



Acta Botanica
Mexicana

Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México

Four new species of *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) from southern Mexico

Abisai Josué García-Mendoza^{1,2} , Irma Sonia Franco Martínez¹ , Daniel Sandoval Gutiérrez¹ 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: El género *Agave* está conformado por 159 especies, es el octavo más diverso de la flora mexicana. En este trabajo se describen cuatro especies nuevas para la ciencia, resultado de la exploración de áreas poco conocidas desde un punto de vista botánico en el sur de México.

Métodos: Como resultado de trabajo de campo y de herbario en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, se encontraron poblaciones de agaves cuyas características morfológicas no corresponden con especies descritas con anterioridad, por lo que después de un análisis morfológico y una revisión bibliográfica se describen formalmente. El estado de conservación se evaluó con base en los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el método propuesto por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Resultados clave: Se describen e ilustran *Agave lyobaa*, del subgénero *Agave* grupo *Ditepalae*, y tres especies del subgénero *Littaea*, *A. gypsicola* del grupo *Choritepalae* y *A. quiotepecensis* y *A. megalodonta* del grupo *Marginatae*. Para cada una se proporciona información sobre su distribución, hábitat, fenología, posibles relaciones morfológicas con otras especies del género y usos. Según los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuatro especies se proponen en la categoría amenazada (A). De acuerdo con el método propuesto por la IUCN, las dos primeras especies se encuentran en la categoría En Peligro (EN) y las dos últimas como Casi Amenazada (NT).

Conclusiones: Se describen cuatro especies endémicas de México, distribuidas en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla; todas ellas con poblaciones vulnerables que requieren acciones prioritarias de conservación.

Palabras clave: biodiversidad, endemismo, estado de conservación, México, mezcal.

Abstract

Background and Aims: The genus *Agave* comprises 159 species and is the eighth most diverse of the Mexican flora. In this work four new species for science are described, result of the exploration of little-known areas from a botanical point of view in the south of Mexico.

Methods: As a result of field and herbarium work in the states of Guerrero, Oaxaca, and Puebla, populations of agaves were found whose morphological characteristics do not correspond to previously described species. Following a morphological analysis and a literature review, these are formally described. The conservation status of the four species was evaluated based on the criteria of the NOM-059-SEMARNAT-2010 and the method proposed by the International Union for the Conservation of Nature.

Key results: The new species are described and illustrated here, *Agave lyobaa*, from the subgenus *Agave* group *Ditepalae*, and three from the subgenus *Littaea*, *A. gypsicola* from the *Choritepalae* group, and *A. quiotepecensis* and *A. megalodonta* from the *Marginatae* group. For each one, information is provided on distribution, habitat, phenology, possible morphological relationships with other species of the genus, and uses. According to the criteria of the NOM-059-SEMARNAT-2010, the four species are proposed in the Threatened category (A). Based on the method proposed by the IUCN, the first two species are placed in the category Endangered (EN) and the last two in the category Near Threatened (NT).

Conclusions: The four species of *Agave* described here are endemic to Mexico and distributed in the states of Guerrero, Oaxaca, and Puebla. Each is composed of vulnerable populations that require priority conservation actions.

Key words: conservation status, biodiversity, endemism, Mexico, mescal.

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

2 Autor para la correspondencia: abisai@ib.unam.mx

Recibido: 6 de octubre de 2018.

Revisado: 16 de noviembre de 2018.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 7 de diciembre de 2018.

Publicado Primero en línea: 24 de enero de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

García-Mendoza, A. J., I. S. Franco Martínez y D. Sandoval Gutiérrez. 2019. Cuatro especies nuevas de *Agave* (Asparagaceae, Agavoideae) del sur de México. Acta Botanica Mexicana 126: e1461. DOI: 10.21829/abm126.2019.1461



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

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

El género *Agave* propuesto por Linnaeus (1753) fue ubicado en la Clase VI, Hexandria Monogynia. Posteriormente, fue incluido en diferentes familias, como Amaryllidaceae (Bentham y Hooker, 1883; Trelease, 1920; Pax y Hoffman, 1930), Agavaceae (Dumortier, 1829; Hutchinson, 1934; Takhtajan, 1980; Cronquist, 1981; Dahlgren et al., 1985; Lott y García-Mendoza, 1994; Verhoek, 1998; Reveal y Hodgson, 2002; García-Mendoza, 2011; Reveal, 2012) y en años recientes, con base en evidencias morfológicas y moleculares en Asparagaceae, subfamilia Agavoideae (APG III, 2009; APG IV, 2016). Sin embargo, su ubicación taxonómica aún es controversial pues Asparagaceae presenta una morfología heterogénea y desde un punto de vista molecular aún no está bien caracterizada (APG III, 2009; Chase et al., 2009; Reveal, 2012). Judd et al. (2016) consideran que los límites infrafamiliares en Asparagaceae sensu APG III no están bien definidos y dado que los criterios para delimitar las subfamilias son arbitrarios, proponen reconocer Agavaceae, la cual está constituida por 25 géneros y 637 especies, incluidas en las subfamilias Yuccoideae (*Yucca* L., *Hesperaloe* Engelm. y *Hesperoyucca* (Engelm.) Baker) con ovario súpero y anteras pequeñas y Agavoideae (*Agave* L. (incl. *Manfreda* J.H. Salisb. y *Polianthes* L.) y *Furcraea* Vent.) con ovario ínfero y anteras alargadas. Sin embargo, la inclusión de *Manfreda* y *Polianthes* en *Agave*, plantas con hábito herbáceo, hojas caducifolias y órganos de perennación formados por un cormo y un bulbo, aún son sujetos de estudio y tal decisión debe considerarse preliminar.

El género *Agave* (*sensu stricto*) es endémico de América, se distribuye desde el sur de los Estados Unidos de América (con dos especies disyuntas en Florida) hasta el norte de Sudamérica, incluyendo las islas del Caribe (García-Mendoza, 2002). El género contiene aproximadamente 210 especies, 159 están presentes en México (75% del total) y 129 son endémicas del territorio mexicano, que representan 61% de las especies del mundo y 81% de las que se distribuyen en México; sin embargo, estas cifras seguramente se modificarán cuando se estudien de manera crítica las especies del Caribe.

Gentry (1982) reconoció para México 122 especies. Posterior a ese año, se han descrito para el país 37 especies nuevas, incluidas las que aquí se publican, aumentando a

159 las descritas para el territorio nacional; esto representa un incremento de 23%. El número de especies aumentó en 12 de los 20 grupos; los mayores incrementos se han registrado en los grupos *Marginatae* (9), *Striatae* (7) y *Marmoratae* (5), respectivamente. Villaseñor (2016) menciona que *Agave*, con 160 especies, es el octavo género con mayor riqueza en México; sin embargo, no considera algunos cambios nomenclaturales recientes. El objetivo de este trabajo es describir e ilustrar cuatro especies nuevas para la ciencia descubiertas en el sur de México, resultado de la continua exploración botánica en áreas poco conocidas desde un punto de vista florístico.

Materiales y Métodos

Como resultado de trabajo de campo y herbario en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, se descubrieron poblaciones de agaves cuyas características morfológicas no correspondían con las especies descritas anteriormente. Se visitaron las áreas durante los años 2014-2018, en distintas épocas, hasta que se localizaron individuos en floración y fructificación. Se herborizaron y ubicaron los especímenes colectados en los grupos del género propuestos por Gentry (1982), clasificación que se mantiene en trabajos posteriores (Lott y García-Mendoza, 1994; Reveal y Hodgson, 2002; García-Mendoza, 2011). Con base en estas colecciones se hicieron las descripciones y se discuten sus relaciones morfológicas con especies descritas anteriormente.

La categoría de riesgo se determinó con base en los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) en función de las características de las poblaciones silvestres y sus tendencias, estado de conservación del hábitat y factores de amenaza. La categoría de riesgo de extinción de IUCN (2017), se determinó estimando el área de ocupación (AOO) y la extensión de presencia (EOO) con el software GeoCAT (Bachman et al., 2011). El mapa de distribución de las especies se elaboró utilizando el software ArcMap 10.1 (ESRI, 2011).

Resultados

Agave lyobaa García-Mend. & S. Franco, sp. nov. Fig. 1.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, distrito Tlacolula, municipio San Pablo Villa de Mitla, Zona Arqueológica de Mitla, entra-

da al Palacio de las Columnas, 1700 m, 16°55'36.34"N, 96°21'34.77"O, 12.VIII.2017, A. García-Mendoza y F. Martínez Aguirre 11091 (holotipo: MEXU!, isotipos: ENCB!, MEXU!, MO!, OAX!).

Agave lyobaa is related to *Agave palmeri*; however, it differs by the smaller size of the leaves, 30-50 × 6-9.5 cm, teeth of the margin separated from each other by 1.5-3 cm, apex acuminate or acute, inflorescence with the panicle in the upper half, flowers with tube of the perigonium shorter than tepals, tepals externally brown-reddish to violet, with an orange point at the apex, especially in bud, stamens with filaments inserted at the middle of the tube and ellipsoidal capsules.

Plantas perennes, solitarias, acaules, rara vez caulescentes con tallos hasta 80 cm de alto; rosetas laxas a subcompactas, 50-80 × 80-130 cm; hojas 20-50(-100), 30-50 × 6-9.5 cm, 4-6 veces más largas que anchas, lanceoladas, erectas, láminas aplanadas, cóncavas hacia el ápice, color verde-amarillento o verde-oscuro, base engrosada, ápice acuminado o agudo, margen recto u ocasionalmente ondulado, dentado, dientes de la parte media 0.4-0.6 × 0.4-0.6 cm, a veces sobre pequeñas bases mamiliformes, antrorsos o rectos, color grisáceo o pardo-oscuro, separados por 1.5-3 cm en la mitad de la hoja, espina terminal 3-5.5 × 0.5-0.7 cm, decurrente por 1-2 cm, recta, ampliamente acanalada a plana en la haz, color grisáceo o pardo-oscuro; inflorescencias paniculadas (3-)5-7 m de largo, laxas, de apariencia elipsoidal, panícula 1.5-3 m de largo, 15-25 ramas primarias en la mitad superior, 20-50 cm de largo, ramas secundarias 4-9 cm de largo, ramas terciarias 2-4.5 cm de largo, pedúnculo color verde, ceroso, brácteas del pedúnculo 10-15 × 6-7 cm, triangulares, cartáceas, a veces con dientecillos en el margen, espina terminal 0.5-1 cm de largo, pardo-rojiza; flores (4-)4.5-5.5 cm de largo, color verde o verde-amarillento, con tintes pardo-rojizos a violetas, este color evidente en los botones florales, tubo del perigonio 0.8-1.5 × 0.8-1.2 cm en la porción distal, más corto o igual que los tépalos, tubular o urceolado, tépalos 1-1.5 × 0.3-0.4 cm, oblongos, erectos, los externos 1-2 mm, más largos que los internos, margen involuto, ápice calloso, cuculado, adaxialmente con una minúscula mácula color anaranjado en botón, los in-

ternos aquillados; estambres con filamentos (3-)3.5-4.5 cm de largo, insertos a diferentes alturas en la parte media del tubo, los tres opuestos a los tépalos externos insertos ca. 1 mm más arriba que los internos, color amarillento a purpúreo, anteras 1.5 × 0.1-0.2 cm, amarillentas; ovario 2.5-3 × 0.3-0.5 cm, cilíndrico, cuello 3-5 mm de largo, estilo 5-5.5 cm de largo, color amarillento a purpúreo, estigma clavado, trilobado; cápsulas 4-6 × 2.5-3.5 cm, elipsoidales; semillas 6-9 × 6-8 mm, semicirculares, sin ala, color negro.

Distribución y hábitat: especie endémica de los estados de Oaxaca y Puebla; se distribuye en los Valles Centrales de Oaxaca y el Valle de Tehuacán. Se desarrolla en sitios planos o poco inclinados, sobre rocas calizas, a una altitud de 1550-1900 m. Forma parte del matorral xerófilo y su ecotono con el bosque de *Quercus*; se asocia con *Agave karwinskii* Zucc., *A. kerchovei* Lem., *A. marmorata* Roetzl, *A. potatorum* Zucc., *Bursera* Jacq. ex L., *Ipomoea* L., *Leucaena* Benth., *Malpighia* L., *Mimosa* L. y *Prosopis* L. También se cultiva como planta ornamental o para la producción de mezcal.

Fenología: florece de agosto a octubre y fructifica de octubre a diciembre.

Nombres comunes y usos: en Oaxaca se conoce como *shtob bnijh* (zapoteco), maguey del duende y maguey coyote. Las plantas se utilizan en la producción de mezcal, especialmente en los distritos de Tlacolula y Ocotlán.

Etimología: el epíteto específico hace honor a la ciudad prehispánica de Mitla, cuyo nombre en zapoteco es *Lyobaa*, que significa "lugar de tumbas" o "lugar de descanso", en cuyos jardines actualmente se planta el maguey del duende, procedente de las montañas en los alrededores del sitio arqueológico.

Estado de conservación: su área de distribución, menor de 10,000 km², la sitúa como una especie microendémica. Su escasez y rareza en la naturaleza, con poblaciones de individuos solitarios aislados, la modificación de su hábitat y la extracción de plantas para la producción de mezcal la ubican como Amenazada (A), de acuerdo con las

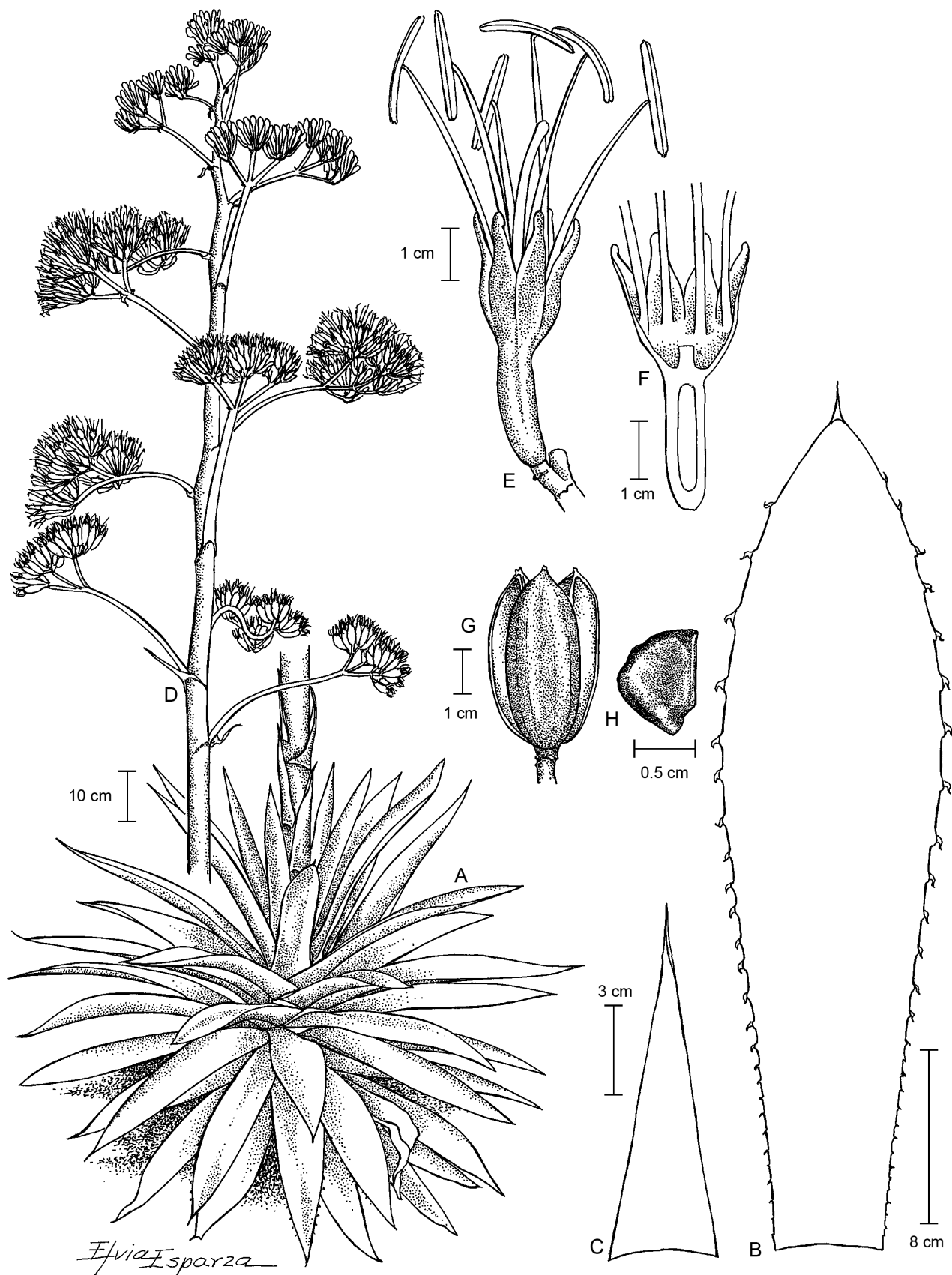


Figura 1: *Agave lyobaa* García-Mend. & S. Franco. A. roseta con base del pedúnculo de la inflorescencia; B. hoja; C. bráctea del pedúnculo; D. panícula; E. flor; F. flor disecada; G. fruto; H. semilla. Ilustración: Elvia Esparza, basada en los ejemplares A. García-Mendoza et al. 9526, 10894, 11091 (MEXU).

categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMAR-NAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Con base en las categorías y criterios de la IUCN (2017), esta especie se considera en la categoría En Peligro (EN), criterio B1ab(iii, iv) con una extensión de presencia (EOO) menor de 5,000 km², cinco localidades conocidas, hábitat severamente fragmentado, y con la posibilidad de disminuir sus poblaciones a corto plazo debido a la extracción de plantas para la elaboración de mezcal.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Oaxaca, distrito Miahuatlán, municipio San José Lachiguiri, entrada al poblado San José Lachiguiri, 1713 m, 16°22'17.12"N, 96°20'8.86"O, vegetación secundaria de matorral xerófilo, 15.XI.2016, A. García-Mendoza et al. 10894 (MEXU). Distrito Ocotlán, municipio San Jerónimo Taviche, 10 km al SE de San Jerónimo Taviche, terracería a San Pedro Taviche, en la parte más alta del camino, 1820 m, 16°39'38.8"N, 96°32'37.5"O, bosque secundario de *Quercus*, 17.XI.2016, A. García-Mendoza et al. 10912 (MEXU fotos); municipio Santa Catarina Minas, paraje El Calicanto, cerca del camino a San Jerónimo Taviche, 1621 m, 16°45'31.36"N, 96°37'43.12"O, matorral xerófilo secundario, 20.X.2012, A. García-Mendoza et al. 10096a (MEXU fotos). Distrito Tlacolula, municipio San Baltazar Guelavila, arroyo Rooxi, 3 km al norte de Guelavila, 1588 m, 16°48'24.29"N, 96°18'10.6"O, cultivada, 12.VIII.2017, A. García-Mendoza y F. Martínez Aguirre 11092 (MEXU); municipio San Dionisio Ocotepec, 1 km al oeste de San Dionisio Ocotepec, carretera a San Pablo Güila, 1690 m, 16°48'16.09"N, 96°24'30.93"O, matorral xerófilo perturbado, 29.X.1998, A. García-Mendoza 6728 (MEXU); camino Mitla a San Dionisio Ocotepec, 1690 m, matorral secundario, 30.IX.1999, A. García-Mendoza 6907 (MEXU); municipio Tlacolula de Matamoros, 1 km al oeste de la entrada a Tlacolula, 1630 m, 16°58'0.8"N, 96°29'4.4"O, cultivada, 1.VII.2011, A. García-Mendoza et al. 9526 (MEXU); entrada a la ciudad de Tlacolula, 1620 m, 16°58'2.71"N, 96°29'4.27"O, cultivada, 8.XII.2011, A. García-Mendoza y M. Rivera Lugo 9654 (MEXU); 500 m al oeste de Tlacolula, 1630 m, cultivada, 21.X.2012, A. García-Mendoza et al. 10113 (MEXU). Puebla, municipio Zapotitlán, cerca de la cima del cerro de la mina de ámbar, 1.5 km norte de Zapotitlán Salinas, 1604 m, 18°20'0.49"N,

97°28'6.95"O, matorral xerófilo, 18.X.2012, A. García-Mendoza et al. 10084b (MEXU fotos).

Comentarios taxonómicos: Las rosetas de crecimiento solitario, hojas rígidas, armadas; panículas laxas de apariencia elipsoidal; flores con tépalos dimórficos, erectos y coriáceos; inserción desigual de los filamentos a la mitad del tubo y ápice de los tépalos externos de color diferente al resto de la flor, éste visible claramente en los botones florales, permiten ubicar a *Agave lyobaa* dentro del grupo *Ditepalae*, subgénero *Agave*, propuestos por Gentry (1982). El grupo *Ditepalae* con 14 especies, incluida la que aquí se describe, se distribuye en el Desierto de Mohave en Estados Unidos de América, Desierto Sonorense en México y EUA, y Sierra Madre Occidental en México, desde Sonora y Chihuahua hasta Jalisco. Con distribución disyunta, hacia el este de esta región, se encuentra *Agave applanata* Lem. ex Jacobi en el Desierto Chihuahuense, desde Chihuahua hasta Querétaro e Hidalgo y áreas semiáridas de Tlaxcala, Puebla, Veracruz y Oaxaca. *Agave applanata* y *A. lyobaa* son las dos especies del grupo *Ditepalae* que tienen la distribución más austral.

Agave lyobaa se distingue por sus rosetas solitarias, laxas a subcompactas; hojas cortas, rígidas, con dientes del margen separados entre sí por 1.5-3 cm en la parte media de la hoja, próximos y de menor tamaño hacia la base; inflorescencia laxa, flores con tubo del perigonio más corto o del mismo largo que los tépalos, dimórficos; estambres con filamentos insertos desigualmente en la parte media del tubo y superficie adaxial de los tépalos externos pardo-rojizos a violetas, con una mácula anaranjada en el ápice, visible en el botón floral. *Agave lyobaa* se relaciona con *Agave palmeri* Engelm., la especie más parecida morfológicamente (de acuerdo con las descripciones de Gentry, 1982; Hodgson, 1999; Reveal y Hodgson, 2002) y de la cual se diferencia por el tamaño menor de las hojas, 30-50 × 6-9.5 cm (vs. 35-92 × 7-19 cm), dientes del margen separados entre sí por 1.5-3 cm (vs. dientes separados por (0.5-)1-2 cm, con presencia de dientecillos intersticiales), ápice acuminado o agudo (vs. ápice largamente acuminado); inflorescencia con la panícula en la mitad superior (vs. panícula ubicada en el tercio superior); flores con tubo del peri-

gonio más corto o del mismo largo que los tépalos (vs. tubo del perigonio más largo que los tépalos), superficie adaxial de los tépalos externos pardo-rojizos a violetas, con una mácula anaranjada en el ápice, especialmente en estadio de botón floral (vs. superficie adaxial rosada, verde pálida o verde-amarillenta con el ápice pardo-rojizo en botón), estambres con filamentos insertos en la mitad del tubo (vs. filamentos insertos por arriba de la mitad del tubo) y cápsulas elipsoidales con una relación ancho:largo de 1:1.5-1.8 (vs. cápsulas angostamente elipsoidales, con una relación ancho:largo de 1:2.5-4). *Agave palmeri* se distribuye en el sureste de Arizona, suroeste de Nuevo México (EUA), Norte-Centro de Sonora y noroeste de Chihuahua (México); se desarrolla sobre suelos arenosos y rocas calizas, en encinares abiertos y pastizales, entre 900-2000 m de altitud (Gentry, 1982; Hodgson, 1999; Reveal y Hodgson, 2002).

Agave gypsicola García-Mend. & D. Sandoval, sp. nov. Fig. 2.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, distrito Tlaxiaco, municipio San Juan Teita, 13 km al S de San Juan Teita, paraje *Xuuj-nuchite* (donde hay plataneros) camino a Sindihui, 1455 m, 17°3'57.1"N, 97°24'39.0"O, matorral xerófilo, 7.III.2018, A. García-Mendoza y S. Franco Martínez 11218 (holotipo: MEXU!-2 partes, isotipos: IEB!, MEXU!, MO!).

Agave gypsicola differs from *A. guiengola*, to which it is closely related, by the ovate to semiorbicular leaves, glaucous or glaucous-yellowish, 1.8-2.5 longer than wide, straight margin, continuously corneous, reddish-brown, teeth 1-3(-4) × 2-4 mm, separated by less than 5 mm, spine 2.5-5.5 cm long, decurrent by (1.5-)4-7 cm, flowers with greenish-yellowish tepals, recurved in anthesis and, capsules (2.3-)3-3.2 cm long, claviform or ellipsoidal.

Plantas perennes, solitarias, acaules; rosetas laxas, 70-100 × 100-140 cm; hojas 20-40, 45-60 × 20-26 cm, 1.8-2.5 veces más largas que anchas, suculentas, ampliamente ovadas a semiorbiculares, erectas, suaves, láminas aplanadas, color glauco o glauco-amarillento, base engrosada, ápice agudo o caudado, acanalado hacia la haz, epidermis densamente papilada, margen recto, córneo, continuo,

color pardo-rojizo o blanco-amarillento en estadio juvenil, dentado, dientes en la parte media 0.1-0.3(-0.4) × 0.2-0.4 cm, deltoides, rectos o antrorsos, color pardo-rojizo, separados por menos de 0.5 cm, espina terminal 2.5-5.5 × 0.3-0.7 cm, decurrente por (1.5-)4-7 cm, color pardo-rojizo; inflorescencias espiciformes 4.5-5(-6) m de largo, inclinadas, densas, fértiles en la mitad superior, pedúnculo verde-amarillento, brácteas del pedúnculo (12-)15-19 × 3-5 cm, largamente triangulares, cartáceas, margen entero, espina terminal 0.1-0.2 × 0.3-0.5 cm, brácteas florales 0.8-1.5 × 0.2-0.3 cm, filiformes, más cortas que las flores; flores 3-3.5(-3.7) cm de largo, color verdoso-amarillento, tubo del perigonio sustituido por un receptáculo discoide, tépalos 1.7-1.8 × 0.2-0.4 cm, oblongos, ligeramente recurvados en antesis; estambres con filamentos 4-4.5 cm de largo, insertos en la base de los tépalos, color amarillo pálido, anteras 1-1.5 × 0.1-0.2 cm, amarillas; ovario 1.5-1.7 × 0.3-0.4 cm, cilíndrico, cuello 3-4 mm de largo, estilo 4-4.5 cm de largo, color blanquecino-amarillento, estigma filiforme a clavado; cápsulas (2-)3-3.2 × 1.2-1.4 cm, claviformes o elipsoidales; semillas 3-4 × 2-3 mm, semicirculares, sin ala, color negro.

Distribución y hábitat: especie endémica del estado de Oaxaca. Su distribución se conoce únicamente de la cuenca alta del río Verde, distrito de Tlaxiaco. Se desarrolla en sitios agrestes sobre gypsisoles, en un intervalo altitudinal de 1350-1600 m. Forma parte del matorral xerófilo con *Agonandra racemosa* (DC.) Standl., *Alvaradoa amorphoides* Liebm., *Bletia mixteca* Salazar & C. Chávez, *Brahea dulcis* (Kunth) Mart., *Cnidioscolus angustidens* Torr., *Pinguicula heterophylla* Benth., *Rhus terebinthifolia* Schltdl. & Cham., y especies de los géneros *Dasylirion* Zucc., *Hechtia* Klotzch., *Mammillaria* Haw., *Mimosa* L., *Neobuxbaumia* Backeb., *Senecio* L.

Fenología: florece de enero a marzo y fructifica de abril a junio.

Nombre común y usos: maguey blanco (*xavi kuiji*, mixteco). Las hojas frescas se usan en el cocimiento de la barbacoa de horno. Las flores y botones florales (*ita xoto*) se comen guisadas en mole o con huevo, también se secan

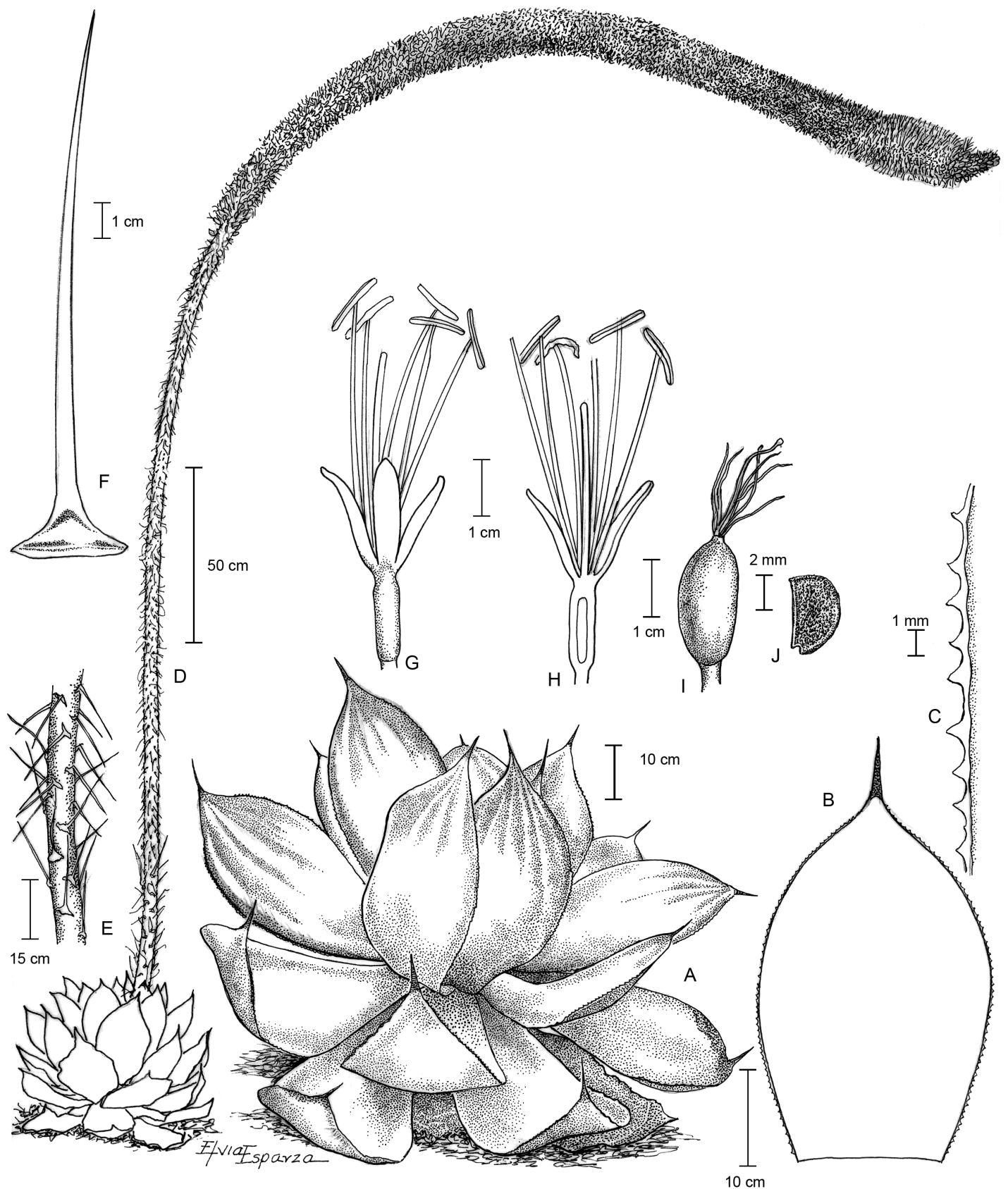


Figura 2: *Agave gypsicola* García-Mend. & D. Sandoval. A. roseta; B. hoja; C. detalle del margen de la hoja; D. roseta con inflorescencia; E. brácteas del pedúnculo; F. bráctea del pedúnculo; G. flor; H. flor disecada; I. fruto joven; J. semilla. Ilustración: Elvia Esparza, basada en los ejemplares A. García-Mendoza et al. 11011, A. García-Mendoza y S. Franco Martínez 11218, 11219 (MEXU).

al sol, se almacenan y se consumen a lo largo del año. El tallo y el quíote en desarrollo se hornean y se consumen como golosina; asimismo, los quíotes secos se emplean como cercos. Con la hoja fresca se elabora un juguete llamado “locho”, se recorta la parte media de la hoja en forma de círculo y en el centro se levanta parte del tejido (como una “ala”), se lanza al aire como si fuera un disco, que al girar emite un silbido tenue.

Etimología: el epíteto específico hace referencia al desarrollo de la planta sobre suelos con acumulación de yeso.

Estado de conservación: especie abundante localmente sobre suelos yesíferos; sin embargo, tiene distribución geográfica restringida a una superficie menor de 10,000 km², por tanto, es una especie microendémica. La fragilidad del hábitat y su alteración por diversas actividades humanas, como el libre pastoreo, son las principales amenazas para la especie, por lo que se considera como Amenazada (A), de acuerdo con las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Según los criterios de la IUCN (2017), esta especie se incluye en la categoría En Peligro (EN), criterio B2ab(iii) con un área de ocupación (AOO) menor de 100 km², una sola localidad conocida y hábitat afectado por actividades pecuarias y extracción de gran cantidad de inflorescencias para consumo humano.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Oaxaca, distrito Tlaxiaco, municipio San Juan Teita, cerro al SE de San Juan Teita, 1352 m, 17°5'29.2"N, 97°24'35.7"O, matorral xerófilo, 3.VI.2017, A. García-Mendoza et al. 11011 (IEB, MEXU); cerro al NE de San Juan Teita, 2.II.2018, A. García-Mendoza et al. 11186 (MEXU); 13 km al S de San Juan Teita, paraje *Xuujnuchite* (donde hay plataneros), camino a Sindihui, 1455 m, 17°3'57.1"N, 97°24'39.0"O, matorral xerófilo, 7.III.2018, A. García-Mendoza y S. Franco Martínez 11219 (MEXU); al NE del panteón, 1352 m, 17°5'29.2"N, 97°24'35.7"O, 20.VI.2018, A. García-Mendoza 11281 (MEXU); Paraje *xe kavan ndodoo* (Peña Alta), 1420 m, 17°6'30.02"N, 97°24'26.02"O, 20.IV.2018, A. López Santiago y L. López Santiago 58 (MEXU).

Comentarios taxonómicos: Por sus rosetas con hojas suculentas, inflorescencias espiciformes, densas, flores pequeñas, sin tubo, filamentos que se originan de un receptáculo discoide y por su crecimiento sobre suelos yesosos o calizos, *Agave gypsicola* se ubica en el grupo *Choritepalae*, subgénero *Littaea* (Tagliabue) Baker, delimitados por Gentry (1982), grupo artificial que incluye plantas solitarias o cespitosas con hojas armadas o desarmadas, con o sin espina terminal. El grupo *Choritepalae* contiene cuatro especies endémicas de México, incluida la presente: *Agave bracteosa* S. Watson ex Engelm., registrada en Coahuila y Nuevo León en el noreste del país; *A. ellemeetiana* K. Koch con dos subespecies, de Oaxaca y Veracruz, y *A. guiengola* Gentry, restringida al cerro del mismo nombre y áreas circunvecinas en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Agave gypsicola muestra similitudes morfológicas con *A. guiengola*, especie con la que comparte las rosetas laxas, hojas glaucas de tamaño similar, margen dentado, epidermis densamente papilada, flores 3-4 cm de largo, filamentos 4-4.5 cm de largo. Sin embargo, *Agave gypsicola* se diferencia de *A. guiengola* por tener 20-40 hojas por planta, ampliamente ovadas a semiorbiculares, glaucas o glauco-amarillentas, 1.8-2.5 más largas que anchas (vs. 9-16 hojas por planta, ampliamente lanceoladas, ocasionalmente ovadas, glaucas, con bandas transversales, 2.5-5 veces más largas que anchas); margen recto, córneo, continuo, pardo-rojizo, dientes 0.1-0.3(-0.4) × 0.2-0.4 cm, formando una banda continua, separados por menos de 0.5 cm, (vs. margen ondulado, discontinuo, negruzco, dientes 0.2-1 × 0.2-0.8 cm, sobre mamilas o sobre una base lenticular, en ocasiones sobre pequeñas placas córneas, ápice bi o trifido, separados por (0.5-)1.5-2 cm), espina terminal 2.5-5.5 cm largo, decurrente por (1.5-)4-7 cm (vs. espina terminal 0.6-0.8(-1.5) cm largo, no decurrente); inflorescencias inclinadas (vs. inflorescencias erectas), flores con tépalos verde-amarillentos, recurvados en antesis (vs. flores con tépalos verde-amarillentos con los ápices rojizos o rosados externamente, rectos a ligeramente incurvados en antesis); cápsulas (2-)3-3.2 cm de largo (vs. cápsulas 1.5-1.8 cm de largo). Las dos especies ocupan hábitats diferentes, *Agave gypsicola* crece sobre gypsisoles, en matorral xerófilo en la cuenca alta del río Verde, entre los 1350-1600 m de altitud, mientras que *A. guiengola* se desarrolla sobre suelos

calizos, en selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Tehuantepec, entre los 125-880 m de altitud.

Agave quiotepecensis García-Mend. & S. Franco, sp. nov.

Fig. 3.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, distrito Cuicatlán, municipio San Juan Bautista Cuicatlán, Tres Clavos, 100 m al SE de la entrada al cañón del Sabino, carr. Cuicatlán - Teotitlán, 629 m, 17°52'1.9"N, 97°1'1.0"O, selva baja caducifolia, 15.II.2014, A. García-Mendoza et al. 10349 (holotipo: MEXU!-2 partes, isotipos: ENCB!, MEXU!, MO!, OAX!).

Agave quiotepecensis is closely related to *A. titanota*. It is distinguished by lanceolate leaves, 5-7(-10) times longer than wide, long acuminate apex, straight margin, corneous, continuous, teeth (1-)1.5-2.8 × 0.8-2 cm, variably in form, spaced by (2.5-)5-9 cm, sometimes with smaller interstitial teeth, terminal spine (3-)4-5.5 cm long, toothless for 14-20(-35) cm below spine; flowers 4.5-5 cm long, ovary 2.5-2.8 cm long and filaments 5-6.7 cm long.

Plantas perennes, solitarias, acaules; rosetas laxas, 140-150 × 200-250 cm; hojas 40-70, 70-90 × 10-13(-20) cm, 5-7(-10) veces más largas que anchas, lanceoladas, ovadas en individuos jóvenes, erectas, rígidas, láminas aplanadas o semicóncavas, color verde-amarillento, a veces con una banda central longitudinal más clara, base engrosada, ápice largamente acuminado, involuto y acanalado hacia la haz, someramente aquillado en el envés, margen recto, córneo, continuo, color grisáceo o pardo, dentado, dientes en la parte media (1-)1.5-2.8 × 0.8-2 cm, deltoides a irregulares, a veces con dienteillos intersticiales, rectos, antrorsos o rara vez retrorsos, color grisáceo a ocasionalmente pardos, separados por (2.5-)5-9 cm en la mitad de la hoja, espina terminal (3-)4-5.5 × 0.6-1 cm, decurrente por 14-20(-35) cm, aquillada, la base córnea penetra 0.2-0.7(-1.5) cm en el envés, grisácea; inflorescencias espiciformes 4-5 m de largo, erectas, fértiles en la mitad o en las 3/4 partes superiores, pedúnculo verde, brácteas del pedúnculo 12-20(-28) × 1.5-4 cm, deltoides, coriáceas, margen entero, espina terminal 0.5-0.7 cm de largo, brácteas florales en la base de la espiga 10-20 × 2-5 cm, más largas que las flores; flores 4.5-

5 cm de largo, color verde-amarillento, tubo del perigonio 0.1-0.4 × 0.7-1 cm en la porción distal, más corto que los tépalos, campanulado, tépalos 1.9-2.3 × 0.3-0.6 cm, oblongos, suculentos, rectos a ligeramente recurvados en anthesis; estambres con filamentos 5-6.7 cm de largo, insertos en la parte distal del tubo, color amarillento, anteras 1.2-1.6 × 0.1-0.2 cm, amarillentas; ovario 2.5-2.8 × 0.3-0.4 cm, cilíndrico, cuello 6-8 mm de largo, estilo 4-5 cm de largo, estigma trilobado, ambos con tintes purpúreos; cápsulas 2-2.1 × 1 cm, elipsoidales, semillas 3-4 × 2-3 mm, semicirculares, sin ala, color negro.

Distribución y hábitat: especie endémica del estado de Oaxaca. Se conoce de la cuenca media y alta del río Papaloapan. Se desarrolla en sitios agrestes sobre suelos arenosos, rojizos, en un intervalo altitudinal de 525-845 m. Forma parte de la selva baja caducifolia con *Agave karwinskii*, *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Standl., *Bursera morelensis* Ramírez, *B. schlechtendalii* Engl., *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f., *Cnidoscolus tehuacanensis* Breckon, *Escontria chiotilla* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Rose, *Lemaireocereus hollianus* (F.A.C. Weber ex J.M. Coul.) Britton & Rose, *Opuntia depressa* Rose, *Pachycereus weberi* (J.M. Coul.) Backeb., *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) J. Hawkins, *Plocosperma buxifolium* Benth., *Plumelia rubra* L. y *Quadrella incana* (Kunth) Iltis & Cornejo.

Fenología: florece de diciembre a marzo y fructifica de marzo a junio.

Nombre común y usos: rabo de león; de las hojas secas se extraen fibras para elaborar mecates; la inflorescencia completa se usa como forraje y los botones florales hervidos, conocidos como cacayas, se consumen como verdura.

Etimología: el epíteto específico alude al nombre del pueblo y municipio de Santiago Quiotepec, de donde proceden la mayoría de los ejemplares utilizados en la descripción.

Estado de conservación: la especie tiene una distribución restringida menor de 10,000 km², que la sitúa como un taxon microendémico y poblaciones con escaso número de

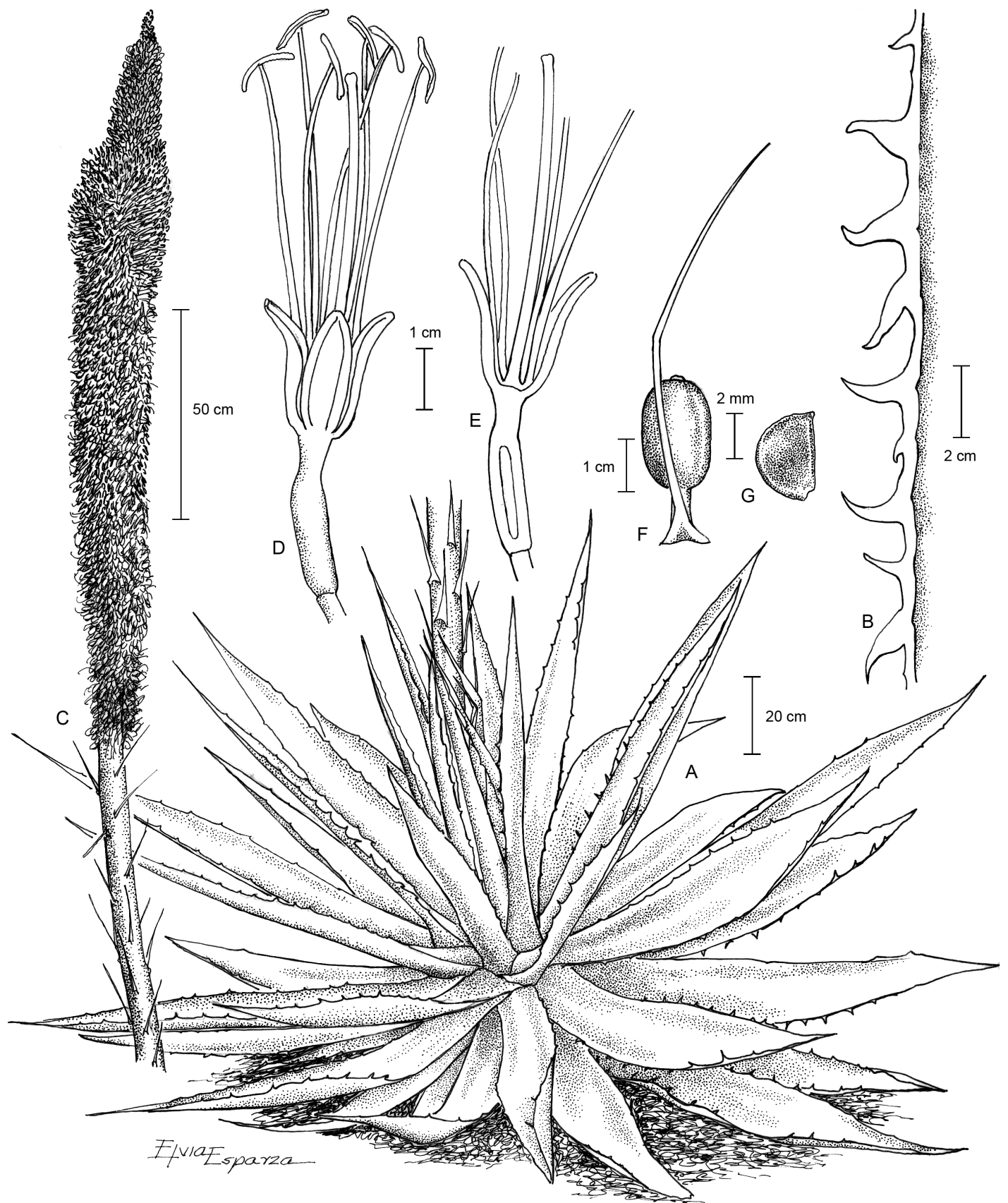


Figura 3: *Agave quitopecensis* García-Mend. & S. Franco. A. roseta con base del pedúnculo de la inflorescencia; B. dientes del margen de la hoja; C. inflorescencia; D. flor; E. flor disecada; F. fruto con bráctea; G. semilla. Ilustración: Elvia Esparza, basada en los ejemplares A. García-Mendoza et al. 10349, 10425 (MEXU).

individuos que crecen solitarios y aislados, factores que ubican a la especie como Amenazada (A) según la NOM-059-SE-MARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). De acuerdo con los criterios de la IUCN (2017), se propone como Casi Amenazada (NT), ya que su distribución conocida se restringe a tres localidades, con una extensión de presencia (EOO) menor de 115 km² y un área de ocupación (AOO) de 400 km². Sin embargo, no satisface algunas condiciones como hábitat fragmentado, pérdida de la calidad del hábitat o disminución en el número de individuos maduros, como para ubicarla en alguna categoría de amenaza, pero podría estarlo en un futuro cercano.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Oaxaca, distrito Cuicatlán, municipio San Juan Bautista Cuicatlán, río de San José El Chilar, 654 m, 17°43'16.8"N, 96°55'40.3"O, 19.XII.2004, C. A. Cruz Espinosa 2202 (FCME, IBUG, MEXU, OAX); 2 km al S de la desviación a Santiago Quiotepec, A. García-Mendoza y F. Palma 5712 (MEXU); loc. cit., cultivada en el Jardín Botánico del IBUNAM, A. García-Mendoza 9212 (MEXU); cima del cerro, zona arqueológica de Quiotepec (La Fortaleza), 761 m, 17°54'53.6"N, 96°58'42.7"O, selva baja caducifolia, 8.IV.2014, A. García-Mendoza et al. 10425 (MEXU); Guaje Colorado, 5 km al SO de San Juan Coyula, 525 m, 17°56'2.2"N, 96°57'49"O, selva baja caducifolia, 17.I.2017, G. Juárez García et al. 3007 (MEXU, TEX). Distrito Teotitlán, municipio Santa María Tecomavaca, cañón del Sabino, frente al mirador El Balcón, 845 m, 17°51'40.79"N, 97°2'34.93"O, selva baja caducifolia, 15.II.2014, A. García-Mendoza et al. 10347 (MEXU fotos).

Comentarios taxonómicos: Por sus rosetas con hojas rígidas, fuertemente armadas, margen córneo, continuo, espina apical decurrente; inflorescencias espiciformes, flores con tubo muy corto, tépalos que exceden por mucho la longitud del tubo y filamentos insertos en o cerca de la parte distal del tubo, *Agave quiotepecensis* se ubica en el grupo *Marginatae*, subgénero *Littaea*, delimitados por Gentry (1982). El grupo *Marginatae* está conformado por 29 especies (incluidas las dos aquí descritas) y es el grupo más diverso dentro del género *Agave*. Del total de especies, 86.2% (25) son endémicas de México. La distribución del grupo abarca desde el sur de los Estados Unidos de América (Nuevo México y Texas) hasta Guatemala.

Agave quiotepecensis tiene similitudes morfológicas con *A. titanota* Gentry. Ambas tienen hojas con margen córneo continuo, grandes dientes grisáceos, espina decurrente; inflorescencias con brácteas de la base de la espiga de mayor tamaño que las flores, las cuales disminuyen en tamaño hacia la porción distal, donde son de menor tamaño que las flores; flores verde-amarillentas con tubo del perigonio menor de 2 mm de largo. Sin embargo, *Agave quiotepecensis* difiere de *A. titanota* (de acuerdo con las descripciones de Gentry, 1982 y García-Mendoza, 2011) por sus hojas lanceoladas con una relación de 5-7(-10) veces más largas que anchas, ápice largamente acuminado (vs. hojas ovadas o espatuladas, con una relación 3-4.5 veces más largas que anchas, ápice agudo); margen recto, con dientes separados entre sí por (2.5-)5-9 cm (vs. margen ondulado a crenado, con dientes separados por 1-3(-5 cm)), espina terminal (3-)4-5.5 cm de largo, decurrente por 14-20(-35) cm, base córnea que penetra 0.2-0.7(-1.5) cm en el envés (vs. espina 3-6.5 cm de largo, decurrente por 5-12 cm, base córnea subulada que penetra hasta 2 cm en el envés y que llega a formar una placa córnea de 3-10 cm de largo, 2-5.5 cm de ancho); flores 4.5-5 cm de largo (vs. flores 3-4.5 cm); filamentos 5-6.7 cm de largo (vs. 3.5-4.7 cm de largo) y ovario 2.5-2.8 cm de largo (vs. (1.2-)1.7-2.5 cm de largo).

Ambas especies se desarrollan en la selva baja caducifolia y matorral xerófilo de la cuenca alta del río Papaloapan. *Agave titanota* crece en los declives de las montañas de la cuenca del río Hondo y Xiquila, afluentes del río Salado que drenan hacia la porción norte de las montañas Mixtecas. En cambio, *A. quiotepecensis* habita en las laderas de las montañas de los ríos Sabino y Grande, cuya unión con el río Salado forman el río Santo Domingo, afluente principal del Papaloapan. Aunque no se ha documentado, es probable que ambas especies crezcan de manera simpátrica y que incluso pudieran hibridizarse dado que la floración es casi simultánea durante el invierno.

Agave megalodonta García-Mend. & D. Sandoval, sp. nov.

Fig. 4.

TIPO: MÉXICO. Oaxaca, distrito Silacayoapam, municipio Zapotitlán Lagunas, 5 km al NO de Zapotitlán Lagunas, 1577 m, 17°46'45.70"N, 98°24'30.53"O, matorral xerófilo.

lo, 7.XII.2017, A. García-Mendoza et al. 11145 (holotipo: MEXU!; isotipos: IEB!, MEXU!, MO!, OAX!).

Agave megalodonta is closely related to *A. xylonantha*. It can be distinguished by its leaves 6-10 times longer than wide, surface smooth to the touch, non-mammillated margin with larger teeth, with 1-2 small teeth at the base, spine longer; flowers with tube 3-6 mm long, tepals 3-5 mm wide, and capsules 1.5-2 cm long.

Plantas perennes, solitarias, acaules; rosetas laxas, (80-)100-140 × (100-)130-170 cm; hojas 15-40, (50-)60-100 × 7-12(-14) cm, 6-10 veces más largas que anchas, ensiformes a oblongo-lanceoladas, fibrosas, erectas a recurvadas, láminas aplanadas, lisas al tacto, color verde-amarillento o verde oscuro, con tintes purpúreos en ambas superficies, haz con una banda longitudinal central, amarillenta, a menudo con impresiones de los dientes en ambas superficies, base delgada, ápice largamente acuminado, ampliamente acanalado hacia la haz, margen recto, córneo, continuo, color blanco o grisáceo, dentado, dientes en la parte media (1-)1.5-3.5 × 1-1.5(-2.5) cm, muy variables en forma, ganchudos, varios con 1-2 dientecillos en la base, antrorsos o rectos, blancos o grisáceos, separados por 2-5(-7) cm, espina terminal (3-)4.5-7(-9) × (0.5-)1-2.5 cm, acicular, color grisáceo; inflorescencias espiciformes (3-)5-6.5 m de largo, erectas, fértiles desde 1/3 hasta la mitad de su porción distal, pedúnculo glauco o purpúreo, ceroso, brácteas del pedúnculo 25-30 × 1.5-3.5 cm, largamente triangulares, cartáceas, margen entero, espina terminal 2-3.5 × 0.3-0.5 cm, brácteas florales 3-6 × 0.3 cm, filiformes, más largas que las flores; flores (3.2-)3.5-4.5 cm de largo, color amarillo pálido o verde-amarillento, con máculas purpúreas en el margen y en el lado adaxial de los tépalos, tubo del perigonio 0.3-0.6 × 0.4-0.7 cm, en la porción distal, más corto que los tépalos, campanulado, tépalos 1.5-2 × 0.3-0.5 cm, elípticos u oblongos, los internos más angostos, envolviendo a los filamentos en post-antesis, rectos a difusos; estambres con filamentos 3.5-4(-4.7) cm de largo, insertos en la parte distal del tubo, purpúreos a parduzcos, anteras 1-1.5 × 0.1-0.2 cm, del mismo color que el tubo; ovario 1.4-1.8(-2.5) × 0.3-0.4 cm, cilíndrico, cuello 3-5 mm de largo, estilo 3.5-4 cm de largo, estigma trilobado, ambos con máculas purpú-

reas; cápsulas 1.5-2 × 1 cm, ovoide-elipsoidales; semillas 3 × 2-2.5 mm, semicirculares, sin ala, color negro.

Distribución y hábitat: especie endémica de la cuenca alta del río Balsas, en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla. Su distribución se restringe a la subcuenca del río Tlapaneco. Se desarrolla sobre suelos derivados de rocas calizas y yesosas, en un intervalo altitudinal de 1000 a 1600 m. En el límite inferior de su distribución altitudinal forma parte de la selva baja caducifolia con *Beaucarnea hiriartiae* L. Hern., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cephalocereus mezcalaensis* Bravo, *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand y los géneros *Euphorbia* L. y *Hechtia* Klotzch. A mayor altitud forma parte del matorral xerófilo con *Actinocheita potentillifolia* (Turcz.) Bullock, *Agave cupreata* Trel. & A. Berger, *Bletia mixtecana*, *Begonia tlapensis* Burt-Utley & Utley, *Cephalocereus mezcalaensis* Bravo, *Ficus petiolaris* Kunth, *Flaveria pringlei* Gand., *Mammillaria albilanata* Backeb., *Muhlenbergia emersleyi* Vasey y *Otatea acuminata* (Munro) C.E. Calderón & Soderstr.

Fenología: florece de diciembre a enero y fructifica de marzo a junio.

Nombre común y uso: en Oaxaca se conoce como maguey espumoso y se utiliza ocasionalmente para la producción de mezcal.

Etimología: el epíteto específico alude a los dientes grandes del margen de las hojas.

Estado de conservación: la distribución de la especie se restringe a la cuenca alta del río Balsas en un área menor de 10,000 km²; aunque mantiene poblaciones relativamente grandes. Su uso ocasional para la producción de mezcal es el principal factor de riesgo para la especie, por lo que se considera como Amenazada (A) de acuerdo con las categorías de riesgo establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Con base en los criterios de la IUCN (2017), se propone en la categoría de Casi Amenazada (NT), ya que no satisface todos los requerimientos para incluirla en una categoría de amenaza. Su distribución se restringe a dos localidades, con una ex-

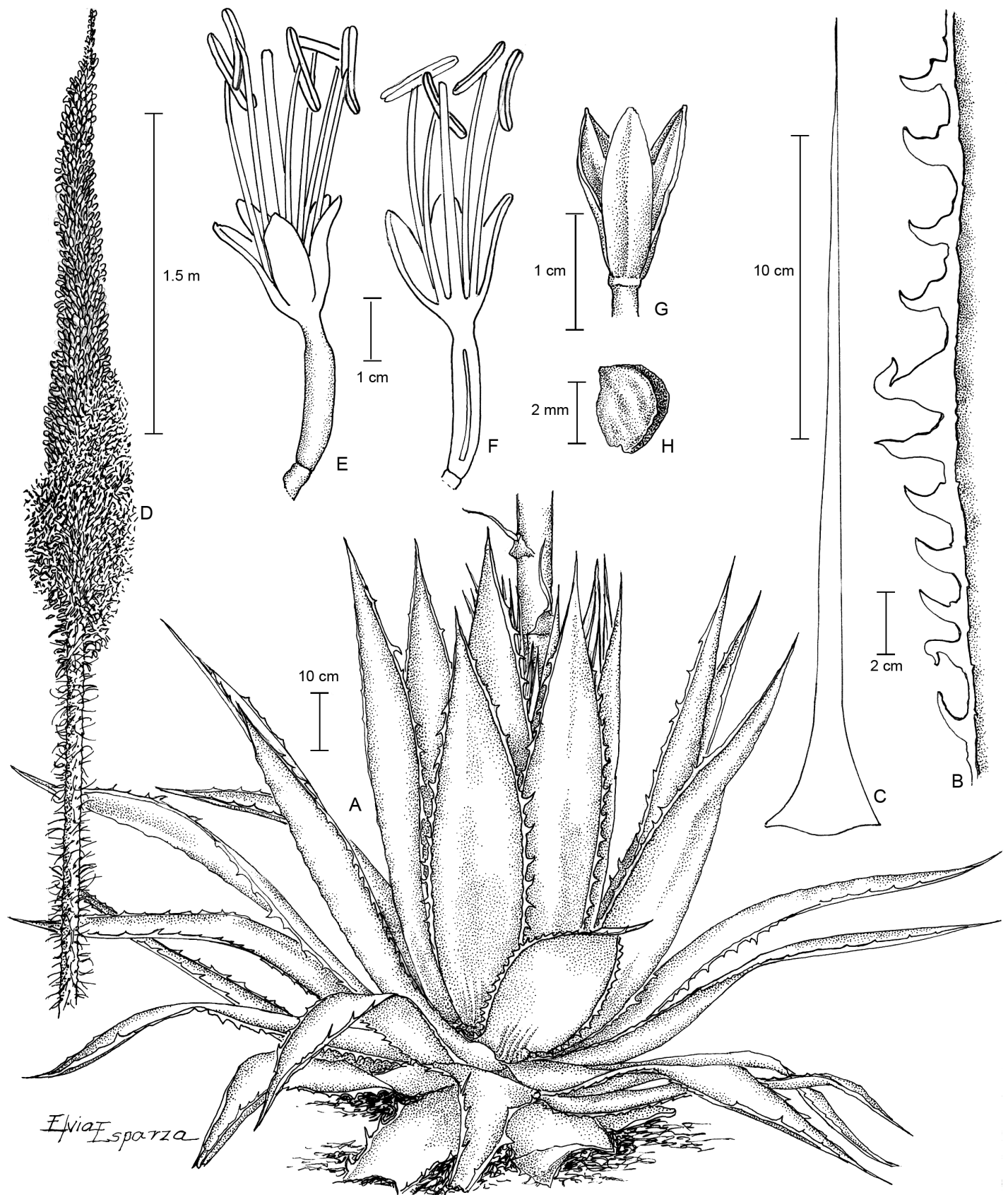


Figura 4: *Agave megalodonta* García-Mend. & D. Sandoval. A. roseta con base del pedúnculo de la inflorescencia; B. dientes del margen de la hoja; C. bráctea del pedúnculo; D. inflorescencia; E. flor; F. flor disecada; G. fruto; H. semilla. Ilustración: Elvia Esparza, basada en los ejemplares A. García-Mendoza y A. Castañeda 7475, A. García-Mendoza et al. 11140, 11145 (MEXU).

tensión de presencia (EOO) menor de 150 km² y un área de ocupación (AOO) de 300 km². Sin embargo, en un futuro la especie podría verse afectada por alguna actividad humana, como el incremento en su uso para la producción de mezcal.

Especímenes adicionales examinados: MÉXICO. Guerrero, municipio Tlapa de Comonfort, ca. del puente sobre el río Salado, 8 km norte de Tlapa carr. a Huamuxtitlán, 1060 m, 17°35'34"N, 98°31'24"O, selva baja caducifolia, 7.V.1997, A. García-Mendoza y L. de la Rosa 6510 (MEXU); cerro al sur del río Salado, en su unión con el río Tlapane-co, 1027 m, 17°35'34"N, 98°31'26"O, selva baja caducifolia, 12.XI.1998, A. García-Mendoza et al. 6744 (MEXU); 1 km al norte del puente sobre el río Salado, 4 km al norte de Tlapa, 1188 m, 17°35'38"N, 98°31'29"O, selva baja caducifolia, 3.III.1999, A. García-Mendoza et al. 6757 (MEXU); 500 m al norte sobre una barranca del río Salado, 4 km al este de Tlapa, 1067 m, 17°35'37"N, 98°31'36"O, selva baja caducifolia, 29.XI.2002, A. García-Mendoza y A. Castañeda 7475 (MEXU). Oaxaca, distrito Silacayoapam, municipio Zapotitlán Lagunas, 3 km al oeste de Zapotitlán, 1538 m, 17°46'43.0"N, 98°24'32.4"O, selva baja caducifolia, 4.III.2017, A. García-Mendoza et al. 10921 (MEXU), 10922 (MEXU), 10924 (MEXU); El Amate, 4 km al noroeste de Zapotitlán Lagunas, 1557 m, 17°46'46.0"N, 98°24'49.44"O, matorral xerófilo, 7.XII.2017, A. García-Mendoza et al. 11150 (MEXU); 6 km al noroeste de San José El Huamúchil, terracería a Xixingo, 1360 m, 17°50'29.24"N, 98°21'56.24"O, matorral xerófilo, 8.XII.2017, A. García-Mendoza et al. 11163 (MEXU). Puebla, municipio Tulcingo, 5 km al oeste de Xixingo de Los Reyes, terracería Xixingo - Zapotitlán Lagunas, 1280 m, 17°53'28.6"N, 98°25'27.6"O, matorral xerófilo, 7.XII.2017, A. García-Mendoza et al. 11140 (MEXU); 6 km al oeste de Xixingo de Los Reyes, terracería Xixingo - Zapotitlán Lagunas, 1308 m, 17°53'25.1"N, 98°25'33.3"O, matorral xerófilo, 7.XII.2017, A. García-Mendoza et al. 11141 (MEXU).

Comentarios taxonómicos: Por sus hojas con márgenes córneos continuos, flores pequeñas con tubos cortos y tépalos largos que abrazan a los filamentos en antesis o post-antesis, *Agave megaladonta* se ubica en el grupo *Marginatae*, subgénero *Littaea*, caracterizados por Gentry (1982). Dentro de este grupo la especie más similar morfo-

lógicamente es *Agave xylonacantha* Salm-Dyck, de la que se diferencia por sus hojas largas de (50-)60-100 × 7-12(-14) cm, 6-10 veces más largas que anchas, superficie lisa (vs. hojas 35-50(-70) × 3.5-5(-7.5) cm, 8-15 veces más largas que anchas, superficie áspera), margen recto con dientes grandes, (1-)1.5-3.5 × 1-1.5(-2.5) cm, variables en forma, con 1-2 dientecillos en la base (vs. margen crenado con dientes 0.8-2(-2.5) × 0.8-1.5(-2) cm, frecuentemente 2-5 cuspidados, cubriendo las prominentes mamilas), espina terminal (3-)4.5-7(-9) cm de largo (vs. espina terminal 2-4(-7) cm de largo); flores con tubo del perigonio 0.3-0.6 × 0.4-0.7 cm, tépalos 0.3-0.5 cm de ancho (vs. flores con tubo 0.1-0.2 × 0.4-0.5 cm, tépalos 1-2 mm de ancho); cápsulas 1.5-2 cm de largo (vs. 2.5-3 cm de largo). *Agave megaladonta* habita en selva baja caducifolia o matorral xerófilo, sobre suelos gypsisoles de la cuenca alta del río Balsas. En cambio, *A. xylonacantha* se desarrolla en matorral xerófilo, principalmente rosetófilo, sobre suelos calizos de la cuenca del río Pánuco. *Agave megaladonta* florece de diciembre a enero y *A. xylonacantha* de abril a mayo. El Eje Volcánico Transversal separa la distribución disyunta de ambas especies.

Discusión

Resultado de las exploraciones botánicas en el sur de México en sitios de alta riqueza florística, se encontraron cuatro especies nuevas de *Agave*, que incrementan el número de taxones para la región y para el país. En la [figura 5](#) se muestran fotografías del hábito y partes vegetativas y reproductivas de las especies. Todas son microendémicas, restringidas a los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, ocupan áreas menores de 800 km² y dos de ellas se desarrollan sobre gypsisoles. *Agave gypsicola*, *A. lyobaa* y *A. megaladonta* se ubican en el intervalo altitudinal de la mayor riqueza de agaves en el país, entre los 1000 y 2000 m de altitud ([García-Mendoza, 2002](#)), mientras que *Agave quiotepecensis* se distribuye por debajo de esta cota altitudinal. En la [figura 6](#) se muestra la distribución de las especies.

De acuerdo con las categorías y criterios de amenaza de la NOM-059-SEMARNAT-2010 ([SEMARNAT, 2010](#)) las cuatro especies se proponen en la categoría amenazada (A); y de acuerdo con el método propuesto por la [IUCN \(2017\)](#), *Agave gypsicola* y *A. lyobaa* se consideran En Peligro (EN), pues enfrentan riesgo de extinción; mientras que, *A. quiotepecensis* se considera Vulnerable (V).



Figura 5: A-E. *Agave lyobaa* García-Mend. & S. Franco. A. planta en floración; B. rosetas; C. margen de la hoja; D. flores; E. frutos. F-J. *Agave gypsicola* García-Mend. & D. Sandoval. F. planta en floración; G. roseta; H. margen de la hoja; I. porción de la inflorescencia; J. frutos en desarrollo. K-O. *Agave quiotepecensis* García-Mend. & S. Franco. K. planta en floración; L. roseta; M. margen de la hoja; N. flores; O. frutos en desarrollo. P-T. *Agave megalodonta* García-Mend. & D. Sandoval. P. planta en floración; Q. roseta; R. margen de la hoja; S. flores; T. porción de la inflorescencia.

tepecensis y *A. megalodonta* se ubican en la categoría Casi Amenazada (NT), y será necesario evaluar de manera precisa el estado de sus poblaciones.

Con el incremento de la demanda de mezcal en el país, se están aprovechando especies que anteriormente no se utilizaban para este fin, como es el caso de *A. mega-*

lodonta. Ejemplo distinto es el de *A. lyobaa*, del cual se ha elaborado mezcal, sin saber que se trataba de una especie nueva para la ciencia; actividad que pone en riesgo su sobrevivencia, pues al igual que las otras tres especies descritas, solo se reproduce de manera sexual, sin llegar a formar hijuelos en la base de la roseta o en la inflorescencia.

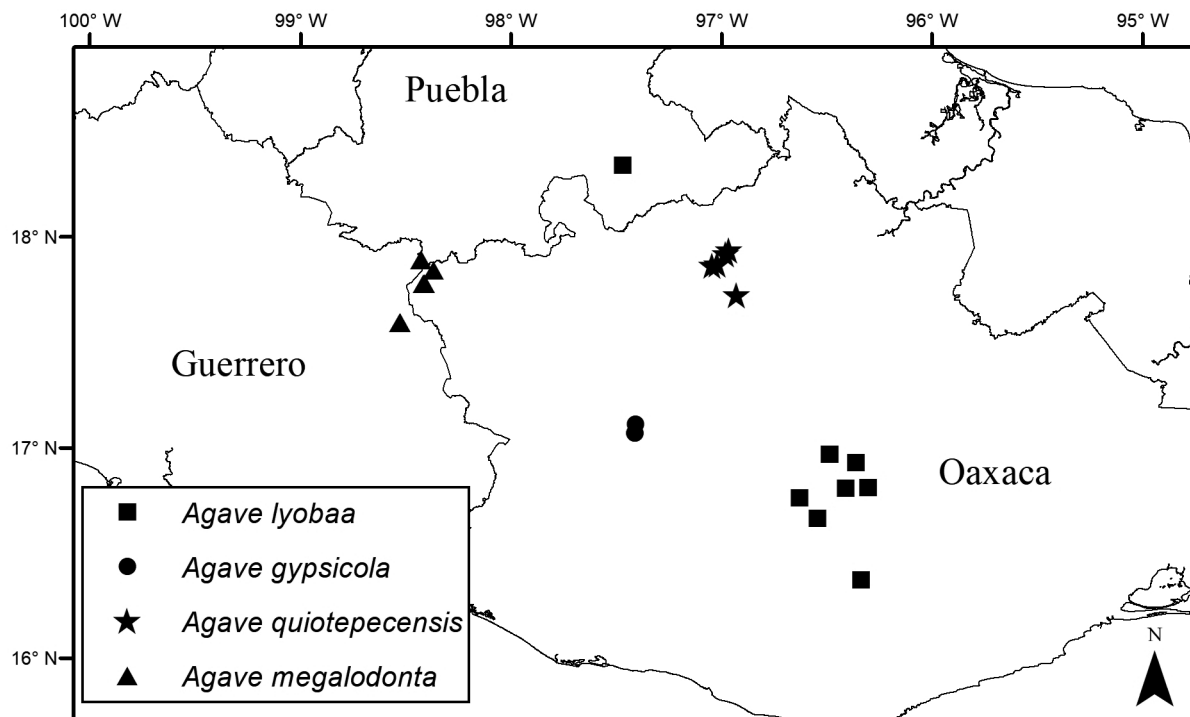


Figura 6: Distribución geográfica de cuatro especies nuevas de *Agave* L., del sur de México.

El aprovechamiento de las plantas en edad reproductiva limita la producción de semillas y en consecuencia la regeneración de las poblaciones y el reclutamiento de nuevos individuos. En este sentido, se recomienda establecer acciones prioritarias de conservación como promover la realización de estudios biológicos; permitir la reproducción natural y fomentar la propagación por semillas; además de proteger y recuperar los hábitats mediante el establecimiento de áreas protegidas; así como regular las actividades de aprovechamiento para el autoconsumo y con fines comerciales.

Existen estudios etnobotánicos y ecológicos que abordan esta problemática y ponen de manifiesto la vulnerabilidad de las especies de *Agave* por el uso intensivo de las plantas. El impacto de estas actividades se ha evaluado en el Valle de Tehuacán, México, considerando aspectos agroecológicos, culturales y económicos, proponiéndose acciones de recuperación (Brena-Bustamante et al., 2013; Torres et al., 2013, 2015; Delgado-Lemus et al., 2014). Las acciones formuladas, llevadas a la práctica, repercutirán en el mantenimiento de la diversidad biológica y genética de los agaves en las áreas donde crecen y se desarrollan.

Contribución de autores

AGM concibió y escribió el artículo en colaboración con SFM y DSG; las mediciones morfológicas fueron realizadas por AGM y SFM; los criterios de riesgo fueron analizados por SFM y DSG. Todos los autores contribuyeron en el trabajo de campo y herborizado de especímenes, descripciones y discusión, así como la revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), a través del Proyecto NE012: Actualización de la información de las especies y subespecies de magueyes de Oaxaca, con énfasis en las especies mezcaleras.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de las Autoridades de Bienes Comunales y Municipales de San Baltazar Guelavila, San Jerónimo Taviche, San Juan Teita, Santa Catarina Mi-

nas, Santa María Tecomavaca, Santiago Quiotepec, Zapotitlán Lagunas y Zapotitlán Salinas; así como al arqueólogo Agustín Andrade C., Responsable del Sitio Arqueológico de Mitla, quienes otorgaron las autorizaciones requeridas para la recolecta de los ejemplares botánicos y, en su caso, los guías para el trabajo de campo. A los habitantes de las comunidades y productores de mezcal que amablemente proporcionaron y compartieron sus conocimientos sobre los usos de las especies. A la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que autorizó la colecta científica a través de los permisos SGPA/DGVS/05707/16 y SGPA/DGGFS/712/2436/17. A los Curadores de los Herbarios ENCB, FCME, HUAP, IEB, MEXU, JEO, OAX, SERO, UAGC y XAL por las facilidades para la consulta de sus colecciones científicas. Dos revisores anónimos hicieron observaciones críticas al manuscrito y lo enriquecieron. Gracias al Dr. David S. Gernandt por la revisión del abstract y diagnosis en inglés, así como a Elvia Esparza por las ilustraciones científicas.

Literatura citada

- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161(2): 105-121. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- APG IV. 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>
- Bentham, G. y J. D. Hooker. 1883. *Genera Plantarum* 3: 738.
- Bachman, S., J. Moat, A. W. Hill, J. de la Torre y B. Scott. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool, Version BETA. e-Infrastructures for data publishing in biodiversity science. *ZooKeys* 150: 117-126. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- Brena-Bustamante, P., R. Lira-Saade, E. García-Moya, A. Romero-Manzanares, H. Cervantes-Maya, M. López-Carrera y S. Chávez-Herrera. 2013. Aprovechamiento del escapo y los botones florales de *Agave kerchovei* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. *Botanical Sciences* 91(2): 181-186.
- Chase, M. W., J. L. Reveal y M. F. Fay. 2009. A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161(2): 132-136. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00999.x>
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York, USA. 1261 pp.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clifford y P. F. Yeo. 1985. *The Families of The Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy*. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 520 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-61663-1>
- Delgado-Lemus, A., I. Torres, J. Blancas y A. Casas. 2014. Vulnerability and risk management of *Agave* species in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10: 53. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-53>.
- Dumortier, B. C. J. 1829. Agavineae. *Analyse des Familles des Plantes*. J. Casterman, Tournay. Pp. 57-58. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.443>
- ESRI 2011. *ArcGIS Desktop: Release 10*. Environmental Systems Research Institute. Redlands, CA, USA.
- García-Mendoza, A. 2002. Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico. *Cactus and Succulent Journal (US)* 74(4): 177-187.
- García-Mendoza, A. 2011. Agavaceae. In: Medina, R. (ed.). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fascículo 88. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 95 pp.
- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. Tucson, Arizona: University of Arizona Press. Tucson, USA. 670 pp.
- Hodgson, W. 1999. Agavaceae Agave Family: Part One. *Agave L. Century Plant Maguey*. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 32(1): 1-21.
- Hutchinson, J. 1934. *The families of flowering plants II. Monocotyledons*. MacMillan & Co. London, UK. 234 pp.
- IUCN. 2017. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 13. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. <http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf> (consultado octubre de 2018).
- Judd, W. S., Ch. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens y M. J. Donoghue. 2016. *Systematics: A Phylogenetic Approach*. 4th ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, UK. 667 pp.
- Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum*. Holmiae. Stockholm, Sweden. 1200 pp.
- Lott, E. J. y A. García-Mendoza. 1994. Agavaceae. In: Davidse, G., M. Sousa S. y A. O. Chater (eds.). *Flora Mesoamericana*

- Volumen 6. Alismataceae a Cyperaceae. Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden, The Natural History Museum (London). México, D.F., México. Pp. 35-47.
- Pax, F. y K. Hoffmann. 1930. Amaryllidaceae. In: Engler, A. y K. Prantl (eds.). Die Natürlichen Pflanzenfamilien 15A. Pp. 391-430.
- Reveal, J. L. 2012. An outline of a classification scheme for extant flowering plants. *Phytoneuron* 37: 1-221.
- Reveal, J. L. y W. C. Hodgson. 2002. *Agave* Linnaeus. In: Flora of North America Editorial Committee (ed.). Flora of North America North of Mexico. Oxford University Press. New York, USA. Pp. 442-461.
- SEMARNAT. 2010. 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. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- Takhtajan, A. L. 1980. Outline of classification of flowering plants (Magnoliophyta). *The Botanical Review* 46: 225-359.
- Torres, I., A. Casas, A. Delgado-Lemus y S. Rangel-Landa. 2013. Aprovechamiento, demografía y establecimiento de *Agave potatorum* en el Valle de Tehuacán, México: Aportes etnobiológicos y ecológicos para su manejo sustentable. *Zonas Áridas* 15(1): 92-109.
- Torres, I., A. Casas, E. Vega, M. Martínez-Ramos y A. Delgado-Lemus. 2015. Population Dynamics and Sustainable Management of Mescal Agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany* 69(1): 26-41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-014-9295-2>
- Trelease, W. 1920. Amaryllidaceae. In: Standley (ed.). Trees and shrubs of Mexico. Contributions U.S. National Herbarium 23(1): 105-142.
- Verhoek, W. S. 1998. Agavaceae. In: Kubitzki, K. (ed.). The families and genera of vascular plants. Flowering plants Monocotyledons Liliaceae (except Orchidaceae) Volume III. Springer. Berlin, Germany. Pp. 60-69.
- 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>