerdo con Thiers, 2023). Dado que los especímenes no correspondían con ninguna de las especies publicadas anteriormente, se realizó una descripción taxonómica.

Considerando que en las plantas suculentas deshidratadas es difícil analizar algunos caracteres importantes para



su circunscripción y comparación morfológica, la descripción se basó principalmente en plantas vivas. Estas fueron analizadas antes de su herborización y descritas siguiendo el formato sugerido por Radford et al. (1974), con ligeras modificaciones. Se preparó un cuadro comparativo con *Graptopetalum macdougallii*, que se consideró la especie más cercana morfológicamente. Además, se elaboró una ilustración científica y se prepararon láminas fotográficas. El mapa de distribución de las especies se generó utilizando el software ArcMap v. 10.2.2 (ESRI, 2014).

Se evaluó el estado de conservación de la especie nueva, de acuerdo con los criterios de la IUCN (2022). Para ello, se estimó el área de ocupación (AOO) en función de las características de las poblaciones silvestres y sus tendencias, las condiciones del hábitat y los factores de amenaza.

Resultados

Graptopetalum irmasoniae García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval, sp. nov., Figs. 1, 2.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, distrito Tlaxiaco, municipio San Juan Teita, *Toto taria*, 1 km SE de San Juan Teita, 1459 m, matorral xerófilo, ladera rocosa, suelo yesoso, 27.XI.2019, A. López Santiago e I. Santiago Cruz 599 (holotipo: MEXU!, isotipos: IBUG!, IEB!, MEXU!, OAX! Por distribuirse).

Graptopetalum irmasoniae is morphologically close to *G. macdougallii*; however, it differs from the latter in its rosette of 8-12 cm diameter (vs. 3-7 cm); leaves 6.5-10.6 × 1.9-2.6 cm (vs. (1.2-)2.5-3.5 × (0.5-)0.8-1.5 cm), oblongs (vs. oblong-ovovate); inflorescence 21.5-27 cm long (vs. 3-8.2 cm); cincinnus flowers 4-5 (vs. 1(-3)), corolla segments 7-8 × 2.5-3 mm (vs. 7-15 × 2-3 mm).

Hierbas cespitosas, acaulescentes, arrosetadas; estolones 1(-2), 15-25 cm de largo, basales, laterales, con una roseta apical que tiende a una vida independiente; rosetas acaules, 8-12 cm de diámetro; hojas 35-50 por planta, 6.5-10.6 × 1.9-2.6 cm, oblongas, ápice agudo-acuminado, planas en el haz, ligeramente convexo-aquilladas en el envés, pruinosas, crasas en la época de lluvia, deshidratadas y

membranáceas en la época seca; hojas de los estolones 4.2 × 1 cm, oblongas; inflorescencia en panícula, 1 por planta, axilar, 21.5-27 cm de largo, 5-8 cincinos, con 4-5 flores cada uno; brácteas del pedúnculo 2.3-3 × 0.6-0.7 cm, oblongas o lanceoladas, ápice agudo, espolonadas en la base; pedicelos 5-6 mm de largo; flores radialmente simétricas, cálix sinsépalo, tubo ca. 2 mm de largo, segmentos 6.5 × 3 mm, oblongo-ovados, ápice agudo-acuminado, suculentos, verdosos, pruinosos; corola gamopétala, diámetro 1.6 cm, tubo ca. 2-3 mm de largo, lóbulos de los segmentos 7-8 × 2.5-3 mm, oblongo-lanceolados, ápice agudo-acuminado, base jaspeada de rojo, seguida por una banda amarillenta y la mitad distal roja, nectarios ca. 1 mm de ancho, blanquecinos, estambres 10, 5 opuestos a los pétalos, 5 alternos, los primeros adnados cerca de la boca del tubo de la corola, filamentos ca. 3 mm de largo, los segundos libres desde su base, filamentos ca. 6 mm de largo, blanquecinos, ovarios 6-7.5 mm de largo, prismáticos, estilos 1-2 mm de largo; folículos 5, 6.5-7.5 × 4-5 mm, blanquecinos, semillas 0.2-0.4 × 0.1-0.15 mm, oblongas, pardo-amarillentas.

Distribución y hábitat: *Graptopetalum irmasoniae* es endémica del estado de Oaxaca. Se conoce únicamente del municipio San Juan Teita, a lo largo de laderas rocosas con yesos, en una franja altitudinal de 1200-1800 m. Forma parte del matorral xerófilo con *Agave gypsicola* García-Mend. & D. Sandoval, *Calochortus multicolor* García-Mend., D. Sandoval & Chávez-Rendón, *Cephalocereus parvispinus* S. Arias, H.J. Tapia & U. Guzmán, *Echeveria macdougallii* E. Walther, *Mixtecalia teitaensis* Redonda-Mart., García-Mend. & D. Sandoval, *Pinguicula heterophylla* Benth., *Selaginella lepidophylla* (Hook. & Grev.) Spring y *Xochiquetzallia magnifolia* García-Mend. & J. Gut.

Fenología: florece de noviembre a febrero y fructifica de diciembre a febrero.

Etimología: el nombre de la especie se dedica a la Biól. Irma Sonia Franco Martínez, botánica mexicana que ha contribuido al conocimiento de la diversidad florística de México y en particular a la del estado de Oaxaca, ya sea con su apoyo en las colectas, con entrevistas etnobotánicas o



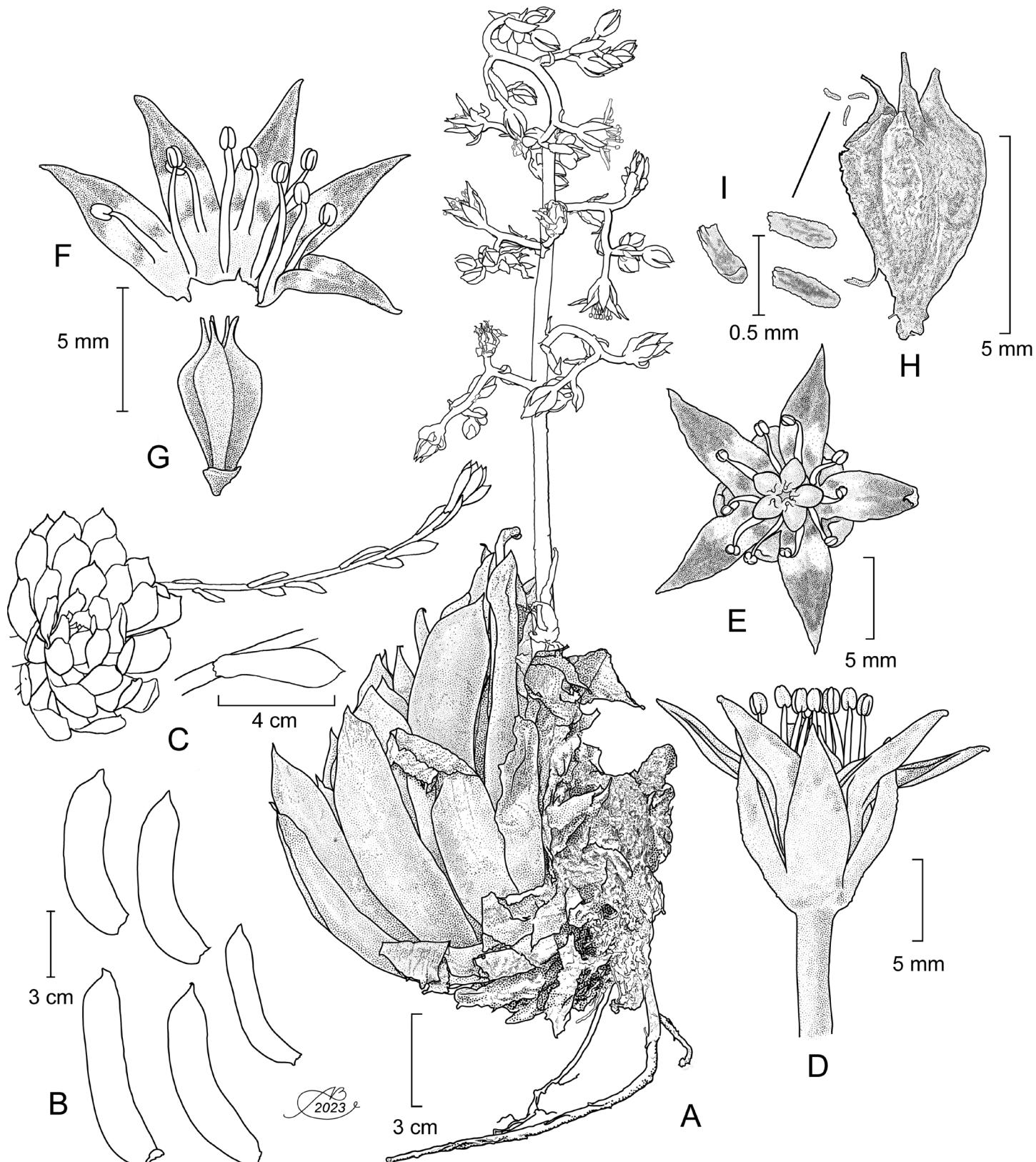


Figura 1: *Graptopetalum irmasoniae* García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval. A. hábito; B. siluetas de hojas de la roseta; C. detalle de una roseta con estolón y de una hoja del estolón; D. flor en vista lateral; E. flor en vista superior; F. disección de una flor; G. gineceo; H. fruto; I. semillas. Ilustración por Alfonso Barbosa García con base en A. López Santiago e I. Santiago Cruz 599 (IBUG, IEB, MEXU, OAX).

por medio de la descripción de organismos vegetales. Sirva este reconocimiento para impulsar la comprensión de uno de sus grupos favoritos de plantas en el país.

Estado de conservación: *Graptopetalum irmasoniae* se conoce únicamente de un área reducida en las cercanías del poblado San Juan Teita. Es extremadamente escasa, crece en sitios aislados, escarpados y abiertos; su hábitat se restringe a afloramientos yesosos. Por ello, de acuerdo con Mota et al. (2016) se considera una gipsófila estricta. Ese hábitat es altamente susceptible a procesos antrópicos como la desertificación o el cambio climático (León-Sánchez, 2016). Su área de ocupación (AOO) se calculó como 4 km². Su reproducción sexual ocurre en invierno, cuando es posible encontrar algunos individuos con flores; sin embargo, la reproducción vegetativa por medio de estolones es predominante. Durante el estudio se ubicaron solo dos poblaciones, cada una con menos de 30 individuos. Es probable que *G. irmasoniae* enfrente procesos de endogamia por autocruzamiento, fenómeno que se ha descrito en especies del género *Echeveria* DC. (Álvarez-Álvarez et al., 2021). Debido a su distribución restringida, especialización de hábitat, número extremadamente bajo de individuos reproductivos (<50), al riesgo de que sufra una recolecta intensa y saqueo para el comercio ilegal, como sucede con diversas crasuláceas (Pérez-Calix y Franco-Martínez, 2004), se propone que *G. irmasoniae* se ubique en la categoría En Peligro Crítico (CR), ya que la totalidad de sus poblaciones conocidas pueden verse afectadas seriamente en el corto plazo y estar expuesta a un proceso de extinción (IUCN, 2022).

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Oaxaca, distrito Tlaxiaco, municipio San Juan Teita, *Xe kava ndodoo* (al pie de la peña alta), 5 km NE de San Juan Teita, 1425 m, matorral xerófilo, 17.I.2019, A. López Santiago y K. López Santiago 371 (MEXU); *Xe kava ndodoo* (al pie de la peña alta), 5 km NE de San Juan Teita, 1425 m, matorral xerófilo, 3.II.2019, A. López Santiago e I. Santiago Cruz 376 (MEXU).

Comentarios taxonómicos: *Graptopetalum* se considera un grupo heterogéneo en su morfología vegetativa y

complejo en sus relaciones filogenéticas (Acevedo-Rosas et al., 2004a, b). Byalt (2012), con base en iniciativas taxonómicas anteriores (Moran, 1984; Thiede, 2003), propone un sistema de clasificación infragenérico sustentado en el análisis de caracteres morfológicos y en información sobre secuenciación de ADN. Siguiendo a este autor, *Graptopetalum irmasoniae* se ubica en el subgénero *Graptopetalum* que está integrado por especies con flores diplostémónas (10 estambres en dos verticilos), a diferencia del subgénero *Glassia* V.V. Byalt con cinco estambres. *Graptopetalum irmasoniae* se sitúa en la sección *Graptopetalum* Moran (Moran, 1984), por tener hábito cespitoso, hojas arregladas en rosetas acaules o brevemente caulescentes, base foliar amplia con varias venas, ápice con un mcrón conspicuo y por ser persistentes después de marchitarse; la inflorescencia siempre emerge entre las hojas de la roseta. Finalmente, se incluye en la serie *Stoloniferae* V.V. Byalt (Byalt, 2012), que comprende plantas estoloníferas con raíz primaria delgada, flores con un estilo que se estrecha abruptamente y que mide ca. 0.5 mm de largo, cuya floración se muestra en otoño o invierno.

Graptopetalum irmasoniae es el segundo miembro de la serie *Stoloniferae*, ya que dicha serie previamente solo contenía a *G. macdougallii*. Esta última se diferencia de la primera por tener rosetas más pequeñas, menor número de hojas, estolones más cortos en mayor número y varias inflorescencias por planta (Fig. 3). También los hábitats son diferentes: mientras que *G. macdougallii* vive sobre rocas calizas, en la transición del bosque tropical estacionalmente seco hacia el bosque de encino o de pino-encino, *G. irmasoniae* crece sobre laderas con suelos yesosos en el matorral xerófilo. Las mediciones comparativas de los órganos vegetativos y reproductivos de ambas especies se presentan en el Cuadro 1. *Graptopetalum irmasoniae* es la segunda especie del género reportada como gipsófila estricta, después de *G. glassii* Acev.-Rosas & Cházaro descrita para el estado de Colima (Acevedo-Rosas y Cházaro, 2003); y la cuarta para la familia, junto con la anterior, *Echeveria subcorymbosa* Kimnach & Moran de Oaxaca y *Sedum booleanum* B.L. Turner de Nuevo León (Ortiz-Brunel et al., 2023). Esto significa un descubrimiento importante para el conocimiento de la flora gipsófila mexicana.



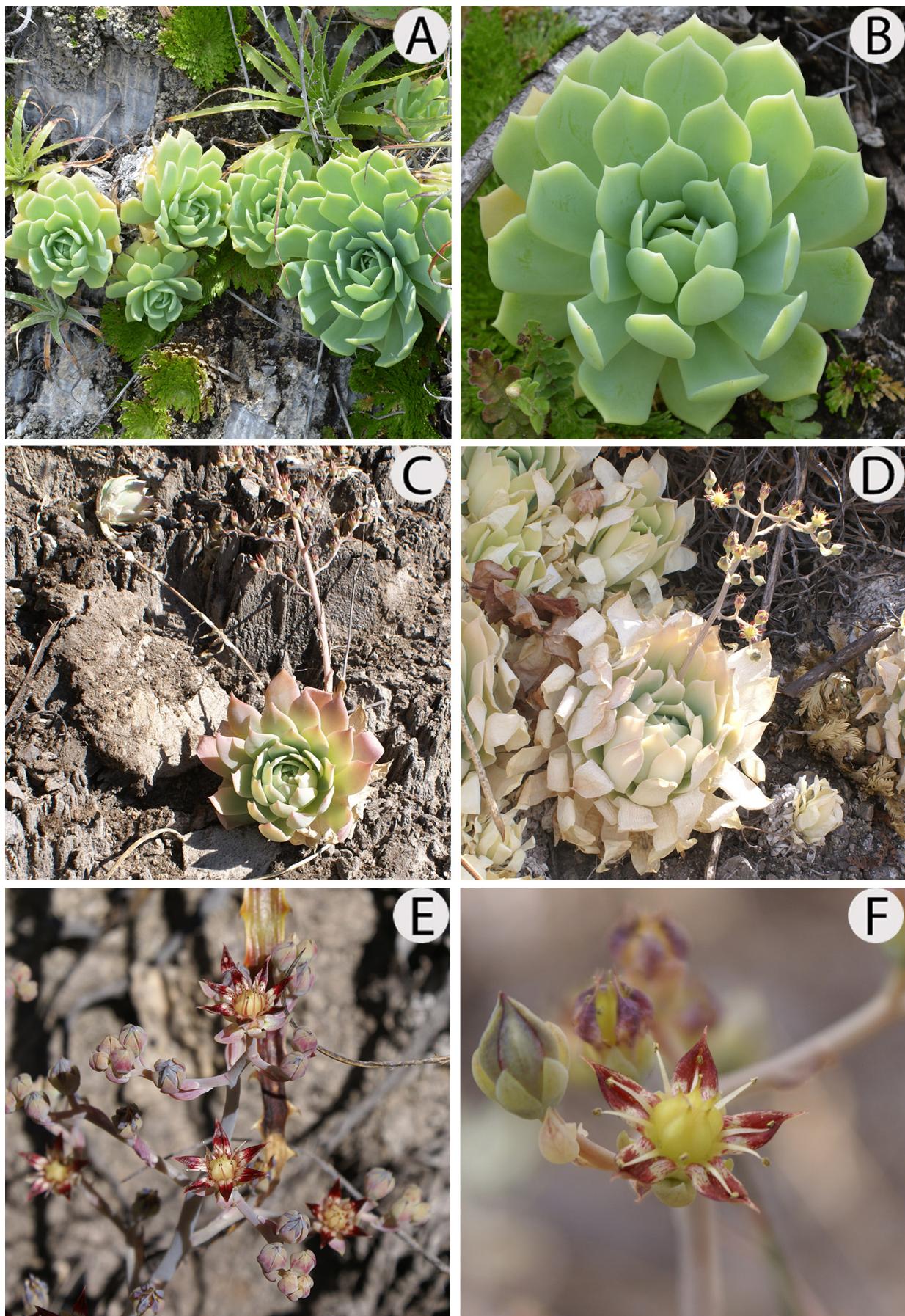


Figura 2: *Graptopetalum irmasoniae* García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval. A. hábitat; B. hábito; C-D. inflorescencia; E. cincino; F. flor.

Cuadro 1: Comparación morfológica diagnóstica de *Graptopetalum irmasoniae* García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval y *G. macdougallii* Alexander (fuentes: Alexander, 1940; Thiede, 2003 y ejemplares examinados).

Carácter	<i>G. irmasoniae</i> García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval	<i>G. macdougallii</i> Alexander
Estolones y rosetas		
Número de estolones	1(-2)	2-7(-10)
Largo de los estolones (cm)	15-25	(5-)10-15
Diámetro de la roseta (cm)	8-12	3-7
Hojas		
Número por roseta	35-50	15-20
Largo x ancho (cm)	6.5-10.6 x 1.9-2.6	(1.2-)2.5-3.5 x (0.5-)0.8-1.5
Forma	oblonga	oblongo-obovada (ligulada)
Ápice	agudo-acuminado	apiculado
Inflorescencia		
Largo (cm)	21.5-27	3-8.2
Número de flores por cincinno	4-5	1(-3)
Brácteas del pedúnculo		
Largo x ancho (cm)	2.3-3 x 0.6-0.7	0.6-1.3 x 0.3-0.5
Forma	oblonga o lanceolada	oblonga, elíptica, cuspidada
Corola		
Largo del tubo (mm)	2-3	(2-)3-4
Forma de los lóbulos	oblongo-lanceolada	ovado-lanceolada
Largo x ancho de los lóbulos (mm)	7-8 x 2.5-3	7-15 x 2-3
Ápice	agudo-acuminado	acuminado
Color	base jaspeada de rojo, seguida por una banda amarillenta y la mitad distal roja	base maculada estriada y roja en las dos terceras partes hacia la parte distal

Lectotipificación de *Graptopetalum macdougallii* Alexander

Graptopetalum macdougallii es una especie escasa en vida silvestre y poco colectada en campo. Por lo tanto, está pobremente representada en las colecciones científicas nacionales y extranjeras, aunque es frecuente como planta ornamental. Se conoce de tres ejemplares con estructuras reproductivas y vegetativas depositados en los herbarios MEXU (2) y NY (1). El ejemplar de este último fue herborizado a partir de plantas cultivadas en el Jardín Botánico de Nueva York, que probablemente corresponden a alguna de las colectas de Thomas MacDougall. Sin embargo, no está citado en el protólogo de la publicación. Al respecto, Alexander (1940) menciona: “Type collected in the state of Oaxaca, Mexico, by T. MacDougall in January, 1938, and flowered in the conservatory of the New York Botanical Garden in January, 1939. Specimen deposited in the herbarium of the

New York Botanical Garden”. Aunque se atribuye a esta institución (Alexander, 1940; Thiede, 2003), no está publicado como tal en la plataforma JSTOR (2022). En una consulta virtual al herbario NY (NYBG, 2023), se encontró un ejemplar con la siguiente información: ubicación Range, colectado por H. Swiff s.n., 15 de abril de 1940, número de accesión 78846, código de barras 03562895. Este se acompaña de un recorte de correo electrónico del 28 de abril de 2000. En él, la Curadora Emérita de NY, Jackie Kallunki, ante la ausencia del tipo, plantea la duda del origen de dicho ejemplar a Margaret Falk, vicepresidenta de Colecciones Vivas de la misma institución. Falk, después de indagar sobre la procedencia del ejemplar, señala que no existen registros actuales en su base de datos con ese número de accesión y que no hay mención de que sea el respaldo del espécimen tipo. Ante la ausencia evidente de este ejemplar, aquí se designa la figura del protólogo como el lectotipo.



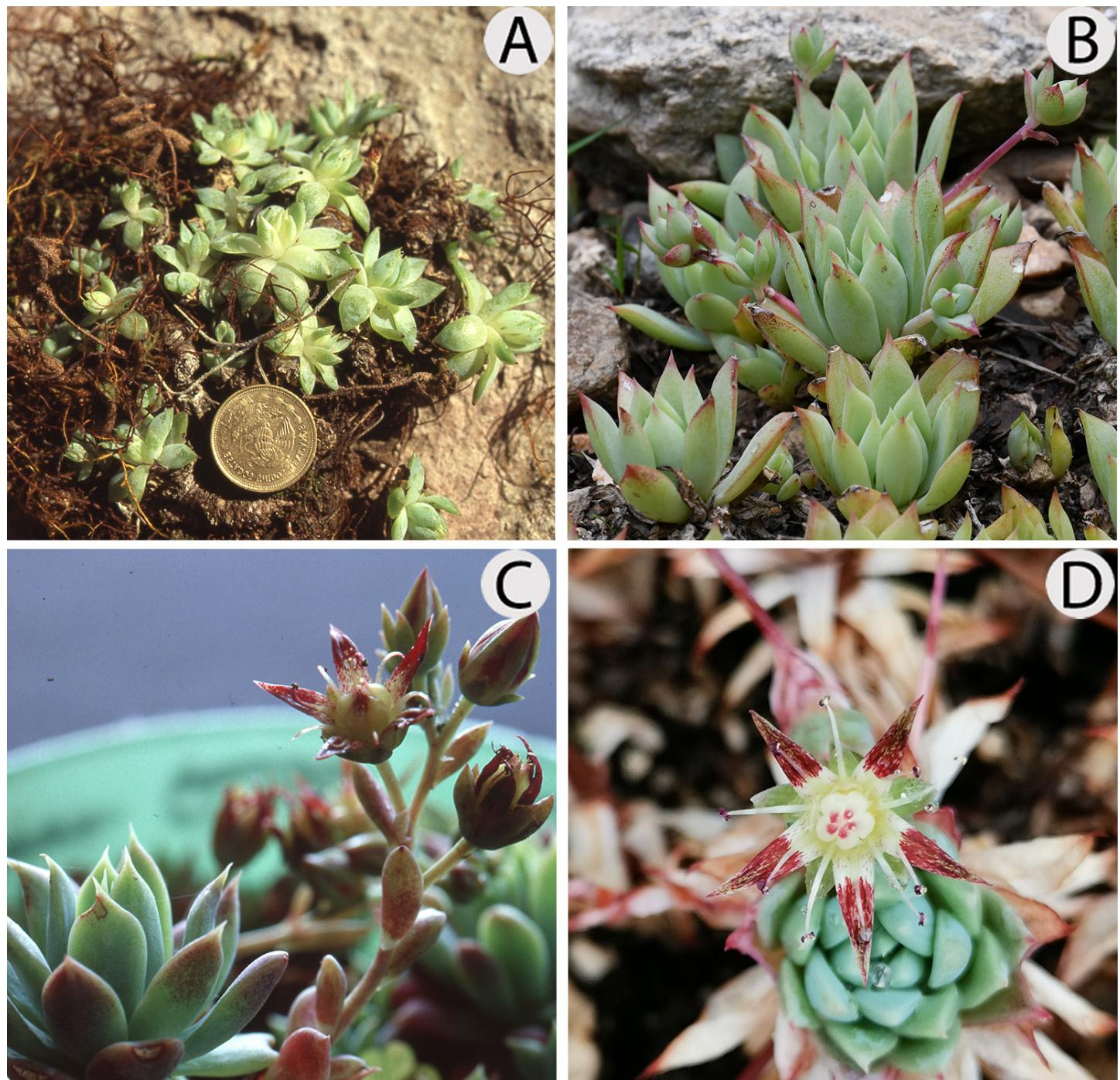


Figura 3: *Graptopetalum macdougallii* Alexander A. hábitat; B. hábito; C. inflorescencia; D. flor.

Graptopetalum macdougallii Alexander, Cact. Succ. J. (Los Angeles) 12: 161-163. 1940. Fig. 4.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, Flowered in the Conservatory of the New York Botanical Garden, January 1939, T. MacDou-

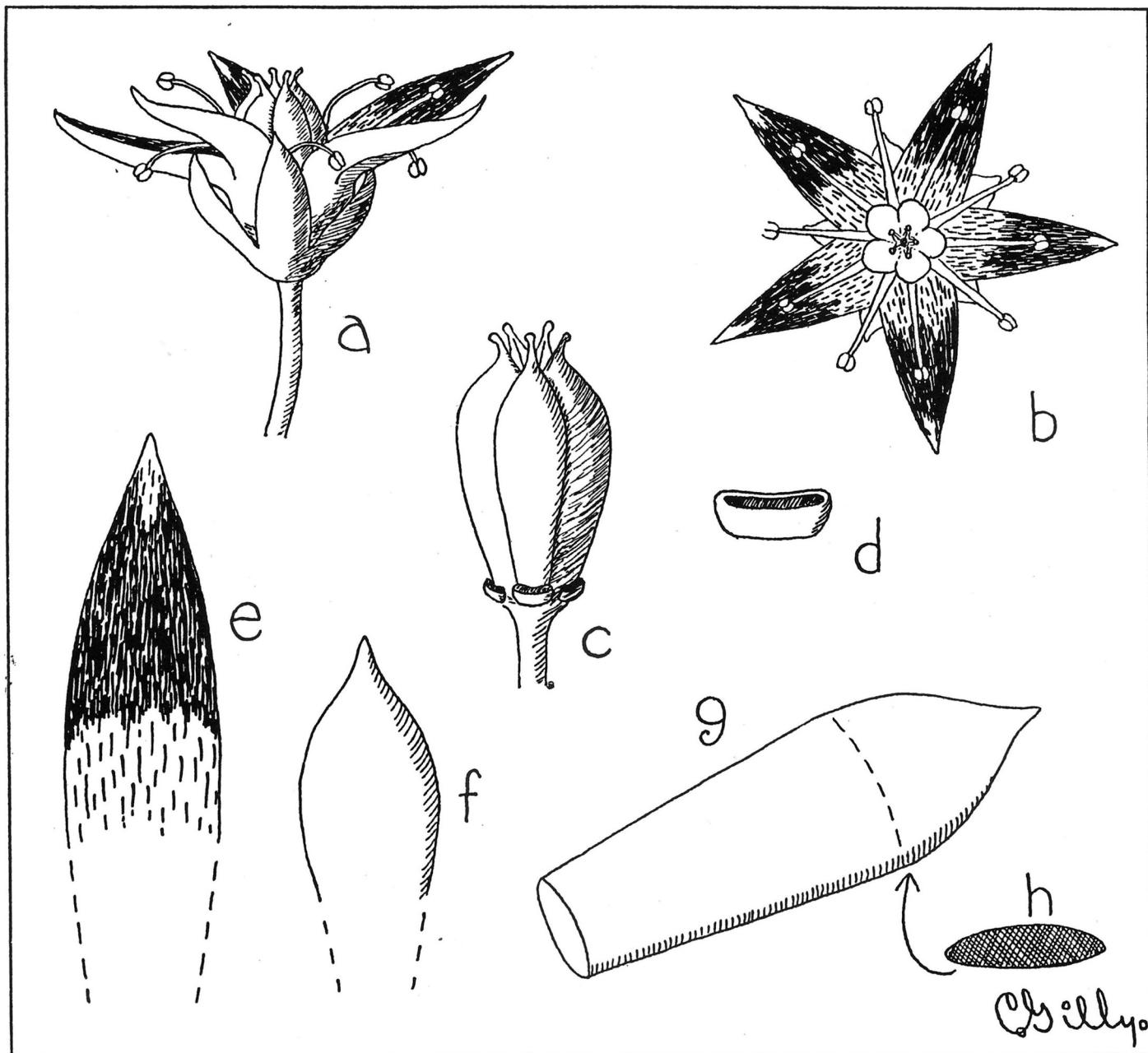
gall s.n. (lectotipo: fig. Cact. Succ. J. (Los Angeles) 12: 162. 1940, aquí designado).

Especímenes examinados: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Nueva York, New York Botanical Garden, cultiva-

ted plants, Range I, 15.IV.1940, H. Swiff s.n. (NY). MÉXICO. Oaxaca, distrito Centro, cultivada en el Jardín Etnobotánico de Oaxaca, 25.VII. 2023, A. García-Mendoza 12042 (MEXU). Distrito Tehuantepec, municipio San Miguel Tenango, ca. de Tenango, colectada en XII.1988, cultivada en el Jardín Botánico de la UNAM, 28.II.1991, A. García-Mendoza 5435 (MEXU).

Discusión

Aunque la distribución geográfica de *Graptopetalum irmasoniae* y de *G. macdougallii* se presenta en la Sierra Madre del Sur, en el estado de Oaxaca, la primera se restringe a suelos yesosos en el distrito de Tlaxiaco, en la Mixteca Alta y la segunda a suelos de origen calizo en



Graptopetalum MacDougallii. Explanation of Plate: (a) Flower x 2; (b) face view of flower x 2; (c) carpel cluster x 4; (d) nectary gland x 10; (e) petal x 4; (f) sepal x 4; (g) leaf x 2; (h) cross-section of leaf x 2.

Figura 4: Lectotipo de *Graptopetalum macdougallii* Alexander (tomado de Alexander, 1940).



varias localidades de los distritos Tehuantepec y Yautepec (Fig. 5). Por otro lado, la información biológica, ecológica y geográfica sobre *Graptopetalum macdougallii* es insuficiente. Sin embargo, MacDougall (1975) menciona de manera detallada 12 sitios en los que observó plantas de esta especie en los distritos Tehuantepec y Yautepec en el Istmo de Tehuantepec (Cuadro 2, Fig. 5). MacDougall (1975) incluso menciona una “forma grande” que no forma tapetes sobre las rocas, como la planta tipo, la cual encontró en cinco localidades. Para aclarar la nomenclatura de las plantas de estas localidades es necesario trabajo de campo exhaustivo, que está fuera del alcance de esta publicación. Finalmente, *G. macdougallii* se menciona en la categoría

En peligro de extinción (P), en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2019).

De acuerdo con Acevedo-Rosas et al. (2004a, b), la filogenia de *Graptopetalum* es compleja y sus especies no conforman un grupo monofilético, sus clados son pequeños y no todos se encuentran fuertemente soportados. Algunas especies como *Graptopetalum grande*, *G. pusillum* Rose y *G. saxifragoides* Kimnach tienen conflictos respecto a su posición filogenética. Otras como *G. fruticosum* Moran, *G. glassii*, *G. marginatum* Kimnach & Moran, *G. pentandrum* Moran y *G. superbum* (M. Kimnach) Acev.-Rosas guardan relaciones morfológicas cercanas con *Cremonophila* Rose, *Echeveria* y *Sedum* L.

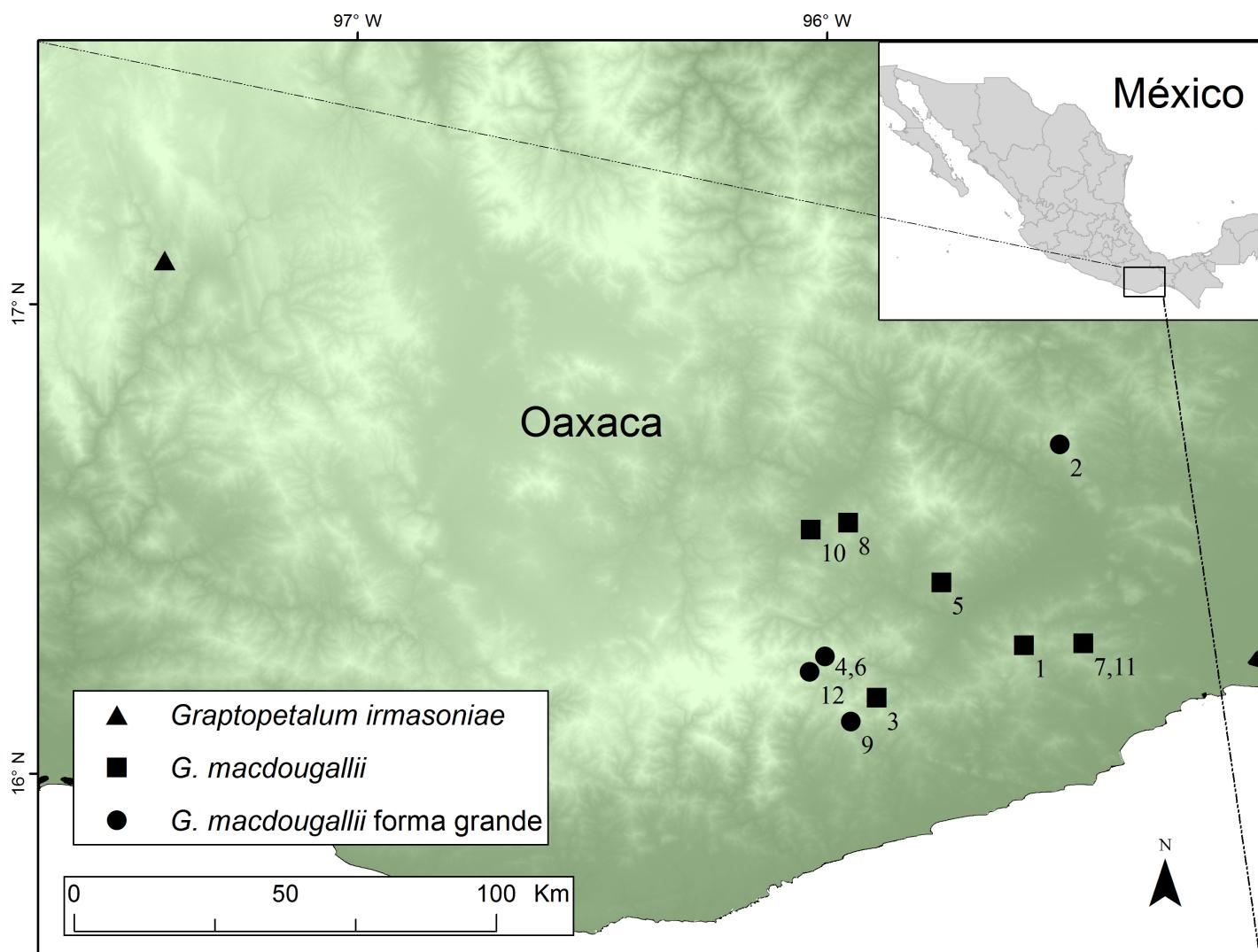


Figura 5: Distribución geográfica de *Graptopetalum irmasoniae* García-Mend., Pérez-Calix & D. Sandoval y *G. macdougallii* Alexander. Los números corresponden a las localidades mencionadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Observaciones históricas de *Graptopetalum macdougallii* Alexander en el estado de Oaxaca, México, tomadas de las notas de campo de MacDougall (1975). Se mencionan en orden cronológico, con los municipios y distritos para una mejor comprensión de las localidades. * = sitios donde MacDougall observó las plantas de mayor porte que no forman tapetes.

N.º	Fecha	Localidad	Municipio	Distrito	Vegetación	Altitud
1	4.II.1938	(San Miguel) Tenango (localidad tipo)	San Miguel Tenango	Tehuantepec	Encinos	±5000 ft (1500 m)
2*	17.I.1939	Rocas al sol, Cerro de Lachiguirí	Santiago Lachiguirí	Tehuantepec		±6400 ft (1950 m)
3	7.I.1941	(De Santa María Zapotitlán a) Santa Lucía Mecaltepec	San Carlos Yautepec	Yautepec	Pino-encino	4600 ft (1400 m)
4*	27.II.1945	Ladera de Tres Cruces (de Santo Tomás Teipan a Santo Domingo Chontecomatlán)	Santa María Ecatepec	Yautepec	-	±7000 ft (2133 m)
5	19.XII.1946	Cruzando el río Chile, Rancho Sauce, abajo del portillo (NO de Magdalena) Tequisistlán a San Pedro Jilotepec	Magdalena Tequisistlán	Tehuantepec	-	±4000 ft (1200 m)
6*	23.XI.1949	Río Grande (Santo Tomás) Teipan	Santa María Ecatepec	Yautepec	-	(2100 m)
7	28.XI.1951	Sobre rocas en cerro de Tres Cruces, arriba (S) de El Limón	Santo Domingo Tehuantepec	Tehuantepec	Encinos	±4000 ft (1200 m)
8	9.II.1952	Lado N y barranco, Cerro El Convento, Portillo de Nejapa	Nejapa de Madero	Yautepec	-	(1500 m)
9*	16.XI.1952	Cima rocosa, Cerro del Gobernador, San Pedro Mártir Sosoltepec	Santa María Ecatepec	Yautepec	Encinos	±6000 ft (?) (1828 m)
10	27.X.1955	Sitio rocoso en Llano Palacio, (San Isidro) Manteca	San Carlos Yautepec	Yautepec	Pino-encino	±4500 ft
11*	28.XII.1966	Tres Cruces, arriba de El Limón	Santo Domingo Tehuantepec	Tehuantepec	-	±4000 ft (1220 m)
12	26.II.1967	San Pedro Tepalcatepec	San Carlos Yautepec	Yautepec	-	(1900 m)

Con base en los análisis moleculares de Acevedo-

Rosas et al. (2004a) y De la Cruz-López et al. (2019), y en el carácter morfológico de androceo haplostémono, fue propuesta la segregación de las especies pertenecientes al subgénero *Glassia*, como parte del género *Quetzalcoatlia* A. Vázquez, Rosales & Padilla-Lepe (Vázquez-García et al., 2023). Sin embargo, el análisis de la diversidad genética solo está representada por tres de las seis especies transferidas, además de que la nueva circunscripción de *Graptopetalum* estaría conformada por un grupo parafilético. A falta de una mejor comprensión de la diversidad genética y morfológica del género, en este trabajo se considera pertinente conservar el criterio amplio de *Graptopetalum* para agrupar a las especies.

Contribución de autores

ALS encontró las plantas y le dio seguimiento a su fenología, toma de fotografías; además, herborizó y negoció los permisos de colecta ante las autoridades regionales. AGM y DSG realizaron las primeras indagatorias para la determinación de la especie nueva, EPC confirmó la determinación original, participó en la elaboración del cuadro 1 y supervisó la elaboración de la figura 1. AGM, DSG y EPC hicieron la descripción y comparación de la especie. DSG confeccionó las figuras 2, 3 y 5, además de la evaluación de la categoría de riesgo de la IUCN. AGM desarrolló la nota de la lectotipificación de *Graptopetalum macdougallii*. AGM y DSG elaboraron el cuadro 2. Todos los autores participaron en la redacción y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado en parte por el Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México (UNAM), para el fortalecimiento y actualización del inventario Flora de Oaxaca.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del trabajo de Maestría en Sistemática de DSG (CVU 779565), el cual fue apoyado con una beca por parte del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por lo que se agradece al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Asimismo, los autores agradecen las facilidades administrativas de las autoridades de Bienes Comunales y Municipales de San Juan Teita, Tlaxiaco, Oaxaca, quienes otorgaron los permisos requeridos para la recolecta del material vegetal. Se agradece a los curadores de los herbarios IEB y MEXU, por su ayuda para la consulta del material de la familia Crassulaceae. A Patricia Y. Mayoral Loera por la lectura crítica del manuscrito. La ilustración de la especie aquí descrita es producto de la pluma de Alfonso Barbosa García.

Literatura citada

- Acevedo-Rosas, R. y M. J. Cházaro. 2003. A new species and nomenclatural change in *Graptopetalum* (Crassulaceae). *Novon* 13(4): 377-380. DOI: <https://doi.org/10.2307/3393365>
- Acevedo-Rosas, R., K. Cameron, V. Sosa y S. Pell. 2004a. A molecular phylogenetic study of *Graptopetalum* (Crassulaceae) based on ETS, ITS, *rpl16*, and *trnL* nucleotide sequences. *American Journal of Botany* 91(7): 1099-1104. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.91.7.1099>
- Acevedo-Rosas, R., V. Sosa y F. G. Lorea. 2004b. Phylogenetic relationships and morphological patterns in *Graptopetalum* (Crassulaceae). *Brittonia* 56(2): 185-194. DOI: [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2004\)056\[0185:PRAMPI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2004)056[0185:PRAMPI]2.0.CO;2)
- Alexander, E. J. 1940. A new species of *Graptopetalum*. *Cactus and Succulent Journal* 12: 161-163.
- Alexander, E. J. 1956. Another new *Graptopetalum*. *Cactus and Succulent Journal* 28: 174-176.
- Álvarez-Álvarez, J., S. Vázquez-Santana y F. García-Campusano. 2021. Sistemas de apareamiento y de cruce en *Echeveria* *strictiflora* y *Echeveria subalpina* (Crassulaceae) para su conservación y propagación *ex situ*. *Botanical Sciences* 99(4): 807-822. DOI: <https://doi.org/10.17129/bots.2803>
- APG (Angiosperm Phylogeny Group), M. W. Chase, M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, J. W. Byng, W. S. Judd, D. E. Soltis, D. J. Mabberley, A. N. Sennikov, P. S. Soltis y P. F. Stevens. 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): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Byalt, V. V. (Бялт, В. В.). 2012. Новая система рода *Graptopetalum* Rose (Crassulaceae) (A new system of the genus *Graptopetalum* Rose (Crassulaceae)). *Новости систематики высших растений (Novitates Systematicae Plantarum Vascularium)* 43: 70-83.
- Chang, H., L. Zhang, H. Xie, J. Liu, Z. Xi y X. Xu. 2021. The Conservation of Chloroplast Genome Structure and Improved Resolution of Infrafamilial Relationships of Crassulaceae. *Frontiers in Plant Science* 12: 631884. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.631884>
- De la Cruz-López, L. E., F. Vergara-Silva, J. Reyes-Santiago, G. Espino-Ortega, P. Carrillo-Reyes y M. Kuzmina. 2019. Phylogenetic relationships of *Echeveria* (Crassulaceae) and related genera from Mexico, based on three DNA barcoding loci. *Phytotaxa* 422(1): 33-57. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.422.1.3>
- ESRI. 2014. ArcGIS Desktop: ver. 10.2.2. Environmental Systems Research Institute. Redlands, USA.
- Etter, J., J. A. Vázquez-García y C. S. Rosales-Martínez. 2022. *Graptopetalum kristenii* (subg. *Glossia*, Crassulaceae), a new haplostermonous species from Michoacán, México. *Phytotaxa* 555(2): 136-146. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.555.2.2>
- Gutiérrez-Salazar, A. y A. J. García-Mendoza. 2000. Propuesta de una técnica para herborizar plantas de la familia Crassulaceae. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 107-110. DOI: <https://doi.org/10.17129/bots.1601>
- IUCN. 2022. The International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species, ver. 2020.3. <http://www.iucnredlist.org/> (consultado mayo de 2023).
- JSTOR. 2022. JSTOR Global Plants. <https://plants.jstor.org/collection/TYPSPE> (consultado enero de 2023).



- León-Sánchez, M. G. 2016. Effects of climate change on native plant communities in semiarid gypsum ecosystems. Tesis de doctorado. Universidad de Granada. Granada, España. 220 pp.
- MacDougall, T. 1975. Plant exploration in the states of Oaxaca and Chiapas. The cactus and succulent field notes of Tom MacDougall, 1936-1971. Santa Barbara, EUA. 58 pp.
- Meyrán, J. y L. López. 2003. Las crasuláceas de México. Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. México, D.F., México. Pp. 100-108.
- Moran, R. 1984. *Graptopetalum rusbyi* (Greene) Rose and *G. occidentale* Rose (Crassulaceae). Cactus and Succulent Journal 56(4): 169-176.
- Mota, J. F., J. A. Garrido-Becerra, F. J. Pérez-García, E. Salmerón-Sánchez, P. Sánchez-Gómez y E. Merlo. 2016. Conceptual baseline for a global checklist of gypsophytes. Lazaroa 37: 7-30. DOI: <https://doi.org/10.5209/LAZA.54044>
- NYBG. 2023. The New York Botanical Garden, Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/> (consultado enero de 2023).
- Ortiz-Brunel, J. P., H. Ochoterena, M. J. Moore, J. Aragón-Parada, J. Flores, G. Munguía-Lino, A. Rodríguez, M. M. Salinas-Rodríguez y H. Flores-Olvera. 2023. Patterns of Richness and Endemism in the Gypsicolous Flora of Mexico. Diversity 15(4): 1-17. DOI: <https://doi.org/10.3390/d15040522>
- Pérez-Calix, E. 2012. Crassulaceae J.St.-Hill. In: García-Mendoza, A. J. y J. A. Meave (eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies), 2a ed. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. México, D.F., México. Pp. 213-215.
- Pérez-Calix, E. e I. S. Franco-Martínez. 2004. Crasuláceas. In: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Biodiversidad-World Wildlife Fund. México, D.F., México. Pp. 209-218.
- Radford, A. E., W. C. Dickison, J. R. Massey y C. R. Bell. 1974. Vascular plant Systematics. Harper and Row Publishers. New York, USA. <http://www.ibiblio.org/botnet/glossary/> (consultado mayo de 2023).
- Rose, J. N. 1911. *Graptopetalum*, a new genus. Contributions from the United States National Herbarium 13(9): 296-298.
- SEMARNAT. 2019. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019 (consultado mayo de 2023)
- Thiede, J. 2003. *Graptopetalum*. In: Eggli, U. (ed.). Illustrated handbook of succulent plants, Vol. VI, Crassulaceae. Springer. Berlin/Heidelberg, Alemania. Pp. 128-134. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-55874-0_2
- Thiede, J. y U. Eggli. 2007. Crassulaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). The families and genera of vascular plants, Vol. 9. Springer. Hamburgo, Alemania. Pp. 83-118. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-32219-1_12
- Thiers, B. 2023-updated continuously. Index Herbariorum, a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. New York, USA. <http://sweetgum.nybg.org/ih> (consultado junio de 2023).
- Uhl, C. H. 1970. Chromosomes of *Graptopetalum* and *Thompsonella* (Crassulaceae). American Journal of Botany 57(9): 1115-1121. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1970.tb09915.x>
- Vázquez-García, J. A., C. S. Rosales-Martínez y R. Acevedo-Rosas. 2022. *Graptopetalum trujilloi* (Crassulaceae), a new haplostemonous and critically endangered species endemic to western Mexico: comments on taxa of subg. *Glossia*. Phytotaxa 532(3): 275-287. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.532.3.5>
- Vázquez-García, J. A., J. Padilla-Lepe, C. S. Rosales-Martínez, J. Reyes Santiago, M. A. Islas Luna y T. S. Cochrane. 2023. *Chazaroa* y *Quetzalcoatlia*, dos géneros nuevos segregados respectivamente de *Echeveria* y *Graptopetalum* (Crassulaceae, Saxifragales). Boletín Nakari 34(2): 37-43.



Vega-Aviña, R., F. Delgado-Vargas y J. F. Pío-León. 2019(2020). *Graptopetalum sinaloensis* (Crassulaceae), una nueva especie de Sinaloa, México. *Acta Botanica Mexicana* 127: e1550. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm127.2020.1550>

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>

