



RIQUEZA DE ESPECIES Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUBTRIBU HIPPEASTRINAE (AMARYLLIDACEAE) EN MÉXICO

SPECIES RICHNESS AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE SUBTRIBE HIPPEASTRINAE (AMARYLLIDACEAE) IN MEXICO

Christian Valdes-Ibarra¹, Guadalupe Munguía-Lino^{2,3*} & Aarón Rodríguez^{1,2*}

1. Herbario Luz María Villarreal de Puga, Instituto de Botánica (IBUG), Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México
2. Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México
3. Cátedras CONACYT-Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

*gmlinno@gmail.com

Citar este artículo

VALDES-IBARRA, C., G. MUNGUÍA-LINO, A. RODRÍGUEZ. 2023. Riqueza de especies y distribución geográfica de la subtribu Hippeastrinae (Amaryllidaceae) en México. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58(3): 1-25. *Versión en línea.*

DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n3.39719>

Recibido: 16 Dic 2022

Aceptado: 5 May 2023

Publicado en línea: 30 Jul 2023

Editores: Agostina B. Sassone &

Nicolás García Berguecio

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

SUMMARY

Background and aims: Hippeastrinae originated in South America and then migrated to North America. Mexico represents a center of diversity of the group and the Mexican Transition Zone concentrates the highest species richness. The aims of this work were to estimate the species richness of Hippeastrinae in Mexico, to analyze the geographic distribution and to identify areas of richness.

M&M: A database was created from herbarium specimens, electronic resources, and literature. Using geographic information systems, we estimated the species richness and distribution by state, region and biogeographic province; vegetation type, latitude, longitude and elevation. Additionally, the species richness was analyzed using a grid cell of 50 × 50 km².

Results: Forty-five species of Hippeastrinae occur in Mexico. The database integrated 1359 georeferenced records. Hippeastrinae was recorded in 31 states, in all regions, biogeographic provinces and vegetation types. It occurs from 15.9 to 31.8° latitude, from 88.2 to 118.3° longitude and from 0 to 3508 m a.s.l. San Luis Potosí had the greatest species richness and endemism. The Neotropical region host the largest number of species. The Sierra Madre Oriental province harbors the greatest species richness and the richest cells. The group resulted particularly diverse in coniferous and oak forest, xeric shrubland and agriculture-aquaculture farmland.

Conclusions: Hippeastrinae exhibit a modern neotropical pattern of richness and distribution. The species richness and endemism were concentrated in the Neotropical region and the Mexican Transition Zone. The Sierra Madre Oriental is a center of diversity of the group.

KEY WORDS

Biogeography, geographic information system, Sierra Madre Oriental, *Sprekelia*, *Zephyranthes*.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Hippeastrinae se originó en Sudamérica y después migró a Norteamérica. México representa uno de sus centros de diversidad y la Zona de Transición Mexicana concentra la mayor riqueza. Los objetivos de este trabajo fueron estimar la riqueza de Hippeastrinae en México, analizar su distribución geográfica e identificar las áreas de riqueza.

M&M: Se elaboró una base de datos a partir de ejemplares de herbario, recursos electrónicos y literatura. Con el uso de sistemas de información geográfica estimamos la riqueza de especies y distribución por estado, región y provincia biogeográfica, tipo de vegetación, latitud, longitud y elevación. Adicionalmente, la riqueza de especies fue estimada en celdas de 50 × 50 km².

Resultados: Cuarenta y cinco especies de Hippeastrinae ocurren en México. La base de datos integró 1359 registros georeferenciados. Hippeastrinae se encontró en 31 estados, en todas las regiones, provincias biogeográficas y tipos de vegetación. Prospera en 15,9-31,8° de latitud, 88,2-118,3° de longitud y de 0 a 3508 m s.n.m. San Luis Potosí tuvo la mayor riqueza y endemismo. La región Neotropical presenta la mayor cantidad de especies. La Sierra Madre Oriental alberga la mayor riqueza de especies y las celdas más ricas. El grupo resultó diverso en el bosque de coníferas y encino, el matorral xerófilo y las zonas agrícola-acuícola.

Conclusiones: Hippeastrinae presenta el patrón de distribución y riqueza neotropical moderno. La riqueza y endemismo está en la región Neotropical y la Zona de Transición Mexicana. La Sierra Madre Oriental representa un centro de diversidad del grupo.

PALABRAS CLAVE

Biogeografía, Sierra Madre Oriental, sistemas de información geográfica, *Sprekelia*, *Zephyranthes*.

INTRODUCCIÓN

La tribu Hippeastreae (Amaryllidaceae) es un grupo monofilético integrado por 10-13 géneros y aproximadamente 180 especies (Meerow *et al.*, 1999; Meerow *et al.*, 2000; Meerow, 2010; García *et al.*, 2014). La sinapomorfia que caracteriza a la tribu es la presencia de escapos florales huecos. El reconocimiento genérico y las relaciones filogenéticas de Hippeastreae están sujetas a discusión. Con base en secuencias de ADN de cloroplasto y nrITS, los resultados de García *et al.* (2014, 2017) constituyen la evidencia más robusta sobre la historia evolutiva de Hippeastreae. La tribu se divide en las subtribus Traubiinae e Hippeastrinae. En Traubiinae, el número básico de cromosomas es $x = 8$, e incluye a los géneros *Traubia* Moldenke, *Paposoa* Nic. García, *Rhodolirium* Phil. y *Phycella* Lindl. (García *et al.*, 2019a), mientras que Hippeastrinae tiene valores de $x = 6, 7, 9, 10$ y 11. De acuerdo con los autores, en Hippeastrinae, la evolución reticulada por hibridación dominó el inicio de su radiación (García *et al.*, 2014; García *et al.*, 2017). García *et al.* (2019a) basados en inferencias filogenéticas, datos morfológicos y citogenéticos, proponen que la subtribu Hippeastrinae incluye a los géneros *Hippeastrum* Herb. y *Zephyranthes* Herb. A su vez, dividen a *Zephyranthes* en cinco subgéneros para incluir a *Haylockia* Herb., *Habranthus* Herb., *Sprekelia* Heist., *Eithea* Ravenna y *Myostemma* Salisb. (*Rhodophiala* C. Presl). El subgénero *Zephyranthes* incluye a todas las especies mexicanas de *Zephyranthes* y a *Sprekelia formosissima* (L.) Herb. (García *et al.*, 2019a, b).

Hippeastreae tiene su principal centro de riqueza en América del Sur, pero en México se concentra la mayor riqueza de *Zephyranthes*, destacando también la proporción de endemismos (64,7%; García-Mendoza *et al.*, 1994; Espejo-Serna, 2012). Espejo-Serna & López-Ferrari (1993) enlistaron nueve géneros y 98 especies nativas de Amaryllidaceae para México. Por otra parte, Villaseñor (2016) registró 10 géneros y 113 especies, de las cuales 46 están dentro de Hippeastrinae. *Zephyranthes* crece desde el sureste de Estados Unidos hasta Argentina, incluyendo las Antillas (Meerow & Snijman, 1998; García *et al.*, 2014). Meerow *et al.* (2000) sugieren que el clado conformado por los *Zephyranthes* mexicanos y del suroeste de Estados Unidos habría migrado desde Sudamérica a través del istmo de

Panamá, su distribución es un claro ejemplo de la dispersión en sentido sur a norte de América. Por el contrario, los taxones miembros del clado de los *Zephyranthes* del sureste de Estados Unidos habría llegado a esa zona a través de las Antillas. Los estudios biogeográficos de las Hippeastreae mexicanas son escasos. Cuéllar-Martínez & Sosa (2016) y Sosa & Loera (2017) estudiaron la riqueza de especies y endemismo de las monocotiledóneas geófitas en México. Por su parte, Rodríguez *et al.* (2018) abordaron la riqueza, distribución y endemismo de diversos grupos de angiospermas mexicanas, entre los que se incluye *Sprekelia* y *Zephyranthes*.

México se localiza en el límite de las regiones Neártica y Neotropical (Wallace, 1876). Según Wallace, la Subregión Mexicana representa una zona de transición, la cual resulta del contacto e intercambio de elementos bióticos entre dos regiones. Con base en la distribución de insectos, Halffter (1976) acuñó el término Zona de Transición Mexicana y Morrone (2010) propuso su integración con cinco provincias biogeográficas: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre del Sur y Tierras Altas de Chiapas. A su vez, la región Neártica está formada por las provincias Californiana, Baja California, Sonora, Desierto Chihuahuense y Tamaulipas. Por último, las Tierras Bajas del Pacífico, la Cuenca del Balsas, Veracruzana y la Península de Yucatán forman la región Neotropical (Morrone *et al.*, 2017). México representa un centro de diversificación de *Zephyranthes* subg. *Zephyranthes*, sin embargo, el reconocimiento de especies es difícil y el conocimiento de su distribución es escaso. Los trabajos que incluyen a sus representantes son regionales (McVaugh, 1989; Galván, 2001; López-Ferrari & Espejo-Serna, 2002; Quistián-Rangel, 2004; Carnevali *et al.*, 2010), no incluyen a todas las especies o no se ha analizado su distribución (Spencer, 1973; Espejo-Serna & López-Ferrari, 1993; Villaseñor, 2016). El número de especies de Hippeastrinae reconocidas para México es variable y la información sobre su distribución geográfica es ambigua.

De acuerdo con Vargas-Amado *et al.* (2013), el conocimiento de la distribución de las especies y las áreas con mayor riqueza es esencial para plantear estrategias de manejo y conservación de la fitodiversidad. El número de especies de plantas

vasculares registradas en México varía de 22.969 (Ulloa *et al.*, 2017) a 23.314 (Villaseñor, 2016). Su distribución es heterogénea pero concentrada a lo largo de la Zona de Transición Mexicana (Sosa & Loera, 2017; Rodríguez *et al.*, 2018; Sosa *et al.*, 2018). Las colecciones biológicas son una fuente de información para estudiar la distribución de la riqueza vegetal y reconocer sus patrones (Ponder *et al.*, 2001; Wolf & Flamenco-S., 2003). Adicionalmente, permiten evaluar el impacto de la introducción de plantas exóticas, reconocer sitios prioritarios para la preservación y evaluar el estado de conservación de las especies. Además, son importantes como punto de partida para estudios bioquímicos, ecológicos y evolutivos (Lavoie, 2013). Con estos antecedentes, predecimos la concentración de especies de Hippeastrinae en la región Neotropical y la Zona de Transición Mexicana. Los objetivos de este trabajo fueron estimar la riqueza de especies, analizar la distribución geográfica e identificar las áreas de riqueza de Hippeastrinae en México mediante la información de las colecciones biológicas y el uso de sistemas de información geográfica (SIG).

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación de las especies

La revisión bibliográfica permitió el conocimiento de las especies de Hippeastrinae registradas para México. En primer lugar, se consultó la lista de monocotiledóneas mexicanas (Espejo-Serna & López-Ferrari, 1993) y el catálogo de plantas vasculares mexicanas (Villaseñor, 2016). Se examinaron floras, monografías y publicaciones con descripciones nuevas (Herbert, 1825a, b; Baker, 1881, 1882; Brandege, 1889; Watson, 1890; Smith, 1895; Standley, 1929; Traub, 1941, 1963; Traub & Howard, 1970; Spencer, 1973; Greenman, 1988a, b; McVaugh, 1989; Howard, 1990, 1993, 1996a, b; Howard & Ogden, 1990; Galván, 2001; Flagg *et al.*, 2002; López-Ferrari & Espejo-Serna, 2002; Alvarado-Cárdenas & García-Mendoza, 2008; Flagg & Smith, 2009, 2010; Carnevali *et al.*, 2010; Flagg *et al.*, 2010; Spurrier *et al.*, 2015; Flagg *et al.*, 2018; Flagg *et al.*, 2019; García-Mendoza, 2021). Posteriormente, se revisó la validez de los taxones con base en Tropicos (2022) y The Plant List (2013). Se siguió

la clasificación propuesta por García *et al.* (2019a), donde las especies mexicanas de Hippeastrinae pertenecen a *Zephyranthes* subg. *Zephyranthes*. En este sentido, y de acuerdo con los resultados de dichos autores, *Sprekelia formosissima* se encuentra dentro de *Z.* subg. *Zephyranthes*. Sin embargo, la combinación a dicho género aún no se ha realizado (García *et al.*, 2019b). Por otro lado, a diferencia de las especies citadas por Villaseñor (2016), en este trabajo se excluye a *Z. chrysantha* Greenm. & C.H. Thomps., *Z. immaculata* (Traub & Clint) Nic. García & Meerow, *Z. lilacina* Liebm. y *Z. minuta* (Kunth) D. Dietr. De acuerdo con Spencer (1973), *Z. chrysantha* es sinónimo de *Z. pulchella* J.G. Sm. Por otro lado, *Z. lilacina* es un sinónimo de *Z. carinata* Herb. (Hansen *et al.*, 1997). Asimismo, *Z. verecunda* Herb. es el nombre válido de *Z. minuta* (Spencer, 1973; Espejo-Serna & López-Ferrari, 1993). Finalmente, Flagg *et al.* (2018) consideran a *Z. immaculata* como sinónimo de *Z. concolor* (Lindl.) G. Nicolson.

Base de datos

Se elaboró una base de datos a partir de la información disponible en las etiquetas que acompañan a los ejemplares de herbario. Además, se consultaron herbarios virtuales, bases de datos electrónicas y literatura. Los datos fueron agrupados en cuatro categorías: 1) datos taxonómicos: familia, género, epíteto específico, autor; 2) datos geográficos: país, estado, municipio, localidad, elevación, latitud y longitud; 3) datos ecológicos: hábitat, observaciones, fenología y fecha de colecta; 4) datos curatoriales: nombre del colector, número de colecta, determinador, acrónimo de la o las colecciones dónde se resguarda el ejemplar y los duplicados. En el caso de los registros obtenidos de revisión de literatura se incluyó la cita. La base de datos se construyó en el programa de cómputo Excel y está disponible a través del autor para correspondencia.

Se revisaron los ejemplares de 19 herbarios. Estos incluyeron a CFNL, CH, CHAPA, CICY, CIIDIR, ENCB, GBH, GH, GUADA, IBUG, IEB, MEXU, QMEX, SLPM, TEX, UAMIZ, UAT, XAL y ZEA. También se obtuvieron registros del portal de los herbarios virtuales ARIZ, K, NY y US. Las bases de datos electrónicas consultadas fueron: JSTOR Global Plants (<https://plants.jstor.org/>) y Tropicos.org (2022). Del mismo modo, a través

de la base de datos de Southwest Environmental Information Network (SEINet 2022; swbiodiversity.org/seinet/) se consultaron los ejemplares de ASU, BRY, CM, COLO, DES, EIU, F, FLAS, GSW, HCIB, HNT, IND, NMC, RSA, SBBG, UCR, USF, USON, UTC y VT. Los acrónimos siguen a Thiers (continuamente actualizado).

Por último, se adicionaron registros provenientes de literatura. Se consultaron monografías (Spencer, 1973), tesis (Quistián-Rangel, 2004), floras (McVaugh, 1989; López-Ferrari & Espejo-Serna, 2002; García-Mendoza, 2021), artículos (Traub & Howard, 1970; Howard, 1990, 1993, 1996a, b; Howard & Ogden, 1990; Flagg & Smith, 2009, 2010; Carnevali *et al.*, 2010; Flagg *et al.*, 2018) y libros (Howard, 2001).

En el caso de los registros carentes de latitud, longitud y elevación, los valores fueron inferidos con la ayuda de Google Earth Pro 7.3.6 (Google, 2022). Para esta actividad se utilizó la descripción de la localidad, elevación y características del hábitat contenidos en la etiqueta. Del mismo modo, se corroboró que las coordenadas de cada registro fueran correctas con la ayuda del mapa de áreas geoestadísticas municipales (INEGI, 2012). En caso de diferir con la localidad descrita, las coordenadas se estimaron nuevamente. La base de datos fue depurada eliminando los registros incompletos, ambiguos, repetidos, no identificados o elaborados a partir de plantas cultivadas. Finalmente, la cartografía empleada y el mapa de localidades de Hippeastrinae se transformaron a una proyección Azimutal Equivalente de Lambert (latitud de origen: 21,5° N; longitud de origen: 99,5° O; datum: WGS84). Esta proyección mantiene la exactitud en las medidas de las áreas y muestra las direcciones correctas desde el punto central del mapa (Snyder, 1987; Vargas-Amado *et al.*, 2013).

Análisis de distribución geográfica

Se analizó la distribución geográfica de Hippeastrinae por estados (INEGI, 2016), regiones y provincias biogeográficas (Morrone *et al.*, 2017) y tipos de vegetación. Para el análisis por tipo de vegetación se utilizó la cartografía de usos del suelo y tipos de vegetación de INEGI (2021), modificando la clasificación con base en la propuesta de Rzedowski (1978). Asimismo, se evaluó la distribución de las especies por latitud, longitud y elevación. Los valores de latitud y longitud fueron extraídos de

los registros de la base de datos. Para la elevación se empleó un modelo digital de elevación (<http://www.worldclim.org>). Los mapas de distribución de las especies con base en estados y provincias biogeográficas fueron realizados en QGIS versión 3.22.12 (QGIS Development Team, 2022).

Los intervalos geográficos y áreas de distribución de las especies se calcularon utilizando la extensión de la presencia (EOO), el área de ocupación (AOO) y la distancia máxima entre dos puntos (MaxD). La EOO es el área contenida dentro de un polígono de menor superficie que contenga todos los sitios de presencia del taxón. Se calcula mediante el método de polígono convexo mínimo. Por el contrario, el AOO es el área dentro de la extensión de la presencia que constituye el hábitat adecuado para la especie. Se estima empleando una cuadrícula de 2 × 2 km. La MaxD reconoce la extensión del área geográfica (Willis *et al.*, 2003; Vargas-Amado *et al.*, 2013; UICN, 2017). Los valores de EOO y AOO fueron estimados con ayuda de la plataforma GeoCAT (Bachman *et al.*, 2011), mientras que la MaxD se calculó con DIVA-GIS versión 7.5 (Hijmans *et al.*, 2004).

Análisis de riqueza

El número de especies de Hippeastrinae se cuantificó por estado, región y provincia biogeográfica, usos del suelo y tipos de vegetación, cuadrícula, latitud, longitud y elevación. La división política estatal se apejó a INEGI (2016). La riqueza por región y provincia biogeográfica se estimó con base en la propuesta de Morrone *et al.* (2017). Para estimar la riqueza por usos del suelo y tipos de vegetación se utilizó la cartografía de INEGI (2021) modificada con base en la clasificación de Rzedowski (1978). El tamaño de la cuadrícula se estimó conforme a lo sugerido por Willis *et al.* (2003). Este método calcula el 10% de la distancia entre los dos puntos extremos conocidos para cada taxón (MaxD). La estimación de la media aritmética del conjunto de valores indicó el tamaño de celda. El método proporciona un tamaño de cuadrícula que refleja la escala geográfica de la distribución de las especies (Bachman *et al.*, 2011). El origen de la cuadrícula es arbitrario y puede modificar los resultados. Por ello, los registros fueron asignados a las celdas utilizando el método de vecindad circular, con un radio igual al tamaño de la celda. El tamaño de la celda fue de 50 × 50 km, es decir,

un área de 2500 km². El área circular empleada para la asignación de especies a cada celda fue de 7854 km². El empleo de vecindad circular sobreestima el área en la que una especie puede ocurrir. Sin embargo, muestra patrones constantes de riqueza de especies sin importar el origen de la cuadrícula (Vargas-Amado *et al.*, 2013). El análisis fue ejecutado en el programa DIVA-GIS versión 7.5 (Hijmans *et al.*, 2004), mientras que la visualización y edición se realizó en QGIS versión 3.22.12 (QGIS Development Team, 2022). Adicionalmente, se contabilizó y graficó el número de especies por intervalo de latitud, longitud y elevación.

RESULTADOS

Identificación de las especies y base de datos

La base de datos integró 1521 registros y se reconocieron 45 especies de *Zephyranthes* subg. *Zephyranthes* para México (Fig.1, Tabla 1). Se eliminaron 162 registros donde la localidad era ambigua, el material era cultivado o no se logró identificar. En consecuencia, 1359 registros fueron analizados. El número de registros varió de uno en *Z. crociflora* T.M. Howard & Ogden, *Z. dichromantha* T.M. Howard, *Z. erubescens* S. Watson, *Z. leucantha* T.M. Howard, *Z. medinae* (L.O. Alvarado & García-Mend.) Nic. García & Meerow, *Z. moctezumae* T.M. Howard, *Z. reginae* T.M. Howard & Ogden y *Z. vittata* (T.M. Howard) Nic. García & Meerow, hasta 409 en *Sprekelia formosissima* y 221 en *Z. fosteri* Traub. El resto de las especies tuvieron entre dos y 79 registros. De los 1359 registros analizados, 986 (72,6%) fueron georreferenciados y 373 (27,4%) ya tenían una coordenada. Asimismo, 37% de los registros se concentraron en Jalisco, Querétaro, Estado de México y Oaxaca, con 160, 140, 105 y 100, respectivamente.

Análisis de distribución geográfica

En México, Hippeastrinae tuvo una distribución amplia (Tabla 1). Su presencia se registró en 31 estados, a excepción de Quintana Roo. Treinta y seis especies (80%) fueron endémicas. *Zephyranthes* mostró la distribución más amplia, con presencia en 30 estados (Fig. 2). Treinta y seis de las 45 especies (80%) tuvieron una distribución restringida a México (Fig. 2).

Seis especies tuvieron amplia distribución y 17 especies mostraron una distribución restringida (Tabla 1). *Sprekelia formosissima*, *Z. fosteri*, *Z. lindleyana* Herb., *Z. longifolia* Hemsl. y *Z. chlorosolen* (Herb.) D. Dietr. ocurrieron en 22, 17, 15, 12 y 11 entidades, respectivamente. Por el contrario, *Z. alba* Flagg, G. Lom. Sm. & García-Mend., *Z. conzattii* Greenm., *Z. crociflora*, *Z. dichromantha*, *Z. erubescens*, *Z. ita-andivi* García-Mend., Flagg & G. Lom. Sm., *Z. leucantha*, *Z. medinae*, *Z. miradorensis* (Kraenzl.) Espejo & López-Ferr., *Z. moctezumae*, *Z. morrisclintii* Traub & T.M. Howard, *Z. nymphaea* T.M. Howard & Ogden, *Z. orellanae* Carnevali, R. Duno & Tapia-Muñoz, *Z. pulchella* J.G. Sm., *Z. reginae*, *Z. tepicensis* (Greenm. ex Flagg & G.Lom. Sm.) Flagg & G.Lom. Sm. y *Z. vittata* fueron registradas en un solo estado. El resto de las especies se registraron entre dos y 10 estados (Tabla 1, Fig. 2).

Hippeastrinae fue registrada en todas las regiones y provincias biogeográficas (Tabla 1). Catorce provincias mostraron la distribución de *Zephyranthes* (Fig. 2). Su presencia resaltó en el oeste del país, extendiéndose hacia el este y noreste a través del Desierto Chihuahuense y la Faja Volcánica Transmexicana. Por un lado, *Z. chlorosolen* fue el taxón presente en un número mayor de provincias (Fig. 2H), pues se registró en Cuenca del Balsas, Desierto Chihuahuense, Península de Yucatán, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Tamaulipas, Tierras Altas de Chiapas, Tierras Bajas del Pacífico y Veracruzana. Por el contrario, *Z. alba*, *Z. arenicola* Brandege, *Z. bella* T.M. Howard & Ogden, *Z. crociflora*, *Z. dichromantha*, *Z. erubescens*, *Z. ita-andivi*, *Z. leucantha*, *Z. medinae*, *Z. moctezumae*, *Z. nymphaea*, *Z. orellanae*, *Z. primulina* T.M. Howard & Ogden, *Z. pulchella*, *Z. reginae*, *Z. subflava* L.B. Spencer, *Z. tepicensis* y *Z. vittata* fueron registradas en una provincia (Fig. 2).

Hippeastrinae tuvo presencia en todos los usos del suelo y tipos de vegetación (Tablas 1, .5). Se registró en bosque de coníferas y encino, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, matorral xerófilo, pastizal, vegetación acuática y subacuática y otros tipos de vegetación, al igual que en áreas perturbadas como agrícola-acuícola, bosque inducido y ambientes antropizados.



Fig. 1. Diversidad de Hippeastrinae. **A:** porte de la planta de *Zephyranthes fosteri*. **B:** *Z. arenicola*; **C:** *Z. longifolia*. **D:** *Sprekelia formosissima*. **E:** *Z. carinata*. **F:** *Z. chlorosolen*. **G:** *Z. citrina*. **H:** *Z. clintiae*. **I:** *Z. concolor*. **J:** *Z. drummondii*. **K:** *Z. fosteri*. **L:** *Z. katherinae*. **M:** *Z. latissimifolia*. **N:** *Z. lindleyana*. **Ñ:** *Z. longituba*. **O:** *Z. macrosiphon*. **P:** *Z. miradorensis*. **Q:** *Z. nymphaea*. **R:** *Z. orellanae*. **S:** *Z. pseudoconcolor*. **T:** *Z. pulchella*. **U:** *Z. sessilis*. **V:** *Z. stellatorosea*. Fotografías de: A. Rodríguez (A, D, M, Q), J.L. León de la Luz (B), A. Castro-Castro (C), R. Domínguez-Yescas (E), A.K. Gudiño-Cano (F), G. Carnevali (G, R), C. Valdes (H-K, N, O, V), L. Hernández-Sandoval (L, Ñ, S), P. Carrillo-Reyes (P), A. Mora-Olivo (T) y F. Aguilar-Galván (U).

Tabla 1. Distribución geográfica de Hippeastrinae por estados de México, región y provincia biogeográfica y tipo de vegetación. Las especies endémicas de México se indican con asterisco (*).

No.	Especie	Estado	Región, provincia biogeográfica	Usos del suelo y tipo de vegetación
1	* <i>Sprekelia formosissima</i> (L.) Herb.	AGS, CHIS, CHIH, CDMX, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, SLP, SIN, TAMPS, VER, ZAC	NA: DC; ZTM: FVT, SMOc, SMOOr, SMS, TAC; NT: CB, TBP	AA, ANT, BCE, BI, BMM, BTC, BTP, BTSC, MX, OTV, P
2	* <i>Zephyranthes alba</i> Flagg, G. Lom. Sm. & García-Mend.	CDMX	ZTM: FVT	AA, ANT, BCE, MX
3	* <i>Zephyranthes arenicola</i> Brandege	BC, BCS	NA: BC	AA, MX, OTV
4	* <i>Zephyranthes bella</i> T.M. Howard & Ogden	SLP, ZAC	NA: DC	MX
5	<i>Zephyranthes brevipes</i> Standl.	CHIS, OAX, PUE	ZTM: SMS, TAC; NT: CB	AA, BCE, BMM, MX, P
6	<i>Zephyranthes carinata</i> Herb.	CHIS, OAX, PUE, VER	ZTM: FVT, SMS, TAC; NT: CB, V	AA, ANT, BCE, BMM, BTC, BTP, P
7	* <i>Zephyranthes chichimeca</i> T.M. Howard & Ogden	NL, SLP, TAMPS, ZAC	NA: DC; ZTM: SMOOr	BCE, MX, P
8	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> (Herb.) D. Dietr.	CHIS, CHIH, COAH, NL, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMPS, VER, YUC	NA: DC, T; ZTM: SMOOr, SMS, TAC; NT: CB, PY, TBP, V	AA, ANT, BCE, BTC, BTSC, MX, OTV, P, VASA
9	<i>Zephyranthes citrina</i> Baker	CAMP, TAB, YUC	NT: PY, V	ANT, BTC, BTP, BTSC, P, VASA
10	* <i>Zephyranthes clintiae</i> Traub	GTO, HGO, PUE, QRO, SLP, TAMPS, VER	NA: DC; ZTM: FVT, SMOOr, SMS; NT: V	AA, ANT, BCE, BMM, BTC, BTP, MX, P
11	* <i>Zephyranthes concolor</i> (Lindl.) S. Wats.	AGS, GTO, HGO, JAL, MEX, QRO, SLP, ZAC	NA: DC; ZTM: FVT, SMOc, SMOOr; NT: TBP	AA, BCE, BTC, MX, P
12	* <i>Zephyranthes konzattii</i> Greenm.	OAX	ZTM: SMS; NT: CB	AA, ANT, BCE, BTC
13	* <i>Zephyranthes crociflora</i> T.M. Howard & Ogden	COAH	NA: DC	MX
14	* <i>Zephyranthes dicromantha</i> T.M. Howard	SLP	NT: V	BTC
15	<i>Zephyranthes drummondii</i> D. Don	COAH, NL, TAMPS	NA: DC, T; ZTM: SMOOr	BCE, MX, P
16	<i>Zephyranthes erubescens</i> S. Watson	SLP	NA: DC	MX
17	* <i>Zephyranthes fosteri</i> Traub	AGS, CDMX, COL, GTO, GRO, HGO, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, SLP, TLAX, ZAC	NA: DC; ZTM: FVT, SMOc, SMOOr, SMS; NT: CB, TBP	AA, ANT, BCE, BI, BMM, BTC, BTP, MX, P
18	* <i>Zephyranthes howardii</i> Traub	COAH, NL, SLP	NA: DC, T; NT: V	AA, MX, P
19	* <i>Zephyranthes ita-andivi</i> García-Mend., Flagg & G. Lom. Sm.	OAX	ZTM: SMS	AA, BCE
20	* <i>Zephyranthes katheriniae</i> L.B. Spencer	HGO, QRO	ZTM: SMOOr; NT: V	BCE, P
21	* <i>Zephyranthes latissimifolia</i> L.B. Spencer	GTO, JAL, MICH, ZAC	NA: DC; ZTM: FVT	AA, BCE, P, VASA
22	* <i>Zephyranthes leucantha</i> T.M. Howard	HGO	ZTM: SMOOr	BCE
23	<i>Zephyranthes lindleyana</i> Herb.	CHIS, COAH, GTO, HGO, JAL, MEX, NL, OAX, PUE, QRO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, ZAC	NA: DC, T; ZTM: FVT, SMOOr, SMS, TAC; NT: CB, V	AA, ANT, BCE, BMM, BTC, BTP, MX, P
24	<i>Zephyranthes longifolia</i> Hemsl.	BC, BCS, CHIH, COAH, DUR, GTO, HGO, MEX, NL, SLP, SON, ZAC	NA: BC, C, DC, S, T; ZTM: FVT, SMOOr	AA, ANT, BE, BTC, MX, OTV, P

No.	Especie	Estado	Región, provincia biogeográfica	Usos del suelo y tipo de vegetación
25	<i>*Zephyranthes longituba</i> Flory ex Flagg et Lom.Sm.	CHIH, COAH, NL, QRO, SLP	NA: DC, T; ZTM: SMOr; NT: V	BCE, BTC, MX, P
26	<i>*Zephyranthes macrosiphon</i> Baker	HGO, OAX, QRO, SLP, TAMPS, VER	ZTM: FVT, SMOr, SMS; NT: CB, V	AA, ANT, BCE, BMM, BTC, BTP, MX, P
27	<i>*Zephyranthes medinae</i> (L.O. Alvarado & García-Mend.) Nic. García & Meerow	PUE	NT: CB	MX
28	<i>*Zephyranthes mexicana</i> (T.M. Howard) Nic. García & Meerow	GTO, HGO, QRO, SLP	NA: DC; ZTM: FVT, SMOr	AA, BCE, BMM, MX, P
29	<i>*Zephyranthes miradorensis</i> (Kraenzl.) Espejo & López-Ferr.	VER	ZTM: FVT, SMOr, SMS; NT: V	AA, ANT, BMM, BTC, P
30	<i>*Zephyranthes moctezumae</i> T.M. Howard	SLP	NT: V	VASA
31	<i>*Zephyranthes morrisclintii</i> Traub & T. M. Howard	NL	NA: T; ZTM: SMOr	AA, BCE, MX
32	<i>*Zephyranthes nelsonii</i> Greenm.	CHIS, OAX, VER	NT: TBP, V	AA, BCE, BTC, BTP, P, VASA
33	<i>*Zephyranthes nymphaea</i> T.M. Howard & Ogden	SLP	NT: V	VASA
34	<i>*Zephyranthes oaxacana</i> Revenna	OAX, PUE	ZTM: SMS; NT: CB	AA, BCE, BTC, MX
35	<i>*Zephyranthes orellanae</i> Carnevali, R. Duno & Tapia-Muñoz	YUC	NT: PY	BE, VASA
36	<i>*Zephyranthes primulina</i> T.M. Howard & Ogden	HGO, SLP	NT: V	AA, BTC
37	<i>*Zephyranthes pseudoconcolor</i> Flagg, G. Lom. Sm. & García-Mend.	GTO, SLP, TAMPS	NA: DC; ZTM: SMOr	AA, BCE, MX, P
38	<i>Zephyranthes pulchella</i> J.G. Sm.	TAMPS	NA: T	ANT, MX
39	<i>*Zephyranthes reginae</i> T.M. Howard & Ogden	SLP	NT: V	BTC
40	<i>*Zephyranthes sessilis</i> Herb.	CDMX, HGO, MEX, MOR, QRO	NA: DC; ZTM: FVT, SMOr	AA, ANT, BCE, BI, MX, P
41	<i>*Zephyranthes stellatorosea</i> G. Lom. Sm., Spurrier, Flagg & Espejo	HGO, PUE	ZTM: FVT, SMOr; NT: V	AA, BMM, P
42	<i>*Zephyranthes subflava</i> L.B. Spencer	SLP, TAMPS	NT: V	BTC
43	<i>*Zephyranthes tepicensis</i> (Greenm. ex Flagg & G. Lom. Sm.) Flagg & G. Lom. Sm.	NAY	NT: TBP	BTC, BTSC
44	<i>*Zephyranthes verecunda</i> Herb.	CDMX, HGO, MEX, MICH, MOR, OAX, PUE, QRO, TLAX, VER	NA: DC; ZTM: FVT, SMOr, SMS; NT: CB	AA, ANT, BCE, BTC, MX, P
45	<i>*Zephyranthes vittata</i> (T.M. Howard) Nic. García & Meerow	OAX	NT: CB	BCE

Abreviaturas= AGS: Aguascalientes; BC: Baja California; BCS: Baja California Sur; CAMP: Campeche; CHIS: Chiapas; CHIH: Chihuahua; CDMX: Ciudad de México; COAH: Coahuila; COL: Colima; DGO: Durango; GTO: Guanajuato; GRO: Guerrero; HGO: Hidalgo; JAL: Jalisco; MEX: Estado de México; MICH: Michoacán; MOR: Morelos; NAY: Nayarit; NL: Nuevo León; OAX: Oaxaca; PUE: Puebla; QRO: Querétaro; SLP: San Luis Potosí; SIN: Sinaloa; SON: Sonora; TAB: Tabasco; TAMPS: Tamaulipas; TLAX: Tlaxcala; VER: Veracruz; YUC: Yucatán; ZAC: Zacatecas; NA: Neártica; NT: Neotropical; ZTM: Zona de Transición Mexicana; BC: Baja California; C: Californiana; CB: Cuenca del Balsas; DC: Desierto Chihuahuense; FVT: Faja Volcánica Transmexicana; PY: Península de Yucatán; SMS: Sierra Madre del Sur; SMOr: Sierra Madre Occidental; SMOr: Sierra Madre Oriental; S: Sonora; T: Tamaulipas; TAC: Tierras Altas de Chiapas; TBP: Tierras Bajas del Pacífico; V: Veracruzana; AA: Agrícola-acuícola; BCE: Bosque de coníferas y encino; BE: Bosque espinoso; BI: Bosque inducido; BMM: Bosque mesófilo de montaña; BTC: Bosque tropical caducifolio; BTP: Bosque tropical perennifolio; BTSC: Bosque tropical subcaducifolio; MX: Matorral xerófilo; OTV: Otros tipos de vegetación; P: Pastizal; USV: Urbano-sin vegetación; VASA: Vegetación acuática y subacuática.

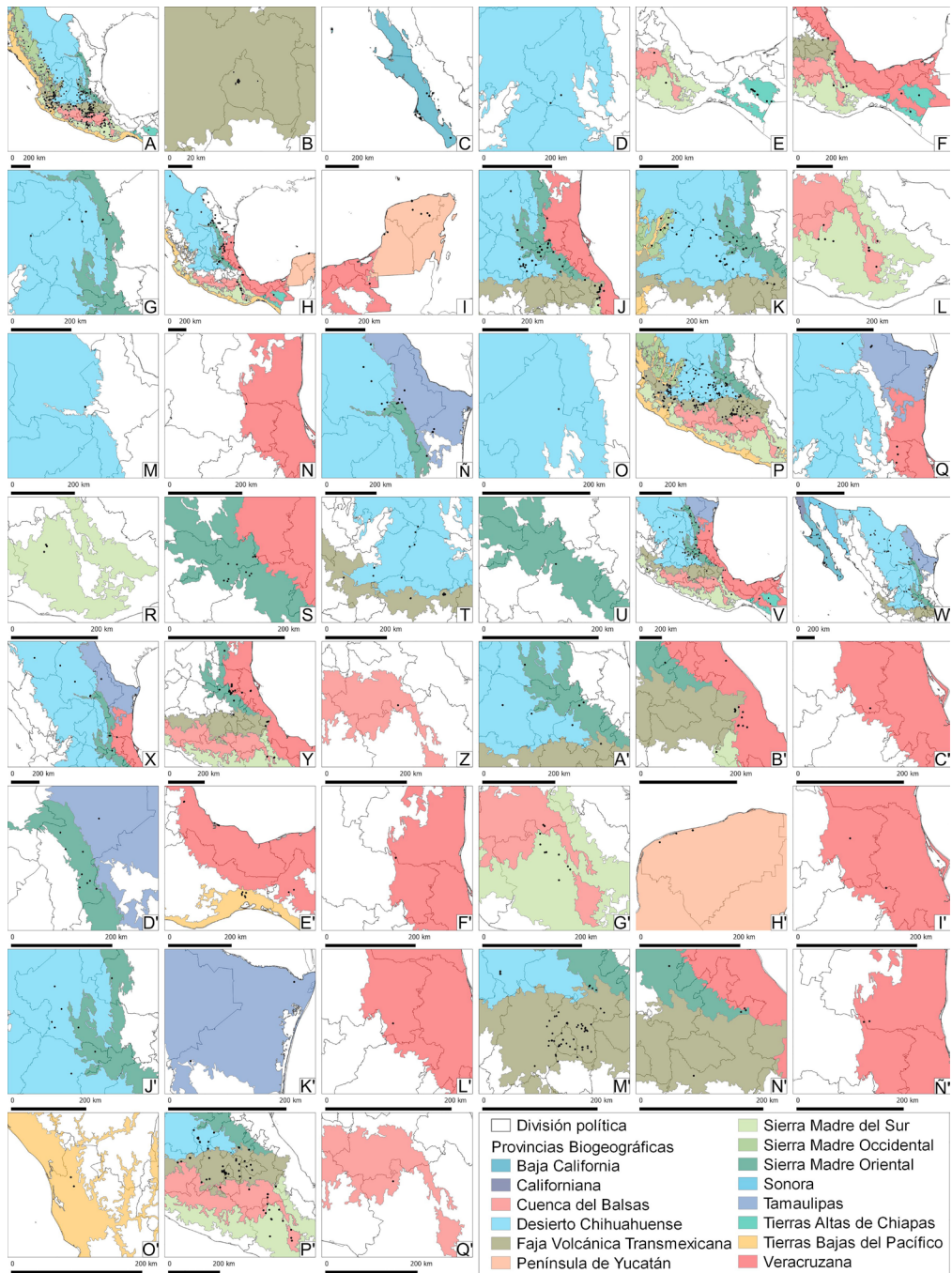


Fig. 2. Mapas de distribución geográfica de Hippeastrinae. **A:** *Sprekelia formosissima*. **B:** *Zephyranthes alba*. **C:** *Z. arenicola*. **D:** *Z. bella*. **E:** *Z. brevipes*. **F:** *Z. carinata*. **G:** *Z. chichimeca*. **H:** *Z. chlorosolen*. **I:** *Z. citrina*. **J:** *Z. clintiae*. **K:** *Z. concolor*. **L:** *Z. konzattii*. **M:** *Z. crociflora*. **N:** *Z. dicromantha*. **Ñ:** *Z. drummondii*. **O:** *Z. erubescens*. **P:** *Z. fosteri*. **Q:** *Z. howardii*. **R:** *Z. ita-andivi*. **S:** *Z. katherinae*. **T:** *Z. latissimifolia*. **U:** *Z. leucantha*. **V:** *Z. lindleyana*. **W:** *Z. longifolia*. **X:** *Z. longituba*. **Y:** *Z. macrosiphon*. **Z:** *Z. medinae*. **A':** *Z. mexicana*. **B':** *Z. miradorensis*. **C':** *Z. moctezumae*. **D':** *Z. morrisclintii*. **E':** *Z. nelsonii*. **F':** *Z. nymphaea*. **G':** *Z. oaxacana*. **H':** *Z. orellanae*. **I':** *Z. primulina*. **J':** *Z. pseudoconcolor*. **K':** *Z. pulchella*. **L':** *Z. reginae*. **M':** *Z. sessilis*. **N':** *Z. stellatorosea*. **Ñ':** *Z. subflava*. **O':** *Z. tepicensis*. **P':** *Z. verecunda*. **Q':** *Z. vittata*.

Sprekelia formosissima presentó la mayor amplitud ecológica, al desarrollarse en 11 tipos de vegetación (Tabla 1). En seguida se encontró a *Z. fosteri* y *Z. chlorosolen* que estuvieron presentes en nueve tipos. Siguieron *Z. clintiae* Traub., *Z. lindleyana* y *Z. macrosiphon* Baker que se registraron cada uno en ocho tipos de vegetación. Veintiocho especies se registraron entre dos a siete comunidades y 11 especies en un solo tipo de vegetación.

Hippeastrinae se registró de los 15,9° a los 31,8° de latitud Norte y de los 88,2° a los 118,3° de longitud Oeste (Tabla 2). *Zephyranthes arenicola*, *Z. chlorosolen* y *Z. longifolia* fueron las especies con la distribución más septentrional. En contraste, *S. formosissima*, *Z. brevipes* Standl., *Z. carinata*, *Z. chlorosolen*, *Z. conzattii*, *Z. fosteri*, *Z. lindleyana*, *Z. nelsonii* Greenm. y *Z. verecunda* Herb. alcanzaron la distribución más meridional. Longitudinalmente, *Z. arenicola* y *Z. longifolia* crecieron más al oeste del país, en la península de Baja California. En contraparte, *Z. chlorosolen*, *Z. citrina* Baker y *Z. orellanae* prosperaron en la península de Yucatán (Tabla 2, Fig. 2).

Hippeastrinae se documentó en un intervalo de elevación desde el nivel del mar hasta los 3508 m. (Fig. 3). El intervalo de elevación en *Zephyranthes* se registró desde el nivel del mar hasta los 3508 m. *Zephyranthes citrina*, *Z. dichromantha*, *Z. moctezumae*, *Z. nymphaea*, *Z. orellanae*, *Z. primulina*, *Z. reginae*, *Z. subflava* L.B. Spencer y *Z. tepicensis* se registraron en elevaciones de 0 a 290 m s.n.m. Por su parte, *Z. arenicola*, *Z. nelsonii* y *Z. pulchella* tuvieron intervalos de elevación por debajo de los 1000 m s.n.m. En el otro extremo, *Z. fosteri*, *Z. latissimifolia* L.B. Spencer, *Z. sessilis* Herb., *Z. verecunda* y *S. formosissima* alcanzaron elevaciones superiores a los 3000 m s.n.m. (Fig. 3).

Los registros permitieron calcular la extensión de la presencia (EOO) en 31 especies. Otras 14 tuvieron menos de tres registros y en consecuencia el EOO no fue estimado. *Zephyranthes chlorosolen* y *Z. longifolia* presentaron un intervalo de distribución amplio, con 1.203.737 km² y 1.243.942 km², respectivamente (Tabla 2). Los valores fueron mayores a 20.000 km² en 21 especies. Siete taxones tuvieron valores entre 200 y 20.000 km². En cambio, *Z. alba*, *Z. ita-andivi* y *Z. orellanae* presentaron una EOO menor a 200 km².

El área de ocupación (AOO) mostró valores contrastantes (Tabla 2). Por un lado, *S. formosissima* resultó con el valor más alto, con 1452 km². Le siguió *Z. fosteri* con un área de 736 km². Por el contrario, áreas menores a 10 km² se encontraron en *Z. bella*, *Z. crociflora*, *Z. dicromantha*, *Z. erubescens*, *Z. leucantha*, *Z. medinae*, *Z. moctezumae*, *Z. nymphaea*, *Z. primulina*, *Z. pulchella*, *Z. reginae*, *Z. subflava*, *Z. tepicensis* y *Z. vittata*. El resto de las especies tuvieron valores de AOO entre 10 y 300 km².

Los valores de máxima distancia entre dos puntos (MaxD) fueron variables (Tabla 2). En un extremo, *Z. longifolia*, *Z. chlorosolen* y *S. formosissima* presentaron valores mayores a los 2000 km. Por el contrario, en *Z. alba*, *Z. bella*, *Z. ita-andivi*, *Z. katheriniae* L.B. Spencer, *Z. orellanae*, *Z. subflava* y *Z. tepicensis* la MaxD fue menor a 100 km. *Zephyranthes arenicola*, *Z. fosteri* y *Z. lindleyana* mostraron valores superiores a los 1000 km. En el mismo sentido, 13 especies tuvieron valores de MaxD entre 100-500 km y 10 mostraron valores entre 500-1000 km de distancia máxima (Tabla 2). En nueve especies con un solo registro, el valor no fue estimado.

Análisis de riqueza

Con base en la división política estatal, la riqueza de Hippeastrinae fue heterogénea (Tabla 3). San Luis Potosí tuvo la mayor riqueza con 21 (46,67%) especies. Le siguió Hidalgo con 14 (31,11%), Oaxaca con 13 (28,89%), Querétaro con 12 (26,67%) y Puebla con 11 (24,44%). En contraste, Campeche, Sinaloa, Sonora y Tabasco tuvieron un taxón por entidad. En el resto de los estados se registraron entre dos y 10 especies (Tabla 3).

La región Neotropical albergó 29 especies y la Zona de Transición Mexicana tuvo 27. Por su parte, la región Neártica registró 22 taxones. Del mismo modo, 12 especies se restringieron a la región Neotropical, cinco a la Neártica y tres a la Zona de Transición Mexicana (Tabla 4).

Hippeastrinae se registró en las 14 provincias biogeográficas de México (Tabla 4). La Sierra Madre Oriental fue la provincia más rica con 20 (44,4%) especies. Le siguió el Desierto Chihuahuense con 19 (42,2%) y Veracruzana con 18 (40%). En el otro extremo, las provincias Californiana y Sonora solo registraron a *Z. longifolia* (Tabla 4).

Tabla 2. Rangos geográficos e intervalos de distribución de Hippeastrinae por latitud, longitud y elevación. Las especies endémicas de México se indican con asterisco (*). MaxD (km), máxima distancia entre los dos registros más distantes; EOO (km²), área de la extensión de la presencia; AOO (km²), área de ocupación.

Especie	Registros	Latitud	Longitud	Elevación (m s,n,m)	EOO (km ²)	AOO (km ²)	MaxD (km)
* <i>Sprekelia formosissima</i>	409	16,2 - 28,4	108,2 - 92,5	237-3098	880323,99	1452	2018,4
* <i>Zephyranthes alba</i>	30	19,3 - 19,4	99,2 - 99,0	2291-2474	125,93	32	24,7
* <i>Zephyranthes arenicola</i>	12	23,5 - 29,1	118,3 - 109,8	3-919	95011,27	48	1053,4
* <i>Zephyranthes bella</i>	2	21,9 - 22,1	101,5 - 101,2	2240-2279	0	8	39,7
<i>Zephyranthes brevipes</i>	11	16,1 - 18,7	97,8 - 91,7	1520-2339	53420,53	40	705,8
<i>Zephyranthes carinata</i>	11	15,9 - 20,0	97,6 - 92,2	539-2102	104939,03	40	686,2
* <i>Zephyranthes chichimeca</i>	7	23,3 - 24,2	102,3 - 99,7	1722-2705	14144,17	24	265,0
<i>Zephyranthes chlorosolen</i>	73	16,3 - 31,0	106,5 - 88,2	2-2223	1203737,15	280	2106,0
<i>Zephyranthes citrina</i>	12	17,5 - 21,4	91,4 - 88,2	0-27	43651,13	40	502,9
* <i>Zephyranthes clintiae</i>	54	18,9 - 23,7	100,9 - 96,8	422-2402	95279,59	184	670,1
* <i>Zephyranthes concolor</i>	37	19,8 - 22,3	103,2 - 98,6	1027-2575	71105,47	140	514,1
* <i>Zephyranthes konzattii</i>	12	16,7 - 17,7	98,0 - 96,5	1552-2211	8680,28	40	182,3
* <i>Zephyranthes crociflora</i>	1	25,1	101	1742	0	4	0
* <i>Zephyranthes dicromantha</i>	1	22,4	99,3	267	0	4	0
<i>Zephyranthes drummondii</i>	17	23,6 - 27,8	101,8 - 98,9	518-1930	44816,82	68	519,9
<i>Zephyranthes erubescens</i>	1	23,3	100,6	1325	0	4	0
* <i>Zephyranthes fosteri</i>	221	16,9 - 22,3	105,1 - 96,3	24-3174	274377,54	736	1042,6
* <i>Zephyranthes howardii</i>	6	21,5 - 26,3	101,4 - 98,9	71-1620	38416,87	24	586,5
* <i>Zephyranthes ita-andivi</i>	5	17,3 - 17,5	97,6 - 97,6	2060-2211	27,88	12	17,9
* <i>Zephyranthes katheriniae</i>	13	20,9 - 21,3	99,6 - 99,1	929-2444	1499,80	44	70,0
* <i>Zephyranthes latissimifolia</i>	22	19,7 - 21,9	103,9 - 100,6	1621-3154	43604,61	68	351,6
* <i>Zephyranthes leucantha</i>	1	20,9	99,2	1896	0	4	0
* <i>Zephyranthes lindleyana</i>	79	16,3 - 25,4	104,3 - 92,3	376-2676	574114,62	292	1394,4
<i>Zephyranthes longifolia</i>	60	19,9 - 31,8	116,2 - 98,8	1-2594	1243942,32	236	2145,5
* <i>Zephyranthes longituba</i>	10	21,4 - 27,9	105,6 - 99,0	350-1863	159565,43	50	959,8
* <i>Zephyranthes macrosiphon</i>	25	17,6 - 23,4	99,7 - 96,6	97-2333	80296,10	100	709,7
* <i>Zephyranthes medinae</i>	1	18,2	97,5	2073	0	4	0
* <i>Zephyranthes mexicana</i>	8	20,0 - 22,1	101,2 - 98,5	1426-2672	27291,40	28	315,3
* <i>Zephyranthes miradorensis</i>	13	18,7 - 20,5	98,3 - 96,7	51-1920	18338,55	52	221,7
* <i>Zephyranthes moctezumae</i>	1	21,3	98,8	125	0	4	0
* <i>Zephyranthes morrisclintii</i>	9	24,0 - 25,3	100,3 - 99,6	250-2262	7532,13	36	146,6
* <i>Zephyranthes nelsonii</i>	14	16,6 - 19,5	96,8 - 93,4	23-847	32400,54	56	467,9
* <i>Zephyranthes nymphaea</i>	2	22,5	99,3	269	0	4	0
* <i>Zephyranthes oaxacana</i>	11	17,2 - 18,2	97,5 - 97,0	1595-2481	2863,32	40	119,8
* <i>Zephyranthes orellanae</i>	6	21,1 - 21,3	90,0 - 89,3	0-4	199,55	12	71,8
* <i>Zephyranthes primulina</i>	2	21,2 - 21,9	99,0 - 98,4	68-118	0	8	104,9
* <i>Zephyranthes pseudoconcolor</i>	8	20,9 - 23,3	101,3 - 99,7	1296-2211	28335,26	32	288,4
<i>Zephyranthes pulchella</i>	2	24,6 - 25,8	99,3 - 97,5	10-330	0	8	226,6
* <i>Zephyranthes reginae</i>	1	21,5	98,9	97	0	4	0
* <i>Zephyranthes sessilis</i>	68	18,9 - 20,4	100,3 - 98,5	1918-3508	20808,16	212	217,2
* <i>Zephyranthes stellatorosea</i>	5	19,1 - 20,7	98,7 - 97,5	368-2140	10219,90	20	187,2
* <i>Zephyranthes subflava</i>	2	22,5	99,3 - 99,2	269-290	0	8	11,0
* <i>Zephyranthes tepicensis</i>	2	22,4 - 22,5	105,4 - 105,3	33-38	0	8	14,9
* <i>Zephyranthes verecunda</i>	71	16,7 - 20,8	101,1 - 96,7	1168-3446	99098,02	252	609,0
* <i>Zephyranthes vittata</i>	1	17,8	97,8	1770	0	4	0

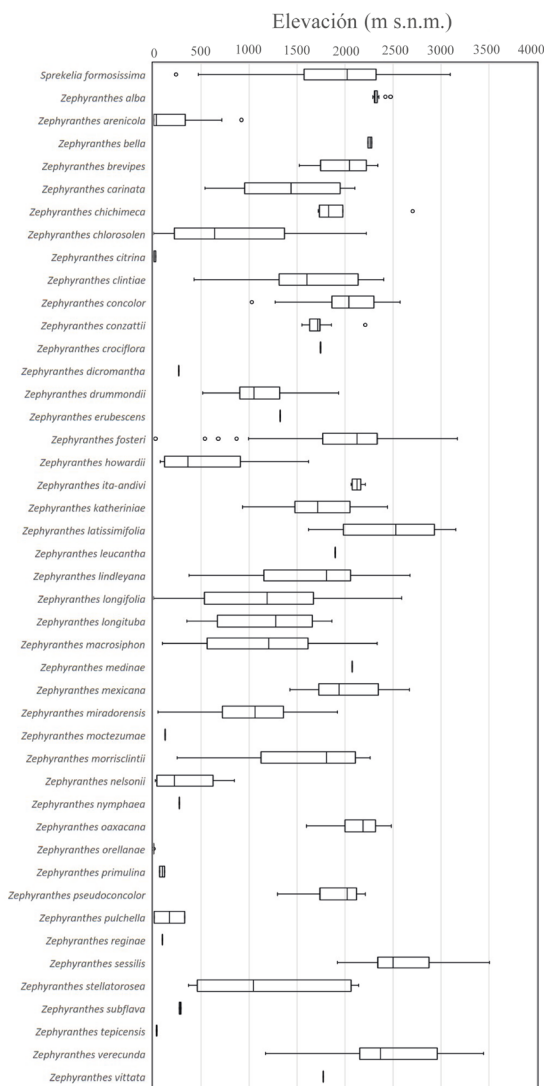


Fig. 3. Intervalos de elevación de las especies de Hippeastrinae en México.

La riqueza por tipos de vegetación mostró las preferencias ecológicas de Hippeastrinae. En el uso de suelo agrícola-acuícola, el matorral xerófilo y bosque de coníferas y encino se encontraron 26 especies por categoría y en el pastizal, 24 especies. El bosque tropical caducifolio alberga a 21 taxones, mientras que 15 especies estuvieron asociadas a ambientes antropizados. En seguida, se encontró al bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio y la vegetación

acuática y subacuática con 10, ocho y siete especies, respectivamente. Por otro lado, el bosque tropical subcaducifolio y otros tipos de vegetación registraron cuatro especies cada uno. Por último, el bosque inducido registró tres especies y dos el bosque espinoso (Tabla 5, Fig. S1).

En el análisis de riqueza de especies por cuadrícula, 929 celdas de 50 × 50 km cubrieron la extensión de México (Fig. 4A). De estas, 452 mostraron al menos un registro de Hippeastrinae, lo que representó 48,65% de la superficie analizada. El número de especies por celda varió de una a 11. Por un lado, 200 celdas registraron una sola especie, 90 a dos y 60 a tres. En contraste, dos celdas incluyeron a 10 especies y cuatro a 11 (Fig. 4B, Tabla 6).

El área de mayor riqueza de Hippeastrinae se concentró en el centro-orientado de México (Fig. 4B). Las celdas más ricas se localizaron en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí y una porción de Guanajuato y Veracruz. En la zona convergieron las provincias Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Oriental y Veracruzana. Las cuatro celdas con mayor riqueza albergaron a *S. formosissima*, *Z. chlorosolen*, *Z. clintiae*, *Z. concolor*, *Z. fosteri*, *Z. howardii* Traub., *Z. katheriniae*, *Z. leucantha*, *Z. lindleyana*, *Z. longifolia*, *Z. longituba* Flory ex Flagg et Long. Sm., *Z. macrosiphon*, *Z. mexicana* (T.M. Howard) Nic. García & Meerow, *Z. moctezumae*, *Z. reginae* y *Z. verecunda*. Contiguas a estas, se localizaron dos celdas con 10 especies, estas adicionaron a *Z. primulina* y *Z. pseudoconcolor* Flagg, G. Lom. Sm. & García-Mend. En total, seis celdas incluyeron a 18 (40%) especies (Fig. 4B, Tabla 6).

En México, las especies de Hippeastrinae se concentraron entre los 17° y 25° de latitud, pero la mayor riqueza se localizó en los 21° de latitud, donde se registraron 20 especies (Fig. 5A). Por otro lado, entre los 96° y 101° de longitud se reunieron entre 15 y 24 especies. La mayor riqueza se encontró en los 99° de longitud, donde prosperaron 24 especies (Fig. 5B). La riqueza del grupo en el gradiente de elevación se registró entre los 1501 y los 2000 m s.n.m., donde prosperaron 28 especies (Fig. 5C). Los intervalos de elevación de 0-500 y de 2001-2500 m s.n.m. registraron 24 especies cada uno. El número de especies disminuyó entre 501 a 1500 m s.n.m. y 2501 a 4000 m s.n.m.

Tabla 3. Riqueza de Hippeastrinae por estado. Abreviaturas= NR: número de registros; NG: número de géneros; NE: número de especies. El asterisco (*) indica que la especie es endémica del estado.

Estado	NR	NG	NE	Especies
San Luis Potosí	66	2	21	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes bella</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , * <i>Z. dichromantha</i> , <i>Z. erubescens</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , * <i>Z. moctezumae</i> , * <i>Z. nymphaea</i> , * <i>Z. primulina</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , * <i>Z. reginae</i> , <i>Z. subflava</i>
Hidalgo	66	2	14	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katheriniae</i> , * <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. primulina</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. stelatorrosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
Oaxaca	100	2	13	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , * <i>Z. conzatti</i> , <i>Z. fosteri</i> , * <i>Z. ita-andivi</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. verecunda</i> , * <i>Z. vitatta</i>
Querétaro	140	2	12	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Puebla	50	2	11	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , * <i>Z. medinae</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
Tamaulipas	35	2	10	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. pulchella</i> , <i>Z. subflava</i>
Guanajuato	49	2	9	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i>
Veracruz	54	2	9	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , * <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. verecunda</i>
Nuevo León	47	2	8	<i>Zephyranthes chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , * <i>Z. morrisclintii</i>
Zacatecas	28	2	8	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes bella</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i>
Coahuila	28	1	7	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> , * <i>Z. crociflora</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i>
Estado de México	103	2	7	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Chiapas	20	2	6	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. nelsonii</i>
Ciudad de México	91	2	5	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Jalisco	160	2	5	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i>
Chihuahua	21	2	4	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i>
Michoacán	90	2	4	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. verecunda</i>
Morelos	48	2	4	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Aguascalientes	14	2	3	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes concolor</i> , <i>Z. fosteri</i>
Nayarit	10	2	3	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i> , * <i>Z. tepicensis</i>
Tlaxcala	8	1	3	<i>Zephyranthes fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. verecunda</i>
Yucatán	20	1	3	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , * <i>Z. orellanae</i>
Baja California	6	1	2	<i>Zephyranthes arenicola</i> , <i>Z. longifolia</i>
Baja California Sur	21	1	2	<i>Zephyranthes arenicola</i> , <i>Z. longifolia</i>
Colima	12	2	2	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i>
Durango	27	2	2	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes longifolia</i>
Guerrero	37	2	2	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i>
Campeche	2	1	1	<i>Zephyranthes citrina</i>
Sinaloa	1	1	1	<i>Sprekelia formosissima</i>
Sonora	4	1	1	<i>Zephyranthes longifolia</i>
Tabasco	1	1	1	<i>Zephyranthes citrina</i>

Tabla 4. Riqueza de Hippeastrinae por región y provincia biogeográfica. Abreviaturas= NR: número de registros; NG: número de géneros; NE: número de especies.

Región biogeográfica	NE	Provincia biogeográfica	NR	NG	NE	Especies
Neotropical	29	Veracruzana	78	1	18	<i>Zephyranthes carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. dichromantha</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. katherinae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. moctezumae</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. nymphaea</i> , <i>Z. primulina</i> , <i>Z. reginae</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. subflava</i>
		Cuenca del Balsas	90	2	12	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. konzattii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. medinae</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. verecunda</i> , <i>Z. vittata</i>
		Tierras Bajas del Pacífico	29	2	6	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. tepicensis</i>
		Península de Yucatán	22	1	3	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. orellanae</i>
Zona de Transición Mexicana	27	Sierra Madre Oriental	186	2	20	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katherinae</i> , <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. morrisclintii</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
		Faja Volcánica Transmexicana	443	2	15	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
		Sierra Madre del Sur	110	2	13	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. konzattii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. ita-andivi</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. verecunda</i>
		Tierras Altas de Chiapas	14	2	5	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. lindleyana</i>
		Sierra Madre Occidental	38	2	3	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes concolor</i> , <i>Z. fosteri</i>
Neártica	22	Desierto Chihuahuense	290	2	19	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes bella</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. crociflora</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. erubescens</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
		Tamaulipas	30	1	8	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. morrisclintii</i> , <i>Z. pulchella</i>
		Baja California	26	1	2	<i>Zephyranthes arenicola</i> , <i>Z. longifolia</i>
		Californiana	1	1	1	<i>Zephyranthes longifolia</i>
		Sonora	2	1	1	<i>Zephyranthes longifolia</i>

Tabla 5. Riqueza de especies por usos del suelo y tipos de vegetación. Abreviaturas= NR: número de registros; NG: número de géneros; NE: número de especies.

Uso del suelo / tipo de vegetación	NR	NG	NE	Especies
Agrícola-acuícola	340	2	26	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. arenicola</i> , <i>Z. brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. conzattii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. ita-andivi</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. morrisclintii</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. primulina</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
Bosque de coníferas y encino	348	2	26	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. conzattii</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. ita-andivi</i> , <i>Z. katherinae</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. morrisclintii</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i> , <i>Z. vittata</i>
Matorral xerófilo	188	2	26	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. arenicola</i> , <i>Z. bella</i> , <i>Z. brevipes</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. crociflora</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. erubescens</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. medinae</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. morrisclintii</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. pulchella</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Pastizal	202	2	24	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chichimeca</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. drummondii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. katherinae</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. stellatorosea</i> , <i>Z. verecunda</i>
Bosque tropical caducifolio	132	2	21	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. conzattii</i> , <i>Z. dichromantha</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. oaxacana</i> , <i>Z. primulina</i> , <i>Z. reginae</i> , <i>Z. subflava</i> , <i>Z. tepicensis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Ambientes antropizados	60	2	15	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes alba</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. conzattii</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. pulchella</i> , <i>Z. sessilis</i> , <i>Z. verecunda</i>
Bosque mesófilo de montaña	32	2	10	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes brevipes</i> , <i>Z. carinata</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. miradorensis</i> , <i>Z. stellatorosea</i>
Bosque tropical perennifolio	13	2	8	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes carinata</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. nelsonii</i>
Vegetación acuática y subacuática	13	1	7	<i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. latissimifolia</i> , <i>Z. moctezumae</i> , <i>Z. nelsonii</i> , <i>Z. nymphaea</i> , <i>Z. orellanae</i>
Bosque tropical subcaducifolio	4	2	4	<i>Sprekelis formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. citrina</i> , <i>Z. tepicensis</i>
Otros tipos de vegetación	8	2	4	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes arenicola</i> , <i>Z. chlorosolen</i> , <i>Z. longifolia</i>
Bosque inducido	13	2	3	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes fosteri</i> , <i>Z. sessilis</i>
Bosque espinoso	6	1	2	<i>Zephyranthes longifolia</i> , <i>Z. orellanae</i>

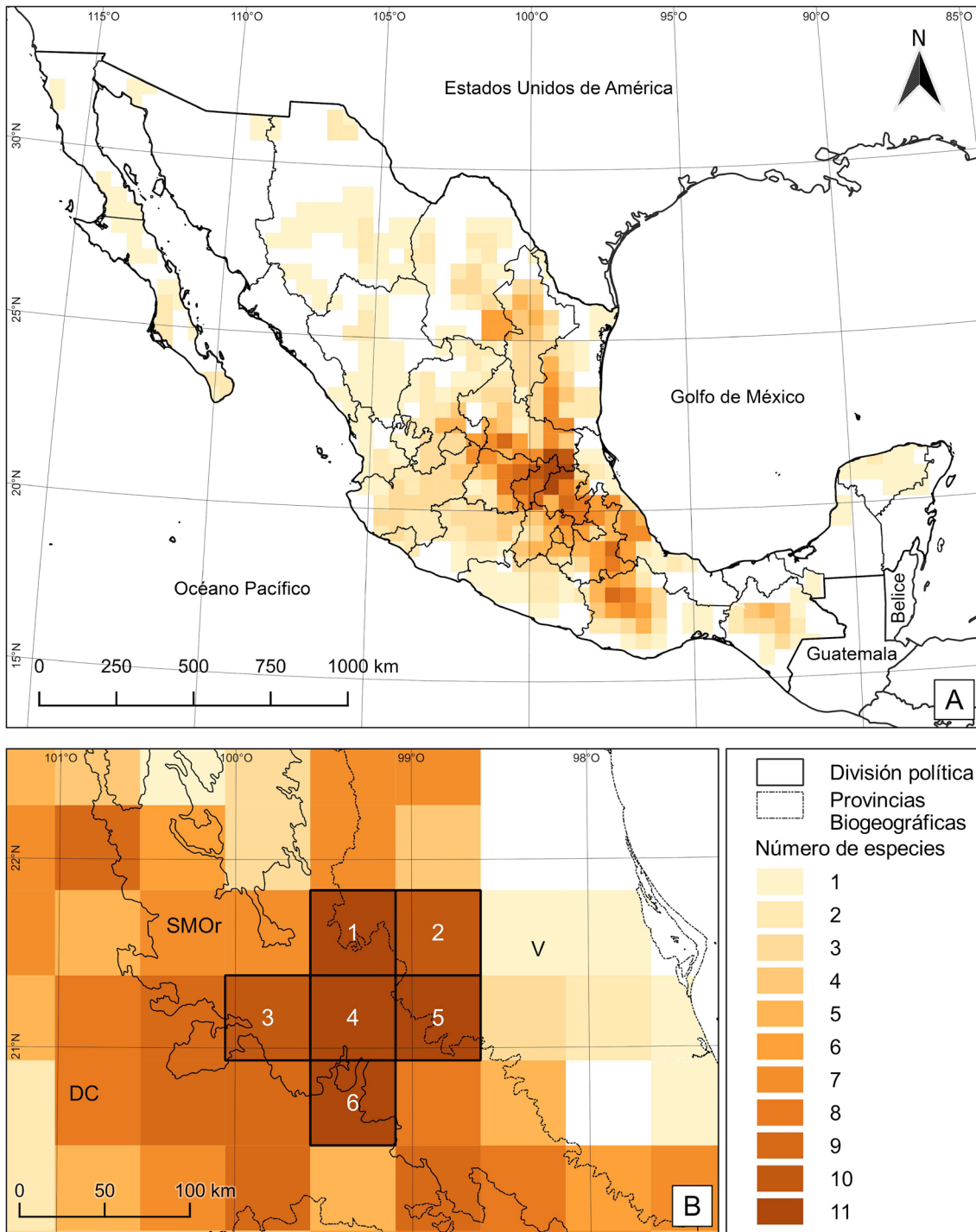


Fig. 4. Riqueza de Hippeastrinae en México. A: riqueza por celdas de 50 x 50 km. B: área de mayor riqueza.

Tabla 6. Riqueza de especies de las celdas con mayor diversidad. Las celdas corresponden a las de la Fig. 4B.

Número de especies	Celda	Estado y municipio	Especies
11	1	Querétaro: Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros; San Luis Potosí: Aquismón, Ciudad Valles, Lagunillas, Rayón, Santa Catarina, Tamasopo, Xilitla	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. reginae</i>
11	4	Hidalgo: Jacala de Ledezma, La Misión, Pacula, Zimapán; Querétaro: Arroyo Seco, Cadereyta de Montes, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles, San Joaquín; San Luis Potosí: Xilitla	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longituba</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i>
11	5	Hidalgo: Calnali, Chapulhuacán, Huejutla de Reyes, Jacala de Ledezma, La Misión, Lolotla, Molango de Escamilla, Pisaflores, San Felipe Orizatlán, Tepehuacán de Guerrero, Tlahuitepa, Tlanchinol; Querétaro: Landa de Matamoros; San Luis Potosí: Axtla de Terrazas, Matlapa, San Martín Chalchicuautla, Tamazunchale, Tampacán, Xilitla	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. moctezumae</i> , <i>Z. reginae</i>
11	6	Hidalgo: Alfajayucan, Cardonal, Huichapan, Ixmiquilpan, Jacala de Ledezma, Nicolás Flores, Pacula, Tasquillo, Tecozautla, Tlahuitepa, Zimapán; Querétaro: Cadereyta de Montes, San Joaquín	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. leucantha</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. longifolia</i> , <i>Z. mexicana</i> , <i>Z. verecunda</i>
10	2	San Luis Potosí: Aquismón, Axtla de Terrazas, Ciudad Valles, Coxcatlán, Huehuatlán, San Antonio, San Martín Chalchicuautla, San Vicente Tancuayalab, Tampacán, Tampamolón Corona, Tamuín, Tancanhuitz, Tanlajás, Tanquián de Escobedo, Xilitla; Veracruz: Tempoal	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. howardii</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. moctezumae</i> , <i>Z. primulina</i> , <i>Z. reginae</i>
10	3	Guanajuato: Artarjea, Santa Catarina, Tierra Blanca, Xichú; Querétaro: Arroyo Seco, Cadereyta de Montes, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín, Tolimán	<i>Sprekelia formosissima</i> , <i>Zephyranthes chlorosolen</i> , <i>Z. clintiae</i> , <i>Z. concolor</i> , <i>Z. fosteri</i> , <i>Z. katheriniae</i> , <i>Z. lindleyana</i> , <i>Z. macrosiphon</i> , <i>Z. pseudoconcolor</i> , <i>Z. verecunda</i>

DISCUSIÓN

En México se registraron 45 especies de *Zephyranthes* (Tabla 1). Si consideramos que Hippeastrinae agrupa a 277 especies (García *et al.*, 2019a), las especies mexicanas representan 16,2% del grupo. Al comparar el endemismo (36 especies), el porcentaje alcanza 13%. Villaseñor (2016) registró 113 especies de Amaryllidaceae en México, Hippeastrinae contribuye con 37%, de las cuales 29% son endémicas. Aunque existen estudios monográficos y florísticos de Amaryllidaceae e Hippeastrinae para México, este trabajo es el primero en analizar su riqueza y distribución mediante el uso de SIG. Análisis biogeográficos realizados en otros grupos permiten comparar el número

de registros. Rodríguez *et al.* (2018) analizaron 25.579 registros de angiospermas. Del mismo modo, Cuéllar-Martínez & Sosa (2016) y Sosa & Loera (2017) emplearon 2593 y 2650 registros de monocotiledóneas geófitas, respectivamente. En estos tres estudios se incluye a Hippeastrinae. El primero analizó 651 registros, mientras que los dos restantes incluyeron a 87. A pesar de su breve periodo de floración, Hippeastrinae está bien representada en colecciones biológicas y en la base de datos. Sin embargo, en ocho especies se tiene registro de una localidad, lo que evidencia la rareza de algunas especies. Las colecciones biológicas fueron una fuente de información para reconocer la distribución y áreas de riqueza de Hippeastrinae en México.

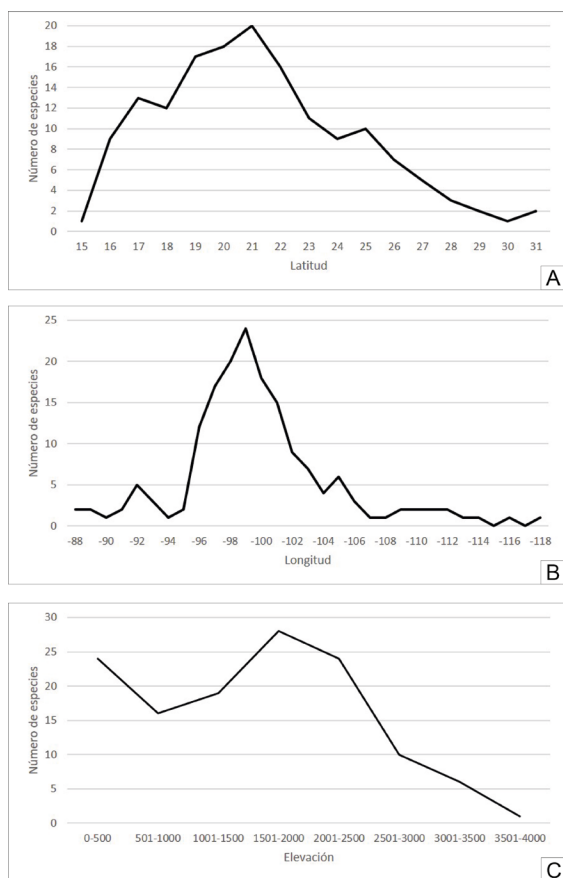


Fig. 5. Riqueza de Hippeastrinae por latitud, longitud y elevación. **A:** latitud. **B:** longitud. **C:** elevación.

Distribución geográfica de Hippeastrinae

La Zona de Transición Mexicana es un área de traslape entre la biota Neártica y Neotropical. En México, Halffter *et al.* (2009) propusieron cinco patrones generales de distribución de la biota: paleoamericano, neártico, neotropical antiguo, neotropical moderno y mesoamericano de montaña. Hippeastrinae mostró el patrón neotropical moderno. Es decir, el surgimiento del Istmo de Panamá representó el puente para la migración de los taxones desde América del Sur hacia América del Norte (Meerow *et al.*, 2000). Al llegar a México, el grupo diversificó en ambientes tropicales y montañosos dentro de la Zona de Transición Mexicana. Aunque también radió en

la región Neotropical. Análisis de biogeografía histórica ayudarían a comprender la distribución y especiación de Hippeastrinae en México.

Zephyranthes es un género diverso en el oriente y centro de México. Por el contrario, está ausente en los estados de Sinaloa y Quintana Roo (Fig. 2). *Sprekelia formosissima* tiene la distribución geográfica más amplia y crece a lo largo de la Zona de Transición Mexicana y regiones adyacentes del Desierto Chihuahuense, Cuenca del Balsas y Tierras Bajas del Pacífico (Fig. 2A). Su variación morfológica ha llevado a algunos autores a proponer a *S. howardii* Lehmiller y *S. clintiae* Traub como taxones diferentes, reconociendo tres especies para México (Traub, 1965; Lehmiller, 2000; Villaseñor, 2016). Sin embargo, un análisis de variación genética no pudo separar a los tres taxones (Velasco-Ramírez, 2017). En consecuencia, *S. formosissima* tiene una distribución extensa, está adaptada a diferentes hábitats y exhibe una amplia plasticidad fenotípica. *Sprekelia formosissima* fue citada para Guatemala (López-Ferrari & Espejo-Serna, 2002), no obstante, los resultados de la presente contribución la rescataron como endémica de México. Durante la revisión de ejemplares de herbario se encontraron registros cercanos a la frontera con Guatemala mal identificados. Por otro lado, no se tiene la certeza de que el registro en Chiapas sea silvestre. En caso de que el ejemplar provenga de material cultivado, Oaxaca representaría el límite sur en la distribución de *S. formosissima* y el istmo de Tehuantepec sería una barrera biogeográfica para esta especie. *Zephyranthes chlorosolen*, *Z. drummondii* D. Don, *Z. longituba* y *Z. morrisclintii* siguen un patrón de distribución por la vertiente del Golfo de México y extienden su distribución al noreste del país. *Zephyranthes bella*, *Z. fosteri*, *Z. latissimifolia*, *Z. sessilis* y *Z. verecunda* producen flores sésiles. Todas crecen en el centro del país, su distribución alcanza elevaciones entre los 24 y 3508 m. *Zephyranthes dichromanta*, *Z. nymphaea*, *Z. primulina*, *Z. reginae* y *Z. subflava* tienen perianto amarillo y son exclusivas de la provincia Veracruzana en el estado de San Luis Potosí y una porción de Tamaulipas e Hidalgo. Asimismo, *Z. moctezumae*, con perianto blanco, es endémico de San Luis Potosí y de la provincia Veracruzana. *Zephyranthes alba*, *Z. concolor*, *Z. mexicana* y *Z. pseudoconcolor* son similares morfológicamente.

La primera es endémica de la Ciudad de México y la Faja Volcánica Transmexicana. Por otro lado, *Z. concolor* tiene una distribución más amplia en el Desierto Chihuahuense, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y las Tierras Bajas del Pacífico. La distribución de *Z. pseudoconcolor* es más septentrional, crece en el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Oriental. Ambas traslapan su distribución en los estados de San Luis Potosí y Guanajuato. Finalmente, *Z. mexicana* crece en ambientes templados, en Desierto Chihuahuense, Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre Oriental.

Diez taxones extienden su distribución fuera de México. *Zephyranthes chlorosolen*, *Z. drummondii*, *Z. erubescens*, *Z. longifolia* y *Z. pulchella* se comparten con Estados Unidos de América. Mientras que, *Z. brevipes* también se registra en Guatemala (Standley, 1929; Standley & Steyemark, 1952). Asimismo, *Z. carinata* se ha registrado en las Antillas, Costa Rica y Guatemala. Por otro lado, *Z. citrina* también prospera en las Antillas, Guyana, Honduras y Panamá (Tropicos, 2022). *Zephyranthes carinata* y *Z. citrina* son cultivadas, por lo que es difícil establecer si los registros de su distribución son de poblaciones silvestres o naturalizadas (Hume, 1939). Carnevali *et al.* (2010) sugieren que las poblaciones mexicanas de *Z. citrina* podrían ser las únicas silvestres. Mientras que, las poblaciones silvestres de *Z. carinata* estarían en México y Centro América (Hume, 1939). *Zephyranthes lindleyana* extiende su distribución a Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras (Tropicos, 2022). Finalmente, Espejo-Serna & López Ferrari (1993) y Villaseñor (2016) registraron a *Z. verecunda* en Guatemala. Sin embargo, no existe material de herbario que respalde su presencia en dicho país. Los resultados de este trabajo indican que el límite sur de su distribución es Oaxaca, por lo que probablemente se trata de una especie endémica.

Los valores de extensión de la presencia (EOO), área de ocupación (AOO) y máxima distancia (MaxD) evalúan las áreas de distribución y la extensión de los rangos geográficos (Vargas-Amado *et al.*, 2013). EOO y MaxD muestran que *Z. longifolia*, *Z. chlorosolen*, *S. formosissima* y *Z. lindleyana* tienen una amplia extensión del área geográfica, al igual que la distribución geográfica

general de las localidades en las que estas especies ocurren (Gaston & Fuller, 2009; Tabla 2). Por otro lado, AOO infiere que el tamaño relativo de las poblaciones es amplio para *S. formosissima*, *Z. fosteri*, *Z. lindleyana* y *Z. chlorosolen*. El número de registros y la distribución de los mismos influye en los resultados de EOO. *Zephyranthes alba*, *Z. ita-andivi* y *Z. orellanae* tienen EOO menores a 200 km², en *Z. alba* se debe a que los registros son continuos, únicamente se registra en Ciudad de México, de igual manera, *Z. ita-andivi* y *Z. orellanae* cuentan con cinco y seis registros, respectivamente, y estos son continuos. Por otro lado, *Z. stellatorosea* G. Lom. Sm., Spurrier, Flagg & Espejo también tiene cinco registros, pero estos se encuentran discontinuos, lo que resulta en una EOO de 10.219,903 km².

Riqueza de Hippeastrinae

México representa un centro de radiación evolutiva y endemismo de *Zephyranthes* subg. *Zephyranthes* (García *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2018), pero su distribución es heterogénea. El estado de San Luis Potosí registró la mayor riqueza, albergó 21 especies, lo que equivale a 46,67% de ellas. Cinco especies de *Zephyranthes* restringieron su distribución dentro de sus límites políticos y representa el valor más alto de endemismo (Tabla 3). Villaseñor (2016) registra 42 especies endémicas para el estado, por lo que Hippeastrinae contribuye con 12%. Para San Luis Potosí y regiones adyacentes, De-Nova *et al.* (2018) registraron 11 especies endémicas de Hippeastrinae. En el estado, la topografía varía desde las planicies de la provincia Veracruzana, las montañas de la Sierra Madre Oriental, hasta el altiplano del Desierto Chihuahuense. La variedad fisiográfica, topográfica, climática y edafológica contribuye a la riqueza de especies y endemismos (De-Nova *et al.*, 2018). Rzedowski (1993) sugiere que el endemismo en México se concentra en las zonas áridas. Por ejemplo, Cactaceae ha diversificado en zonas áridas y semiáridas y es rica en especies y endemismos en San Luis Potosí. Adicionalmente, los suelos yesosos han favorecido el endemismo dentro del estado (Sosa & De-Nova, 2012; De-Nova, 2018). En contraste, el endemismo de Hippeastrinae fue localizado en el bosque tropical caducifolio y la vegetación acuática y subacuática en las planicies de la provincia Veracruzana.

Sumando 20 especies, el análisis de riqueza por provincia biogeográfica recuperó a la Sierra Madre Oriental con la mayor diversidad de Hippeastrinae. Con una distribución heterogénea, Villaseñor (2016) estima en 6600 especies la riqueza de plantas vasculares nativas de esta provincia y Cuéllar-Martínez & Sosa (2016) encuentran 23 especies de Amaryllidaceae. La Sierra Madre Oriental es un sistema montañoso paralelo a la costa del Golfo de México entre el centro y noreste del país (Ferrusquía-Villafranca, 1993; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2004). Esta cadena montañosa tiene una superficie aproximada de 60978,34 km², una amplia variedad topográfica y un intervalo de elevación entre 200 y 3600 m s.n.m. (Suárez-Mota *et al.*, 2017). Además, contiene 99% de los climas registrados en México (Hernández-Cerda & Carrasco-Anaya, 2004). Asimismo, la presencia de valles y cañones favorece el desarrollo de elementos tropicales en elevaciones altas (Arreguín-Sánchez & Fernández-Nava, 2004; Morrone, 2005; Rzedowski, 2006). Este conjunto de características ha permitido el establecimiento de diferentes tipos de vegetación y favorecido la diversificación de Hippeastrinae.

A nivel global, la riqueza de especies de angiospermas está relacionada con la diversidad climática (Francis & Currie, 2003). En México, la riqueza y endemismo de monocotiledóneas geófitas fue analizada por Sosa & Loera (2017). Los resultados indican que la riqueza de especies está relacionada con el clima actual, mientras que el endemismo se relaciona con la topografía y la estabilidad en la precipitación. Dentro de la Sierra Madre Oriental, Suárez-Mota *et al.* (2017) identificaron 277 dominios climáticos. También encontraron una relación geográfica entre la diversidad de dominios climáticos y la riqueza de especies de Asteraceae. Dos áreas con mayor riqueza climática fueron identificadas, una al norte de la Sierra Madre Oriental y la otra en la porción sur. En ambas, el número estimado de dominios climáticos es de 24 a 40. El área de riqueza de Hippeastrinae corresponde con la segunda. Por lo tanto, la riqueza de Hippeastrinae dentro de la Sierra Madre Oriental podría estar relacionada con la diversidad climática.

Hippeastrinae es muy diversa en el bosque de coníferas y encino, matorral xerófilo y el uso de suelo agrícola-acuícola (Tabla 5, Fig. S1).

Rzedowski (1991) encuentra que el bosque de coníferas y encino es el más rico en especies con aproximadamente 24% de la riqueza vegetal de México. En cambio, si se analiza por unidad de superficie, el bosque mesófilo y el bosque tropical perennifolio son los más diversos. La tribu Tigridieae (Iridaceae) presenta las mismas preferencias ecológicas que Hippeastrinae (Munguía-Lino *et al.*, 2015). Ambos grupos siguen el patrón general de las monocotiledóneas geófitas, las cuales se desarrollan en el bosque de coníferas y encino, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Cuéllar-Martínez & Sosa, 2016). Los cormos, bulbos y rizomas permanecen enterrados en el estiaje, mientras que la parte aérea se desarrolla cuando las condiciones de humedad son favorables. Esto permite el desarrollo de las geófitas en ambientes con estacionalidad marcada (Cuéllar-Martínez & Sosa, 2016; Howard *et al.*, 2019). Por otro lado, la apertura de áreas con fines agrícolas da lugar al establecimiento de plantas que no podrían desarrollarse en bosques cerrados (Danin, 2013). Esta sería una de las razones por la cual Hippeastrinae resultó diverso en el uso de suelo agrícola-acuícola; otra razón podría ser que, en nuestro estudio, abundan registros colectados a orillas de caminos, de campos de cultivo y en sitios abiertos.

En México, la Faja Volcánica Transmexicana ha sido importante para la diversificación de algunos grupos de angiospermas (Rodríguez *et al.*, 2018). Para las monocotiledóneas geófitas no ha sido la excepción (Cuéllar-Martínez & Sosa, 2016; Sosa & Loera, 2017), en particular la tribu Tigridieae (Iridaceae, Munguía-Lino *et al.*, 2015). Del mismo modo, *Solanum* L. sección *Petota* (Hijmans & Spooner, 2001), *Lycianthes* (Dunal) Hassl. serie *Meizonodontae* (Anguiano-Constante *et al.*, 2018) y *Cosmos* Cav. (Vargas-Amado *et al.*, 2013) encuentran la mayor diversidad dentro de esta provincia. Por otro lado, el análisis de riqueza por cuadrícula demostró que el área de mayor riqueza de Hippeastrinae se encuentra principalmente en Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, en la porción sur de la Sierra Madre Oriental y la confluencia del Desierto Chihuahuense y Veracruzana (Fig. 4). El género *Dahlia* Cav. tiene dos áreas de mayor diversidad en México: la primera en la Sierra Madre Oriental y Desierto Chihuahuense y la segunda en la Cuenca del Balsas y Sierra Madre

del Sur (Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). Hippeastrinae y *Dahlia*, dos grupos de geófitas, comparten las celdas de mayor riqueza dentro de Sierra Gorda. Cabe resaltar que la celda con el mayor número de observaciones (76-94) se localiza en la Faja Volcánica Transmexicana.

Latitudinalmente, Hippeastrinae es un grupo rico en especies entre los 19° y 22° N (16-20 spp.). Esta observación coincide con el área de mayor riqueza resultante en el análisis por cuadrícula. En el caso de la longitud, la riqueza se concentró en los 99° O (24 spp.). La observación demuestra que el grupo es diverso en el oriente del país, especialmente en la porción sur de la Sierra Madre Oriental. Por elevación, la riqueza de especies se encontró entre los 0-500 m s.n.m. (24 spp.), de 1501-2000 m s.n.m. (28 spp.) y de los 2001-2500 m s.n.m. (24 spp.). Esto representa la amplitud del intervalo de elevación en el que pueden desarrollarse los taxones, así como la afinidad neotropical de algunas especies, que prosperan por debajo de los 500 m s.n.m. Por otro lado, entre los 1500-1700 m s.n.m. se encuentra el límite superior del bosque tropical caducifolio y el inferior del bosque de coníferas y encino (Pennington & Sarukhán, 2005). Hippeastrinae muestra un desarrollo óptimo en ambos tipos de vegetación.

CONCLUSIONES

Este es el primer trabajo que estima la riqueza y distribución de Hippeastrinae en México basados en estado, región y provincia biogeográfica, tipo de vegetación, latitud, longitud, elevación y cuadrícula. También se determinaron los valores de EOO, AOO y máxima distancia y se identificaron los sitios con alta riqueza de especies. En México se registran 45 especies de Hippeastrinae. Nuestros resultados mostraron que las especies mexicanas representan 16,2% del grupo y un endemismo de 13%. San Luis Potosí es el estado con mayor riqueza de la subtribu. Hippeastrinae presenta un patrón de distribución y riqueza de tipo neotropical moderno, con una concentración de especies en la región Neotropical y la Zona de Transición Mexicana. La Sierra Madre Oriental es la provincia con mayor riqueza. La variación climática y topográfica ha facilitado la diversificación del grupo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

ARC y CVI planificaron el estudio. CVI realizó la captura y revisión de datos. CVI y GML realizaron los análisis biogeográficos. Todos los autores contribuyeron en la redacción y revisión del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

A J.L. León de la Luz, A. Castro-Castro, R. Domínguez-Yescas, A.K. Gudiño-Cano, G. Carnevali, L. Hernández-Sandoval, P. Carrillo-Reyes, A. Mora-Olivo y F. Aguilar-Galván por las fotografías proporcionadas. El Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal (LaniVeg) y la Pacific Bulb Society (PBS) apoyaron económicamente este proyecto en 2018.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO-CÁRDENAS, L. O. & A. GARCÍA-MENDOZA. 2008. Una especie nueva de *Habranthus* (Amaryllidaceae, Hippeastreae) para la Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Novon* 18: 283-286. <https://doi.org/10.3417/2006086>
- ANGUIANO-CONSTANTE, M. A., G. MUNGUÍ-LINO, E. ORTIZ, J. L. VILLASEÑOR & A. RODRÍGUEZ. 2018. Riqueza, distribución geográfica y conservación de *Lycianthes* serie *Meizonodontae* (Capsiceae, Solanaceae). *Rev. Mex. Biodivers.* 89: 516-529. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.2.2340>
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, M. L. & R. FERNÁNDEZ-NAVA. 2004. Flora de la Sierra Gorda, Querétaro. En: LUNA, I., J. J. MORRONE & D. ESPINOSA (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, pp.193-214. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.
- BACHMAN, S., J. MOAT, A. W. HILL, J. DE LA TORRE & B. SCOTT. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys* 150: 117-126. <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- BAKER, J. G. 1881. *Zephyranthes macrosiphon*. *The Gardeners' Chronicle, new series* 16: 70.
- BAKER, J. G. 1882. *Zephyranthes citrina*. *Bot. Mag. [sic]*. 108: pl. 6605.

- BRANDEGEE, T.S. 1889. *Zephyranthes arenicola*. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 2: 205.
- CARNEVALI, G., H. DUNO, J. L. TAPIA & I. M. RAMÍREZ. 2010. Reassessment of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae) in the Yucatan Peninsula including a new species, *Z. orellanae*. *J. Torrey Bot. Soc.* 137: 39-48. <https://doi.org/10.3159/08-RA-074.1>
- CARRASCO-ORTIZ, M., G. MUNGUÍA-LINO, A. CASTRO-CASTRO, G. VARGAS-AMADO, ... & A. RODRÍGUEZ. 2019. Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Bot. Mex.* 126: e1354. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1354>
- CUÉLLAR-MARTÍNEZ, M. & V. SOSA. 2016. Diversity patterns of monocotyledonous geophytes in Mexico. *Bot. Sci.* 94: 687-699. <https://doi.org/10.17129/botsci.763>
- DANIN, A. 2013. Near East ecosystems, plant diversity. En: LEVIN, S. A. (ed.), *Encyclopedia of biodiversity* (Second edition), pp. 478-487. Academic Press, Amsterdam. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00195-7>
- DE-NOVA, J. A., P. CASTILLO-LARA, A. K. GUDIÑO-CANO & J. GARCÍA-PÉREZ. 2018. Flora endémica del estado de San Luis Potosí y regiones adyacentes en México. *Árido-Ciencia* 3: 21-41.
- ESPEJO-SERNA, A. 2012. El endemismo en las Liliopsida mexicanas. *Acta Bot. Mex.* 100: 195-257. <https://doi.org/10.21829/abm100.2012.36>
- ESPEJO-SERNA, A. & A. R. LÓPEZ-FERRARI. 1993. *Las monocotiledóneas mexicanas: una sinopsis florística: lista de referencia*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Distrito Federal.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1993. Geology of Mexico: a synopsis. En: RAMAMOORTHY, T. P. et al. (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, pp. 3-107. Oxford University Press, Nueva York.
- FLAGG, R. O. & G. L. SMITH. 2009. A new Mexican *Habranthus* (Amaryllidaceae) and a key to the *Habranthus* of Mexico and Southwestern USA. *Herbertia* 63: 174-180.
- FLAGG, R. O. & G. L. SMITH. 2010. A new Mexican *Zephyranthes* (Amaryllidaceae). *Herbertia* 64: 117-124.
- FLAGG, R. O., G. L. SMITH & W. S. FLORY. 2002. *Zephyranthes*. En: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE (eds.), *Flora of North America North of Mexico*, vol. 26, pp. 296-303. Oxford University Press, Nueva York.
- FLAGG, R. O., G. L. SMITH & A. W. MEEROW. 2010. New combination in *Habranthus* (Amaryllidaceae) in Mexico and Southwestern USA. *Novon* 20: 33-34. <https://doi.org/10.3417/2008049>
- FLAGG, R. O., G. L. SMITH & A. J. GARCÍA-MENDOZA. 2018. *Zephyranthes pseudoconcolor* (Amaryllidaceae: Amaryllidoideae), a new species from Mexico, and clarification of *Z. concolor*. *Novon* 26: 290-297. <https://doi.org/10.3417/2018170>
- FLAGG, R. O., G. L. SMITH & A. J. GARCÍA-MENDOZA. 2019. Two new white-flowered Mexican *Zephyranthes* species (Amaryllidaceae: Amaryllidoideae) with different breeding system. *Novon* 27: 222-230. <https://doi.org/10.3417/2019380>
- FRANCIS, A. P. & D. J. CURRIE. 2003. A globally consistent richness-climate relationship for angiosperms. *Amer. Naturalist*. 161: 523-536. <https://doi.org/10.1086/368223>
- GALVÁN, R. 2001. Amaryllidaceae. En: CALDERÓN DE RZEDOWSKI, G. & J. RZEDOWSKI (eds.), *Flora fanerogámica del Valle de México*, 2ª. ed., pp. 1255-1259. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro.
- GARCÍA, N., A. W. MEEROW, D. E. SOLTIS & P. M. SOLTIS. 2014. Testing deep reticulate evolution in Amaryllidaceae tribe Hippeastreae (Asparagales) with ITS and chloroplast sequence data. *Syst. Bot.* 39: 75-89. <https://doi.org/10.1600/036364414X678099>
- GARCÍA, N., R. A. FOLK, A. W. MEEROW, S. CHAMALA, ... & P. S. SOLTIS. 2017. Deep reticulation and incomplete lineage sorting obscure the diploid phylogeny of rain-lilies (Amaryllidaceae tribe Hippeastreae). *Molec. Phylog. Evol.* 111: 231-247. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.04.003>
- GARCÍA, N., A. W. MEEROW, S. ARROYO-LEUEBERG, R. S. OLIVEIRA, ... & W. S. JUDD. 2019a. Generic classification of Amaryllidaceae tribe Hippeastreae. *Taxon* 1-18. <https://doi.org/10.1002/tax.12062>
- GARCÍA, N., A. W. MEEROW, S. ARROYO-LEUEBERG & W. S. JUDD. 2019b. Proposal to conserve *Zephyranthes* (Amaryllidaceae), nom. cons. Against an additional name, *Sprekelia*. *Taxon* 68: 596. <https://doi.org/10.1002/tax.12079>
- GARCÍA-MENDOZA, A., P. TENORIO & J. REYES. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la

- Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Bot. Mex.* 27: 53-73.
<https://doi.org/10.21829/abm27.1994.710>
- GARCÍA-MENDOZA, A. 2021. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Amaryllidaceae. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Ciudad de México.
<https://doi.org/10.22201/ib.9786073046923e.2021>
- GASTON, K. J. & R. A. FULLER. 2009. The sizes of species' geographic ranges. *J. Appl. Ecol.* 46: 1-9.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01596.x>
- GOOGLE. 2022. Google Earth Pro software v. 7.3.6. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/> [Acceso: 13 diciembre 2022].
- GREENMAN, J. M. 1988a. *Zephyranthes konzattii*. *Proc. Amer. Acad. Arts.* 33: 473.
- GREENMAN, J. M. 1988b. *Zephyranthes nelsonii*. *Proc. Amer. Acad. Arts.* 33: 473.
- HALFFTER, G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana: relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomol. Mex.* 35: 1-64.
- HALFFTER, G., J. LLORENTE-BOUSQUETS & J. J. MORRONE. 2009. La perspectiva biogeográfica histórica. En: SARUKHÁN, J. (ed.), *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad, pp. 67-86. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.113645>
- HANSEN, B., K. LARSEN & S. E. OLSEN. 1997. Protologues in seed catalogues from Botanic Garden Copenhagen 1843-1875. *Biol. Skr.* 47: 1-53.
- HERBERT, W. 1825a. *Zephyranthes verecunda*. *Bot. Mag. [sic]*. 52: t. 2583.
- HERBERT, W. 1825b. *Zephyranthes carinata*. *Bot. Mag. [sic]*. 52: t. 2594.
- HERNÁNDEZ-CERDA, M.E. & G. CARRASCO-ANAYA. 2004. Climatología. En: LUNA, I. *et al.* (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, pp. 63-108. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.
- HIJMANS, R. J. & D. M. SPOONER. 2001. Geographic distribution of wild potato species. *Amer. J. Bot.* 88: 2101-2112. <https://doi.org/10.2307/3558435>
- HIJMANS, R. J., L. GUARINO, C. BUSSINK, P. MATHUR, ... & E. ROJAS. 2004. DIVA-GIS versión 4. Un sistema de información geográfica para el análisis de distribución de especies. Manual. Centro Internacional de la Papa, Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales, Lima, Perú.
- HOWARD, C. C., A. F. RYAN, J. M. BEAULIEU & N. CELLINESE. 2019. The monocotyledonous underground: global climatic and phylogenetic patterns of geophyte diversity. *Amer. J. Bot.* 106: 1-14. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1289>
- HOWARD, T. M. 1990. A new species and transfer in *Habranthus*. *Herbertia* 46: 115-117.
- HOWARD, T. M. 1993. *Zephyranthes leucantha* T.M. Howard, sp. nov., a new white-flowered rain lily species from east-central Mexico. *Herbertia* 49: 94-95.
- HOWARD, T. M. 1996a. Two new *Zephyranthes* species from Mexico. *Herbertia* 51: 38-41.
- HOWARD, T. M. 1996b. Two new mexican *Habranthus* species and a review of the mexican *Habranthus*. *Herbertia* 51: 42-47.
- HOWARD, T. M. 2001. *Bulbs for warm climates*. University of Texas Press, Austin.
<https://doi.org/10.7560/731257>
- HOWARD, T. M. & S. OGDEN. 1990. Six new species of *Zephyranthes*. *Herbertia* 46: 105-114.
- HUME, H. H. 1939. *Zephyranthes* of the West Indies. *Herbertia* 6: 120-135.
- INEGI. 2012. Áreas geoestadísticas municipales, 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI. 2016. División política estatal 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI. 2021. Uso del suelo y vegetación 1:250000, Serie VII (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- JSTOR. 2022. Global Plants. Disponible en: <https://plants.jstor.org/> [Acceso: 6 diciembre 2022].
- LAVOIE, C. 2013. Biological collections in an ever changing world: herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 15: 68-76.
<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2012.10.002>
- LEHMILLER, D. J. 2000. A new species of *Sprekelia* (Amaryllidaceae). *Herbertia* 54: 228-231.
- LÓPEZ-FERRARI, A. R. & A. ESPEJO-SERNA. 2002. *Amaryllidaceae. Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología A.C., Xalapa.
- MCVAUGH, R. 1989. Liliaceae. En: ANDERSON, W. (ed.), *Flora Novo-Galiciana. A descriptive account*

- of the vascular plants of western Mexico*, pp. 120-293. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- MEEROW, A. W. 2010. Convergence or reticulation? Mosaic evolution in the canalized American Amaryllidaceae. En: SEBERG, O. *et al.* (eds.), *Diversity, phylogeny, and evolution in the monocotyledons*, pp. 145-168. Aarhus University Press, Aarhus.
- MEEROW, A. W. & D. A. SNIJMAN. 1998. Amaryllidaceae. En: KUBITZKI, K (ed.), *The families and genera of vascular plants. Flowering plants, Monocotyledons, Liliaceae (except Orchidaceae)*, pp. 83-110. Springer, Berlin.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-03533-7_11
- MEEROW, A. W., M. F. FAY, C. L. GUY, Q. B. LI, ... & M. W. CHASE. 1999. Systematics of Amaryllidaceae based on cladistic analysis of plastid *rbcL* y *trnL-F* sequence data. *Amer. J. Bot.* 86: 1325-1345. <https://doi.org/10.2307/2656780>
- MEEROW, A. W., C. L. GUY, Q. B. LI & S. L. YANG. 2000. Phylogeny of the American Amaryllidaceae based on nrDNA ITS sequences. *Syst. Bot.* 25: 708-726. <https://doi.org/10.2307/2666729>
- MORRONE, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mex. Biodivers.* 76: 207-252.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>
- MORRONE, J. J. 2010. Fundamental biogeographic patterns across the Mexican Transition Zone: an evolutionary approach. *Ecography* 33: 355-361.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06266.x>
- MORRONE, J. J., T. ESCALANTE & G. RODRÍGUEZ-TAPIA. 2017. Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa* 4277: 277-279.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- MUNGUÍA-LINO, G., G. VARGAS-AMADO, L. M. VÁZQUEZ-GARCÍA & A. RODRÍGUEZ. 2015. Riqueza y distribución geográfica de la tribu Tigridieae (Iridaceae) en Norteamérica. *Revista Mex. Biodivers.* 86: 80-98.
<https://doi.org/10.7550/rmb.44083>
- PENNINGTON, T. D. & J. SARUKHÁN. 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.
- PONDER, W. F., A. CARTER, P. FLEMONS & R. R. CHAPMAN. 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biol.* 15: 648-657.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.015003648.x>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. 2022. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.org/es/site>
- QUISTIÁN-RANGEL, L. 2004. *El género Zephyranthes en el estado de Querétaro*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro.
- RODRÍGUEZ, A., A. CASTRO-CASTRO, G. VARGAS-AMADO, O. VARGAS-PONCE, ... & G. MUNGUÍA-LINO. 2018. Richness, geographic distribution patterns, and areas of endemism of selected angiosperm groups in Mexico. *J. Syst. Evol.* 56: 537-549. <https://doi.org/10.1111/jse.12457>
- RUIZ-JIMÉNEZ, C. A., O. ALCÁNTARA & I. LUNA. 2004. Límites. En: LUNA, I. *et al.* (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*, pp. 7-24. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- RZEDOWSKI, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
<https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- RZEDOWSKI, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico. En: RAMAMOORTHY, T. P. *et al.* (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*, pp. 129-148. Oxford University Press, Nueva York.
- RZEDOWSKI, J. 2006. *Vegetación de México*, 1ra Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SEINet (SEINET PORTAL NETWORK). 2022. Disponible en: <http://swbiodiversity.org/seinet/index.php>
- SMITH, J. G. 1895. *Zephyranthes pulchella*, n. sp. *Rep. (Annual) Missouri Bot. Gard.* 6: 114-115.
<https://doi.org/10.2307/2992153>
- SNYDER, J. P. 1987. *Map projections. A working manual*. Government Printing Office, Washington.
<https://doi.org/10.3133/pp1395>
- SOSA, V. & A. DE-NOVA. 2012. Endemic angiosperm lineages in Mexico: hotspots for conservation. *Acta Bot. Mex.* 100: 293-315.
<https://doi.org/10.21829/abm100.2012.38>
- SOSA, V. & I. LOERA. 2017. Influence of current climate, historical climate stability and topography on species richness and endemism in Mesoamerican geophyte plants. *PeerJ* 5: e3932.
<https://doi.org/10.7717/peerj.3932>

- SOSA, V., J. A. DE-NOVA & M. VÁSQUEZ-CRUZ. 2018. Evolution history of the flora of Mexico: dry forests cradles and museums of endemism. *J. Syst. Evol.* 56: 523-536. <https://doi.org/10.1111/jse.12416>
- SPURRIER, M. A., G. L. SMITH, R. O. FLAGG & A. ESPEJO-SERNA. 2015. A new species of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae) from Mexico. *Novon* 24: 289-294. <https://doi.org/10.3417/2014029>
- SPENCER, L.B. 1973. *A monograph of the genus Zephyranthes (Amaryllidaceae) in North and Central America*. Ph. D. dissertation. Wake Forest University, Winston-Salem, North Carolina, Estados Unidos.
- STANDLEY, P. C. 1929. *Zephyranthes brevipes*. *Publ. - Field Mus. Nat. Hist., Bot. ser.* 4: 199.
- STANDLEY, P. C. & J. A. STEYERMARK. 1952. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, vol. 24, Part III. Chicago Natural History Museum Press, Estados Unidos de America. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.2255>
- SUÁREZ-MOTA, M. E., J. L. VILLASEÑOR & L. LÓPEZ-MATA. 2017. Dominios climáticos de la Sierra Madre Oriental y su relación con la diversidad florística. *Revista Mex. Biodivers.* 88: 224-233. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.020>
- THE PLANT LIST. 2013. Version 1.1. Disponible en: <http://www.theplantlist.org/> [Acceso: 6 diciembre 2022].
- THIERS, B. Continuamente actualizado. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> [Acceso: 13 diciembre 2022].
- TRAUB, H. P. & T. M. HOWARD. 1970. *Zephyranthes* (subg. *Cooperia*) *morrisclintii*. *Pl. Life* 26: 62-63.
- TRAUB, H. P. 1941. *Zephyranthes fosteri* sp. nov. *Herbertia* 7: 66.
- TRAUB, H. P. 1963. *Zephyranthes howardii* sp. nov. *Pl. Life* 19: 49.
- TRAUB, H. P. 1965. *Sprekelia clintiae*, sp. nov. *Pl. Life* 21: 64.
- TROPICOS.ORG. 2022. Missouri Botanical Garden. Saint Louis Missouri. Disponible en: <http://www.tropicos.org> [Acceso: 6 diciembre de 2022].
- UICN. 2017. Directrices de uso de las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 13. Subcomité de Estándares y Peticiones. Disponible en: <http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/RedListGuidelines.pdf>
- ULLOA, C., P. ACEVEDO-RODRÍGUEZ, S. BECK, M. J. BELGRANO, ... & P.M. JØRGENSEN. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358: 1614-1617. <https://doi.org/10.1126/science.aao0398>
- VARGAS-AMADO, G., A. CASTRO-CASTRO, M. HARKER, J. L. VILLASEÑOR, ... & A. RODRÍGUEZ. 2013. Distribución geográfica y riqueza del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreopsidae). *Revista Mex. Biodivers.* 84: 536-555. <https://doi.org/10.7550/rmb.31481>
- VELASCO-RAMÍREZ, A., 2017. *Variabilidad genética y distribución espacial del Lirio Azteca (Sprekelia formosissima (L.) Herb.)*. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco.
- VILLASEÑOR, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mex. Biodivers.* 87: 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- WALLACE, A. R. 1876. *The Geographical Distribution of Animals*. Macmillan, Londres.
- WATSON, S. 1890. *Zephyranthes erubescens*. *Proc. Amer. Acad. Arts.* 25: 162.
- WILLIS, F., J. MOAT & A. PATON. 2003. Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. *Biodivers. & Conserv.* 12: 1537-1552. <https://doi.org/10.1023/A:1023679329093>
- WOLF, J. H. D. & A. FLAMENCO-S. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *J. Biogeogr.* 30: 1689-1707. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00902.x>