

ORCHIDACEAE DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO: RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN ORCHIDACEAE OF SAN LUIS POTOSÍ, MEXICO: RICHNESS AND DISTRIBUTION

JAVIER FORTANELLI-MARTÍNEZ¹, GERARDO A. SALAZAR², PEDRO CASTILLO-LARA¹, JOSÉ GARCÍA-PÉREZ¹,
 CLAUDIA SELENE ALFARO-MEDINA¹, HUGO ALBERTO CASTILLO-GÓMEZ³, TANIA LUCELY RAMÍREZ-PALOMEQUE¹,
 JAIME IVÁN MORALES-DE LA TORRE¹, JOSÉ ARTURO DE-NOVA^{1*}

¹ Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

² Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

³ Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

*Autor para la correspondencia: arturo.denova@gmail.com

Resumen

Antecedentes: El estado de San Luis Potosí carece a la fecha de un registro preciso de la riqueza y distribución de la familia Orchidaceae.

Pregunta: ¿Cuáles son los géneros y especies de Orchidaceae en el estado, su distribución geográfica y ecológica, y las necesidades de exploración y recolecta?

Sitio de estudio y fechas: San Luis Potosí, México, agosto 2004 a junio 2020.

Métodos: Se revisaron bases de datos, especímenes de herbarios y se efectuaron recolectas botánicas. Se calculó la riqueza potencial de Orchidaceae con el estimador Jack 1, se analizó su distribución altitudinal y por tipo de vegetación. Se cuantificó la similitud entre diferentes biomas con el método de Ward y el índice de Jaccard. Se caracterizó el endemismo para México, sus extensiones biogeográficas y el estatus de riesgo de cada especie. Con base en los registros municipales se evaluaron las necesidades de exploración.

Resultados: Se documentaron 70 géneros y 152 especies de orquídeas en San Luis Potosí, lo que representa el 84 % de 182 especies estimadas para el estado. La mayor riqueza corresponde al bosque húmedo de montaña. La similitud entre los biomas fue baja. Se encontraron 84 especies endémicas a México y sus extensiones biogeográficas. Diez especies están en estatus de riesgo. Se sugiere continuar explorando las áreas colindantes con Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tamaulipas.

Conclusiones: Se supera en un 90 % la riqueza de especies anteriormente registrada para San Luis Potosí, y Orchidaceae se coloca en el quinto lugar en riqueza específica a nivel estatal.

Palabras clave: Biodiversidad, distribución ecológica, endemismo, inventario florístico, orquídeas.

Abstract

Background: The state of San Luis Potosi nowadays lacks a precise analysis of the richness and distribution of the family Orchidaceae, as well as its potential areas for exploration.

Question: What are the genera and species of Orchidaceae in the state of San Luis Potosi, its geographical and ecological distribution, and requirements for exploration and collect?

Study site and research period: San Luis Potosi, Mexico, August 2004 to June 2020

Methods: We consult data bases and herbaria vouchers. We conducted botanical recollections. The potential richness of Orchidaceae was estimated with Jack 1. We analyzed the altitudinal distribution and by type of vegetation. We quantified the similarity between different biomes throughout the Jaccard index and the Ward's method. The endemism in Mexico and its biogeographic extensions, and risk status of the species was characterized. Throughout the records in municipalities the requirement of exploration was evaluated.

Results: We documented 70 genera and 152 species. The records of the Orchidaceae in San Luis Potosi represent 84 % of the 182 species estimated. Most of the richness correspond to the cloud forest. Similarity between different biomes is low. We found 84 endemic species to Mexico and biogeographic extensions. Eight species are in some risk status. We suggest continuing the exploration adjacent to Guanajuato, Queretaro, Hidalgo, and Tamaulipas.

Conclusions: The richness we report here exceeds in 90 % the previously registered and put the family in the fifth place in the state of San Luis Potosi.

Keywords: biodiversity, floristic survey, ecologic distribution, endemism, orchids.

El estado de San Luis Potosí se ubica en el centro-norte de México, entre las coordenadas 21° 09' 37" y 24° 29' 29" de latitud norte y 98° 19' 33" y 102° 17' 46" de longitud oeste. Su extensión es de 61,163 km² (CONABIO 2020a), y sus altitudes extremas son 6 m snm en la Laguna Marland, municipio de Ébano y 3,180 m snm en el Cerro Grande, cerca de Real de Catorce. Comprende las tierras secas del extremo meridional del Desierto Chihuahuense, la parte media de la Sierra Madre Oriental (SMOr) y la Planicie Costera del Golfo de México. Lo anterior representa una compleja topografía y una variada gama de pisos altitudinales; en consecuencia, San Luis Potosí alberga los principales tipos climáticos del país con excepción de los propios de grandes elevaciones. A ello se suman sustratos litológicos de diversos orígenes, desde rocas ígneas extrusivas (riolitas, tobas, latitas) del Eoceno en la sierra San Miguelito, hasta calizas y lutitas del Cretácico en la SMOr (INEGI 1985). Las depresiones y planicies están cubiertas por materiales aluviales del Cuaternario y en algunas regiones la presencia de evaporitas de yeso evidencia la existencia en el pasado geológico de extensos lagos actualmente secos. Así, San Luis Potosí se conforma como un estado con elevada riqueza biótica representada por 20 tipos de vegetación reportados por INEGI (1985).

Por otro lado, San Luis Potosí ocupa una ubicación relevante en términos biogeográficos, ya que su territorio es cruzado por el Trópico de Cáncer y se ubica en los extremos, septentrional de distribución del bosque tropical perennifolio, y meridional del desierto Chihuahuense (Rzedowski 1978). Lo anterior se refleja en su elevada riqueza de especies de plantas vasculares, la cual asciende a 5,413, cifra que coloca al estado en el séptimo lugar nacional (Villaseñor 2016). De acuerdo con De-Nova *et al.* (2019a), las familias de angiospermas con mayor número de especies en San Luis Potosí son Asteraceae (571 especies), Poaceae (345), Fabaceae (301), Cactaceae (161), Solanaceae (99), Lamiaceae (98), Apocynaceae (96) y Orchidaceae (80).

En términos de riqueza de especies, la familia Orchidaceae es una de las más importantes de México superada sólo por Asteraceae y Fabaceae (Villaseñor 2016). Un inventario reciente registra la existencia en México de cuatro de las cinco subfamilias de Orchidaceae, así como 13 tribus, 24 subtribus, 167 géneros y 1,296 especies (Solano-Gómez *et al.* 2019). Los estados con mayor riqueza de orquídeas son Oaxaca con 750 especies y 150 géneros (Salazar 2012) y Chiapas con 723 especies y 148 géneros (Beutelspacher & Moreno 2018). El gradiente climático latitudinal, que se presenta en México y que corresponde en general a una disminución de la precipitación en sentido sur/norte, parece correlacionarse con una disminución en el número de las especies de orquídeas; esto debido a su afinidad por los biomas con mayor humedad (Hágsater *et al.* 2005). En este sentido, la ubicación geográfica del estado de San Luis Potosí en el límite septentrional actual del bosque tropical siempre verde (Rzedowski 1963) y de los bosques húmedos de montaña (CONABIO 2010, Villaseñor 2010, González-Espinosa *et al.* 2012) le confiere una gran importancia en relación con la distribución de esta familia, cuyas especies son más numerosas en estos biomas (Solano-Gómez *et al.* 2019).

Hágsater *et al.* (2005) y Solano-Gómez *et al.* (2019) presentan reseñas históricas de las principales contribuciones al descubrimiento y documentación de la orquídeoflora mexicana. Los aportes recientes más importantes a nivel nacional los constituyen el catálogo de orquídeas presentado por Soto-Arenas *et al.* (2007), la sinopsis de la historia natural de las orquídeas de Hágsater *et al.* (2005), y la evaluación de los patrones de diversidad táxica y distribución de orquídeas mexicanas por Solano-Gómez *et al.* (2019). Las orquídeas endémicas de México quedaron documentadas en el trabajo de Espejo-Serna (2012) sobre Liliopsida. Un trabajo muy interesante sobre ambientes humanizados de México lo representa el de Espejo-Serna *et al.* (2005), enfocado a las orquídeas mexicanas presentes en los cafetales. Como estudios regionales se pueden referir trabajos en Veracruz (García-Cruz & Sosa 1998, Solano-Gómez 1999, Viccon-Esquivel *et al.* 2021), Chiapas (Beutelspacher 2008, Beutelspacher & Moreno 2018), Oaxaca (Soto-Arenas & Salazar 2004, Salazar 2012), las actualizaciones de Orchidaceae para Tabasco de Noguera-Savelli & Cetzal-Ix (2014), Morales-Linares *et al.* (2015) y González-Aguilar & Burelo-Ramos (2017), las especies de Colima presentadas por Salazar & Jiménez-Machorro (2016), el inventario preliminar de orquídeas del valle del Mezquital realizado por Bertolini *et al.* (2012), la documentación de las orquídeas de Las Lomas - La Manzanilla, en Zacapoaxtla, Puebla (Pérez-Bravo *et al.* 2010), las orquídeas de Montebello en Chiapas (Beutelspacher & Moreno 2011), la orquídeoflora del Pedregal de San Ángel (Salazar

2009) y de la Ciudad de México (Salazar *et al.* 2016), y las orquídeas de la región Tacaná-Boquerón en Chiapas (Solano-Gómez *et al.* 2016).

En San Luis Potosí se tienen registros de especímenes recolectados de la familia Orchidaceae que datan de entre 1852 y 1881 por Johann Wilhelm Schaffner y de 1878 realizados por Charles Christopher Parry y Edward Palmer. La intensidad de las recolectas botánicas de esta familia se incrementó a partir de la apertura de diversas vías férreas por el estado, lo que facilitó el trabajo de recolectores botánicos destacados como Cyrus Pringle en 1891 y de coleccionistas como Erik Östlund y colaboradores recolectores (Otto Nagel, Juan González y Efrén Dino) entre 1935 y 1937. Hacia los años sesenta y setenta del siglo XX se añadieron varios registros de especies de esta familia con los trabajos florísticos de Calderón de Rzedowski (1957) para el valle de San Luis Potosí, de vegetación de Rzedowski (1965) para el estado de San Luis Potosí y de Puig (1991) para la Huasteca. Otra contribución importante fue el estudio de Alcorn (1984) sobre la flora útil de los tének, en la Huasteca. Durante las últimas tres décadas, el inventario florístico de San Luis Potosí ha recibido un nuevo impulso a través de diversas investigaciones. Así, se cuenta con trabajos florísticos en zonas específicas como el de Reyes-Agüero *et al.* (1996) para Monte Grande, Charcas (dentro del inventario florístico se refiere una especie de Orchidaceae), González-Costilla *et al.* (2007) para la sierra de Catorce (una especie), Fortanelli-Martínez *et al.* (2014) para el bosque húmedo de montaña de Copalillos (cinco especies), Torres-Colín *et al.* (2017) para el municipio de Guadalcázar (11 especies), Castillo-Gómez (2015) para el cañón del Espinazo del Diablo (39 especies), Enríquez-Salaices (2019) y De-Nova *et al.* (2019b) para el Parque Nacional El Potosí (nueve especies), De-Nova *et al.* (2019b, 2019c) para la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa (RBSAT) (28 especies) y Morales-de la Torre *et al.* (2020) para la Microcuenca del Cañón de los Chivos (33 especies). En particular, cabe destacar la aparición de trabajos centrados en la familia Orchidaceae como los de Alfaro-Medina *et al.* (2017) y Ramírez-Palomeque *et al.* (2019), quienes reportan 45 y 67 especies, respectivamente, para el municipio de Xilitla, así como el de Fortanelli-Martínez *et al.* (2018), quienes detallan algunos aspectos de las 28 especies de orquídeas presentes en la RBSAT. Sin embargo, a la fecha se carece de un inventario actualizado, y de un análisis de la distribución y áreas potenciales de exploración de la familia Orchidaceae en el estado de San Luis Potosí. Por tal razón, este trabajo persigue los siguientes objetivos: a) Determinar los géneros y especies presentes en el estado y formalizar el registro con ejemplares de respaldo; b) caracterizar y analizar, de forma general, su distribución por altitud y tipo de vegetación; c) estimar el estado actual del conocimiento de la familia Orchidaceae en San Luis Potosí y las necesidades de exploración y recolecta.

Materiales y métodos

Revisión de especímenes y bases de datos. Se revisaron y fotografiaron los especímenes del Herbario Isidro Palacios (SLPM) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), del Herbario del Instituto Chinoín, A.C. (AMO) y del Herbario del Instituto de Ecología Centro Regional Bajío (IEB); se revisaron las bases de datos del Herbario Nacional (MEXU) desde el portal de datos abiertos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM 2020), del Herbario Luz María Villarreal de Puga (IBUG) del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, del Herbario Jerzy Rzedowski (QMEX) de la Universidad Autónoma de Querétaro y la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONA-BIO 2020b). En AMO también se consultaron y fotografiaron las notas de Erik Östlund referentes a ejemplares de orquídeas recolectadas por sus colaboradores en San Luis Potosí. Finalmente, y a partir de especies señaladas por Villaseñor (2016) como propias del territorio potosino y que no aparecían en nuestras bases de datos, se hicieron búsquedas en las colecciones digitales de la Universidad de Harvard (HUH 2020).

Recolecta botánica. Durante 2004 a 2019, en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) de la UASLP, varios de los autores de este trabajo, a través de proyectos de investigación y trabajos de tesis de estudiantes de licenciatura y maestría, realizaron trabajo de recolección en diferentes regiones del estado. La recolecta de material botánico se llevó a cabo con base en la metodología de Lot & Chiang (1986). Los ejemplares fueron identificados me-

dante claves dicotómicas, comparación con ejemplares presentes en el acervo y consulta con especialistas de MEXU y AMO. El trabajo de campo se complementó con el registro fotográfico y la recopilación de datos etnobotánicos. Igualmente, a través de colaboradores campesinos locales se obtuvo material fotográfico adicional con ubicación geográfica aproximada, de especímenes sujetos a posterior recolecta e identificación formal. Con el material propio y de los colaboradores locales se creó un acervo de 14,970 fotografías. La nomenclatura a nivel de género y especie se basó en Soto-Arenas *et al.* (2007), con algunas actualizaciones subsecuentes (Solano-Gómez *et al.* 2011, Salazar 2012) y por especialistas participantes en este trabajo. Para las categorías taxonómicas superiores (subfamilia, tribu y subtribu) se siguió la clasificación filogenética de Chase *et al.* (2015).

Elaboración de base de datos estatal. Se creó una base de datos con la información taxonómica ya mencionada, incluyendo los autores de todos los nombres al nivel de género y por debajo de éste. Los campos complementarios incluyeron forma de vida (epífitas, terrestres, litófitas, acuáticas), fecha de recolecta, nombre del recolector y su número de recolecta, nombre del taxónomo que identificó el espécimen, localidad, municipio, latitud, longitud, altitud, tipo de vegetación, geoforma, sustrato geológico, suelo, usos, y observaciones adicionales. A partir de la información anterior, se elaboró la lista de especies respaldada en ejemplares de los herbarios y bases de datos consultados además de registros fotográficos con ubicación precisa en localidades del estado de San Luis Potosí.

Análisis de los datos. La riqueza potencial de Orchidaceae en San Luis Potosí se estimó a través de una curva de acumulación de especies, donde los registros de orquídeas por unidad de muestreo (fecha de recolecta) se representan gráficamente (Villarreal *et al.* 2006). Se utilizó el estimador no paramétrico Jackknife de primer orden (Jack 1) disponible en el software Estimates v9.1.0. (Colwell *et al.* 2012). Se realizó una curva de rarefacción a partir de 1,000 iteraciones y 16 extrapolaciones. El estimador Jack 1 ha demostrado ser apropiado en términos de precisión global (95 %) con un bajo número de muestras (González-Oreja *et al.* 2010).

Se analizaron los patrones de distribución de las orquídeas en el estado en relación con la altitud y el tipo de vegetación, para 144 y 147 especies respectivamente, cuyos registros contaron con esos datos en nuestra base. Se establecieron tres intervalos altitudinales: 6-700 m snm, 701-1,600 m snm y 1,601-2,850 m snm. El criterio para delimitar el primer intervalo partió de la observación de Rzedowski (1978) sobre el efecto de heladas en la distribución de la vegetación de ambientes cálido-húmedos y subhúmedos en San Luis Potosí, en el cual sitúa la cota de isothermas extremas de 0 °C en los 600 m snm (esta altitud se amplió en 100 m con base en observaciones de campo sobre la distribución de *Bursera simaruba*, especie arbórea propia de la selva baja caducifolia y de la selva mediana subperennifolia). El criterio para delimitar el segundo intervalo correspondió a la zona óptima de distribución de los encinares mesófilos y mesohigrófilos y el bosque caducifolio húmedo de montaña, según la clasificación de Puig (1991). Finalmente, el intervalo superior (> 1,600 < 2,850 m snm) se ajustó a la ubicación de los encinares xerófilos, higrófilos y mesófilos de montaña según la clasificación de Puig (1991), con el piso superior establecido en 2,850 m snm para la comunidad de *Quercus hintoniorum-Quercus greggii* reportada por Giménez-de Azcárate & González-Costilla (2011). Para cada piso altitudinal y tipo de vegetación se analizó la riqueza de especies de orquídeas, total y subdividida en epífitas y terrestres (en esta última categoría se incluyeron, para simplificar el análisis, algunas litófitas y acuáticas). Otro par de categorías utilizadas en el análisis fue: estrictas (aquellas especies que sólo aparecieron en el intervalo analizado) y no estrictas (aquellas que aparecieron en dos o tres intervalos).

En el caso de la vegetación, los registros de Orchidaceae se ordenaron y analizaron por tipo, acorde con la clasificación de INEGI (2009); algunas excepciones fueron las siguientes: a) el bosque mesófilo de montaña se denominó bosque húmedo de montaña siguiendo la propuesta de Villaseñor (2010). b) El bosque de encino (BE) se subdividió, con base en los criterios ya mencionados en relación con la altitud, en tres tipos: BE situado a menos de 700 m snm (BE < 700), BE situado entre 700-1,600 m snm (BE > 700 < 1,600), y BE situado a más de 1,600 m snm (BE > 1,600). Se analizó también la distribución de orquídeas en ambientes humanizados como huertos, cafetales, *te'lom* (palabra tének con la que Alcorn (1984) refiere una agrupación vegetal manejada, con plantas útiles arbóreas, arbus-

tivas y herbáceas de vegetación primaria y secundaria, mezclada con especies introducidas), vegetación secundaria en milpas, y árboles remanentes en cultivos y potreros.

Para estimar la similitud florística de la orquideoflora a nivel de especie entre los diferentes ambientes, se realizó un análisis de diversidad beta basado en el índice de Jaccard (Chao *et al.* 2005). A partir de este índice derivó un análisis de agrupamiento con el método de Ward (Ward 1963, Calderón & Moreno 2019) con la función “vegdist” del paquete *vegan* (Oksanen *et al.* 2019) para R v3.6.3 (R Core Team 2020). Para lo anterior, se midió el recambio de especies en los tres pisos altitudinales; el análisis de similitud entre tipos de vegetación se simplificó al agruparlos en biomas, comunidad ecológica principal a nivel regional, la cual habitualmente corresponde a la clasificación de formaciones vegetales, de acuerdo con Smith & Smith (2007); esto se hizo de la siguiente forma: selva seca (incluyó a la selva baja caducifolia, selva baja subcaducifolia y selva mediana subcaducifolia); selva húmeda (agregó a la selva mediana subperennifolia y al BE < 700); encinar semicálido (además del BE > 700 < 1,600, incluyó al bosque de *Fraxinus dubia*, fase sucesional intermedia en bosques de encino que han tenido un disturbio por incendio o tala, según Castillo-Gómez (2015)); encinar templado (agrupó al BE > 1,600 y al bosque de encino-pino); pinar (además del bosque de pino (BP) incluyó al bosque de pino-encino); vegetación ribereña e hidrófila, comprendió al bosque de galería y la vegetación acuática); vegetación xerófila (incluyó al chaparral y matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule y matorral submontano). El bosque húmedo de montaña se consideró una sola unidad como tal. Finalmente, aunque no corresponde estrictamente al concepto de bioma, se incluyó la categoría agroecosistemas la cual abarcó al pastizal inducido, *te'lom*, huerto, cafetal, árboles dispersos en cultivos y potreros, y vegetación secundaria en milpas. Las especies de orquídeas presentes en áreas especificadas en las bases de datos como ecotonos se asignaron a ambos tipos de vegetación traslapados.

Se analizó el grado de endemismo de las especies con base en las listas de Espejo-Serna (2012) y Villaseñor (2016), en función de su distribución dentro del territorio mexicano o hacia sus extensiones biogeográficas (Mega-méxico I, II y III) propuestas por Rzedowski (1991a, b). En algunos casos se hicieron correcciones a las listas de especies de las regiones mencionadas con base en la experiencia de los autores.

Asimismo, se revisó la lista de orquídeas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2019). Finalmente, para identificar necesidades de exploración se hizo una estimación y una correlación entre la riqueza de especies y el número de registros a nivel municipal.

Resultados

Riqueza de especies. Se obtuvieron 659 registros de especímenes en las bases de datos, herbarios consultados y registros fotográficos georreferenciados. En total, en este trabajo se documentan para San Luis Potosí tres subfamilias, 11 tribus, 19 subtribus y 70 géneros que comprenden 152 especies de Orchidaceae (Tabla S1 del Material suplementario). La subfamilia Epidendroideae incluye ocho tribus, 15 subtribus, 45 géneros y 92 especies, mientras que la subfamilia Orchidoideae presenta dos tribus, cuatro subtribus, 24 géneros y 59 especies, y por último la subfamilia Vanilloideae sólo presenta una tribu, un género y una especie. Los géneros mejor representados son *Habenaria* (10 especies), *Epidendrum* (9), *Malaxis* (9), *Govenia* (7), *Corallorhiza* (5), *Bletia* (5), *Ponthieva* (5) y *Prosthechea* (5); en contraste, 40 géneros (57 % del total) presentan sólo una especie en el estado. De acuerdo con el análisis de acumulación de especies, el inventario de la familia Orchidaceae en San Luis Potosí ha alcanzado el 84 % de representatividad de las 182 especies estimadas según el modelo Jack1 (Figura 1). En las Figuras 2 a 4 se ilustran especies representantes de las subfamilias, tribus y subtribus referidas en la Tabla S1 (Material suplementario).

Distribución altitudinal. En el piso altitudinal correspondiente a los ambientes cálido-húmedo y subhúmedo (6-700 m snm) se presenta la menor riqueza de especies (45), de las cuales el 64 % son plantas epífitas. Veintiuna especies (47 %) se encuentran exclusivamente en este intervalo altitudinal (Figura 5, Tabla S2 del Material suplementario). El intervalo intermedio, que comprende principalmente ambientes semicálidos con presencia frecuente de nieblas y precipitaciones abundantes, registra la mayor riqueza (80 especies) y un ligero predominio de orquídeas terrestres

(61 %). En esta amplitud se presentan de forma exclusiva 33 especies (42 %). La riqueza de especies y predominio de orquídeas terrestres en los ambientes templados de altitudes entre 1,600-2,850 m snm fue parecida a la registrada en la categoría anterior (72 especies y 60, 83 % de terrestres). Las estrictamente registradas en esta amplitud altitudinal fueron 45 (63 %). Existen especies de amplia distribución altitudinal (amplitudes mayores a 1,000 m). Dentro de ellas, *Govenia mutica* y *Prosthechea cochleata* aparecen en los dos intervalos inferiores, *Bletia purpurea*, *Laelia anceps*, *Malaxis brachyrrhynchos*, *Sarcoglottis schaffneri* y *Schiedeella nagelii* se presentan en los dos intervalos superiores, y *Cyrtopodium macrobulbon*, *Epipactis gigantea*, *Habenaria novemfida*, e *Isochilus unilateralis* se distribuyeron en los tres intervalos considerados para el análisis. En contraste, 50 especies se registraron de manera puntual, sin variación altitudinal.

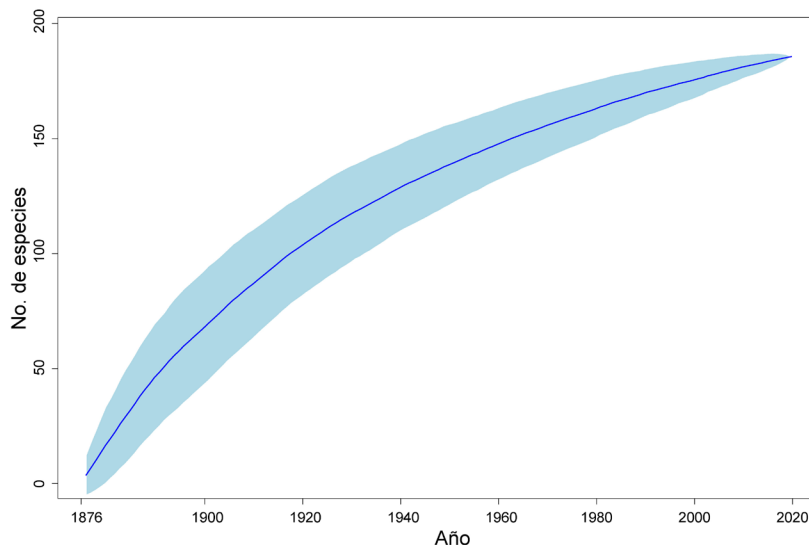


Figura 1. Curva de acumulación de especies de orquídeas en San Luis Potosí acuerdo con el modelo Jack 1.

Distribución por tipos de vegetación. Orquídeas en ambientes naturales.- La mayor riqueza (40 especies) se registró en el bosque húmedo de montaña, seguida por la selva mediana subperennifolia, $BE > 700 > 1,600$ y $BE > 1,600$ (Figura 6). Los tipos de vegetación más secos (con excepción de la selva baja caducifolia), o restringidos en extensión, presentaron el menor número de especies. En la Tabla S3 (Material suplementario), destaca el predominio de especies terrestres en todos los tipos de vegetación natural, con excepción de la selva mediana subperennifolia. Este predominio se enfatiza en los ambientes más templados o secos.

Orquídeas en ambientes humanizados.- En la Tabla S3 (Material suplementario) se presentan en detalle y agrupadas las especies de orquídeas presentes en ambientes humanizados. Es importante resaltar su importancia dado su papel como posibles refugios de especies en riesgo como *Prosthechea mariae* y *Stanhopea tigrina*. En los huertos se registró la mayor riqueza de especies de ambientes humanizados (20), casi en su totalidad epífitas. Otro espacio importante para la conservación de orquídeas son las plantaciones de café de sombra, en donde alternan con el café (*Coffea arabica*, *C. robusta*) diversos árboles útiles para las poblaciones humanas como *Inga jinicuil*, *Melia azedarach*, *Cedrela odorata*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *C. reticulata*, *Persea americana*, etc. Aquí se han recolectado ocho especies de orquídeas epífitas. En el *te'lom* se registraron diez especies. En la vegetación secundaria de selva mediana se contabilizaron cinco especies, y tres en la vegetación secundaria del bosque húmedo de montaña. En los árboles dispersos en cultivos y potreros, se registraron cuatro especies y en el pastizal inducido tres. En conjunto, los agroecosistemas referidos suman 40 especies, número igual al del bosque húmedo de montaña, y con una proporción de epífitas (72.5 %) semejante a las selvas húmedas (72.2 %).

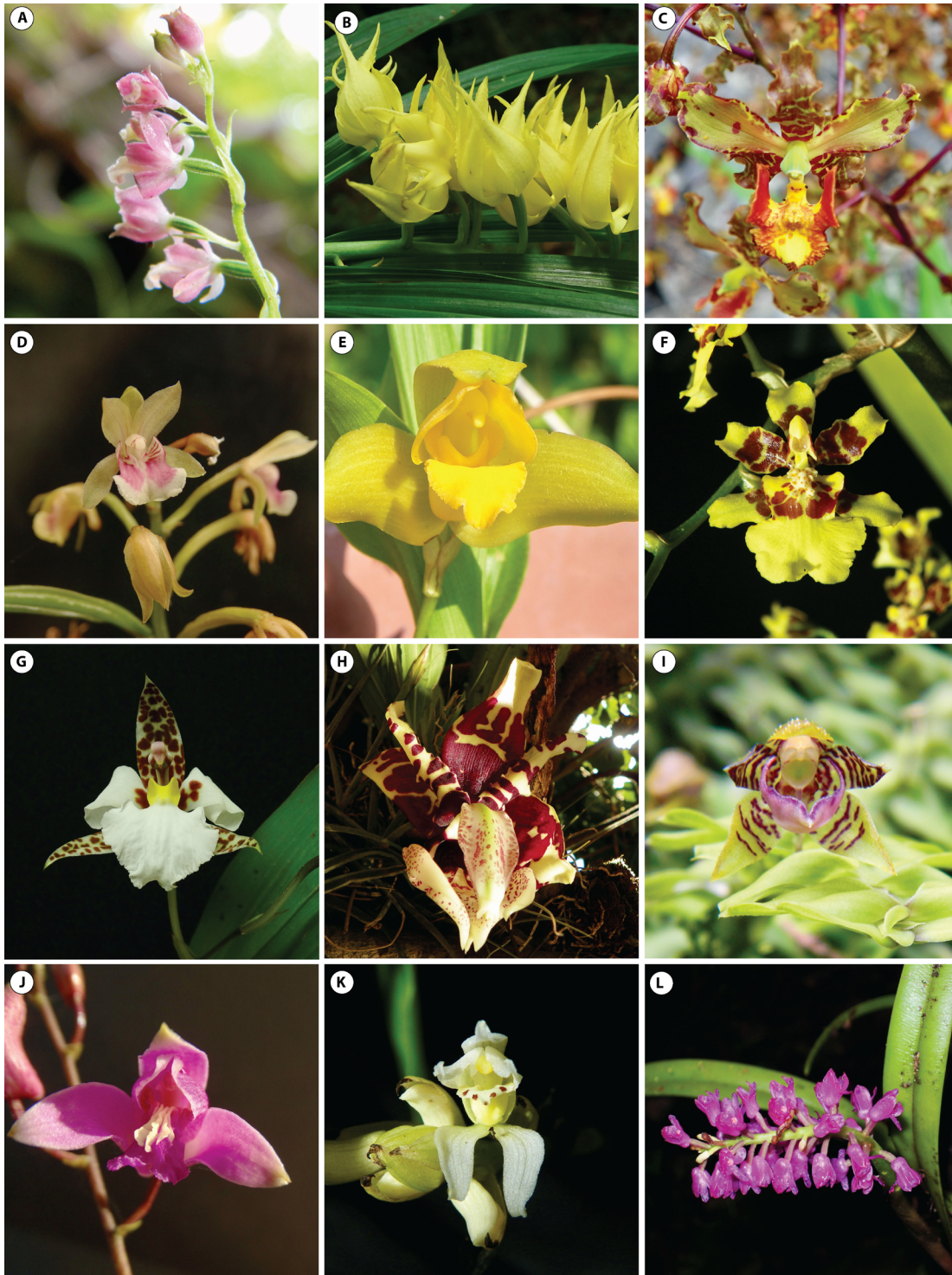


Figura 2. Algunas especies de orquídeas de San Luis Potosí agrupadas filogenéticamente. Epidendroideae: Collabiae: A) *Calanthe calanthoides*. Cymbidiae: B) *Mormodes maculata* var. *unicolor* (Catasetinae). C) *Cyrtopodium macrobulbon* (Cyrtopodiinae). D) *Oeceoclades maculata* (Eulophiinae). E) *Lycaste consobrina* (Maxillariinae). F) *Oncidium sphacelatum* (Oncidiinae). G) *Rhynchostele rosii* (Oncidiinae). H) *Stanhopea tigrina* (Stanhopeinae). I) *Dichaea neglecta* (Zygopetalinae). Epidendroideae: Epidendreae: J) *Bletia purpurea* (Bletiinae). K) *Govenia mutica* (Calypsoinae). L) *Arpophyllum laxiflorum* (Laeliinae). Créditos fotográficos: A, B e I Tania Lucely Ramírez Palomeque; C-H, J y K Javier Fortanelli Martínez; L Claudia Selene Alfaro Medina.

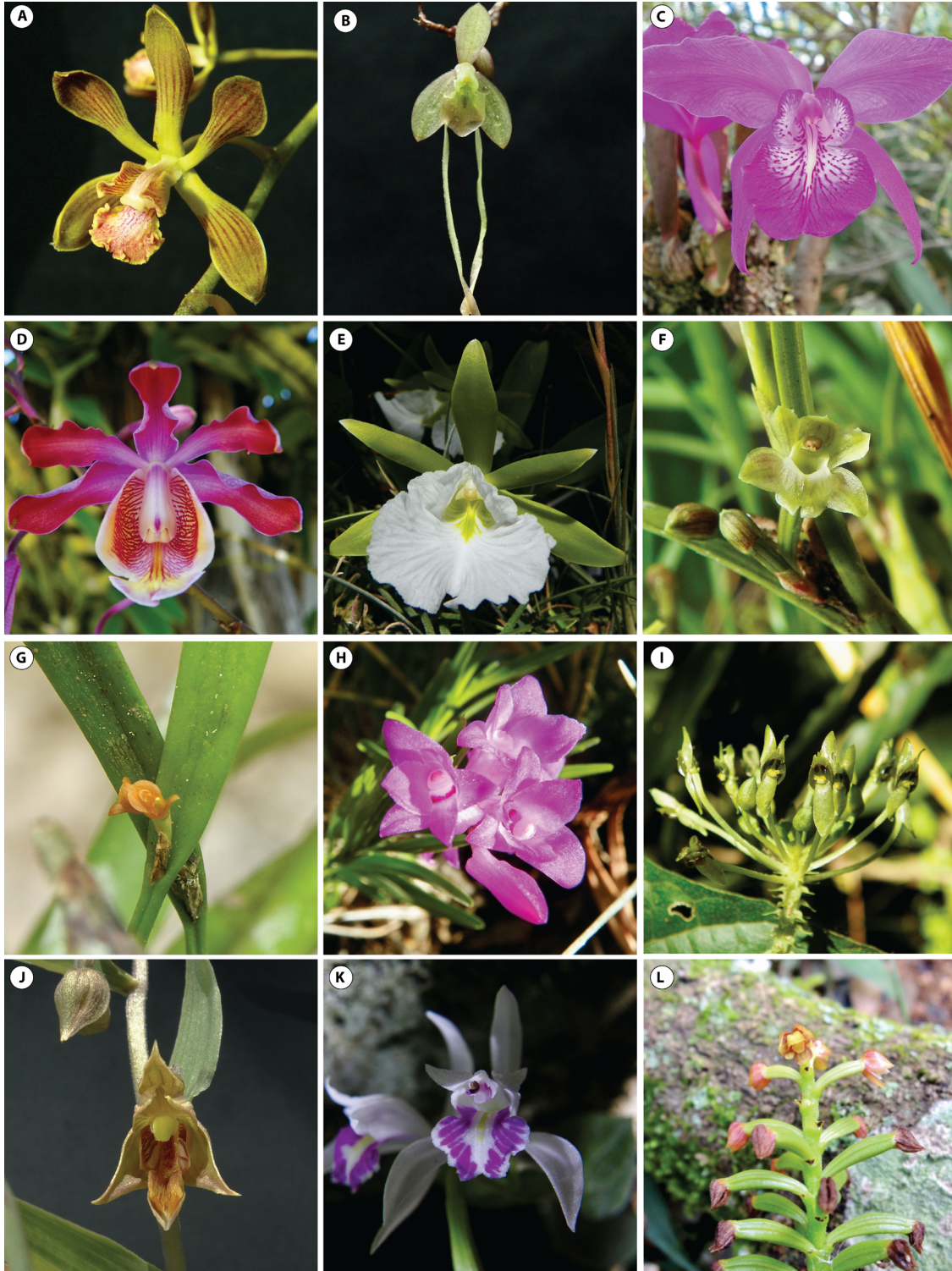


Figura 3. Algunas especies de orquídeas de San Luis Potosí agrupadas filogenéticamente (continuación). Epidendroideae: Epidendreae: A) *Encyclia parviflora* (Laeliinae). B) *Epidendrum longipetalum* (Laeliinae). C) *Laelia speciosa* (Laeliinae). D) *Myrmecophila grandiflora* (Laeliinae). E) *Prosthechea mariae* (Laeliinae). F) *Scaphyglottis fasciculata* (Laeliinae). G) *Acianthera obscura* (Pleurothallidinae). H) *Isochilus unilateralis* (Ponerinae). Malaxideae: I) *Malaxis excavata* (Malaxidinae). Neottieae: J) *Epipactis gigantea*. Triphoreae: K) *Triphora mexicana* (Triphorinae). Vandeeae: L) *Polystachya lineata* (Polystachyinae). Créditos fotográficos: A y C-K Javier Fortanelli Martínez; B Tania Lucely Ramírez Palomeque; L Hugo Alberto Castillo Gómez.

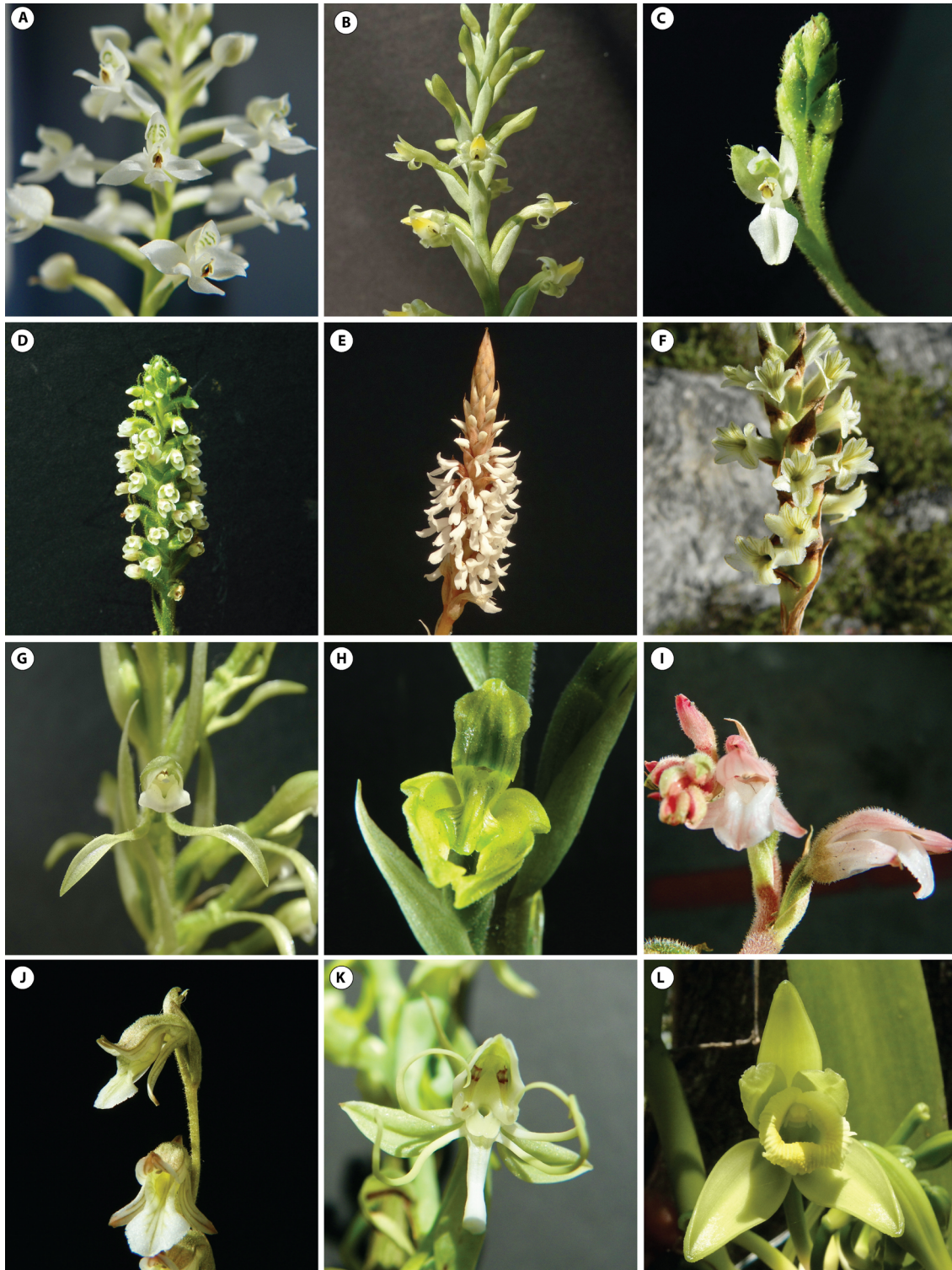


Figura 4. Algunas especies de orquídeas de San Luis Potosí agrupadas filogenéticamente (continuación). Orchidoideae: Cranichideae: A) *Cranichis sylvatica* (Cranichidinae). B) *Galeoglossum tubulosum* (Cranichidinae). C) *Ponthieva rinconii* (Cranichidinae). D) *Goodyera* sp. nov. (Goodyerinae). E) *Aulosepalum ramentaceum* (Spiranthinae). F) *Dichromanthus michuacanus* (Spiranthinae). G) *Pelexia funkiana* (Spiranthinae). H) *Sarcoglottis sceptrodes* (Spiranthinae). I) *Schiedeella nagelii* (Spiranthinae). J) *Sotoa confusa* (Spiranthinae). Orchideae: K) *Habenaria quinqueseta* (Orchidinae). Vanilloideae. Vanilleae. L) *Vanilla planifolia*. Créditos fotográficos: A-E y G-K Javier Fortanelli Martínez; F y L Tania Lucely Ramírez Palomeque.

Orchidaceae de San Luis Potosí

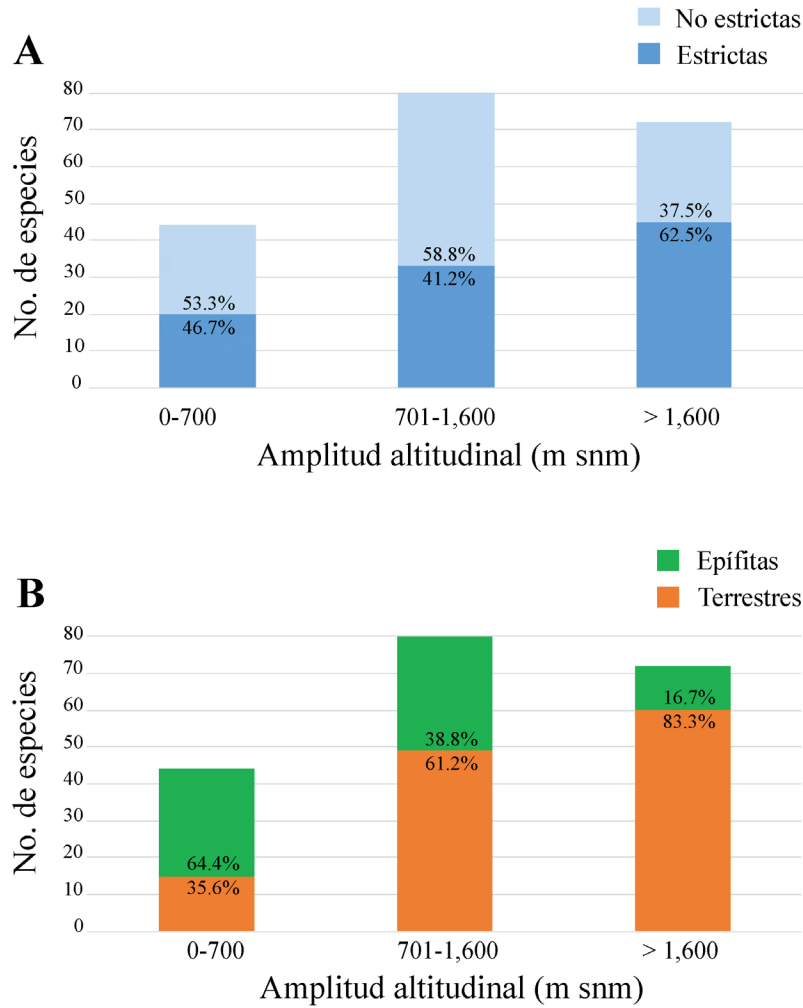


Figura 5. Riqueza de especies de orquídeas en San Luis Potosí en tres intervalos altitudinales: A) Por grado de circunscripción al intervalo; B) por forma de vida. Especie estricta: aquella cuyos datos de localización se circunscriben al intervalo especificado.

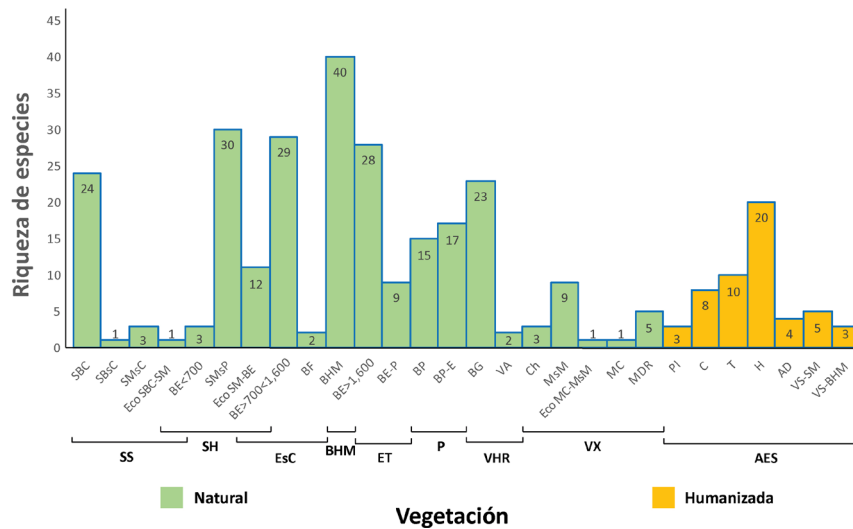


Figura 6. Riqueza de especies de orquídeas en San Luis Potosí, por tipos de vegetación y biomas.

Similitud de la orquideoflora entre pisos altitudinales y entre biomas. La similitud entre pisos altitudinales, de acuerdo con el índice de Jaccard, evidencia un mayor parecido entre el piso de 6-700 m snm y el de 701-1,600 m snm (0.24). Enseguida se encuentra la similitud entre el piso 701-1,600 m snm y el piso 1,601-2,850 m snm (0.21). Los pisos extremos presentan una más baja similitud (0.04). En lo referente a la similitud entre biomas, y de acuerdo con la [Tabla 1](#) y [Figura 7](#), se aprecia que la orquideoflora de los encinares semicálidos se asemeja a las selvas húmedas y las selvas secas con un índice de similitud de Jaccard (IJ) de 0.33 y 0.25, respectivamente. También resalta la similitud en la composición de especies de orquídeas entre las selvas húmedas y los agroecosistemas (IJ: 0.43). En otro grupo se incluyen el bosque húmedo de montaña junto con el encinar templado y el pinar. Las orquídeas del bosque húmedo de montaña presentan valores bajos de similitud con el resto de los biomas. De hecho, las orquídeas de los encinares templados y pinares muestran mayor similitud entre sí (IJ: 0.29) que con el BHM (IJ: 0.07 y 0.17, respectivamente). Asimismo, llama la atención que las comunidades de orquídeas de los encinares semicálidos tienen baja similitud con las de los encinares templados (IJ: 0.08). Las orquídeas de la vegetación xerófila también poseen baja similitud con el resto de los biomas analizados, pues presentan un IJ de 0.15 con los encinares templados y 0.12 para la vegetación ribereña e hidrófila. Esta última tiene una mayor similitud con las selvas húmedas (IJ: 0.17). También es importante destacar que la similitud entre la vegetación ribereña e hidrófila y las selvas húmedas (IJ: 0.17) es el doble de la que se presenta entre encinares semicálidos y encinares templados (IJ: 0.08), y que entre encinares templados y pinares (IJ: 0.29) la similitud es tres veces mayor que entre los dos tipos de encinares señalados previamente. En general, los valores no mostraron niveles elevados de similitud entre los conjuntos de orquídeas de los diferentes biomas, pues dichos valores fueron iguales o inferiores a un IJ de 0.43.

Endemismo. En San Luis Potosí se presentan 84 especies de Orchidaceae endémicas, ya sea al territorio mexicano (42 especies) o a éste y sus extensiones biogeográficas propuestas por Rzedowski (1991a, b): Megaméxico I cuatro especies, Megaméxico II 37 especies y Megaméxico III sólo una especie ([Tabla 2](#)). Ninguna especie de orquídea se restringe al territorio estatal, con la posible excepción de una especie aún no descrita de *Funkiella*.

Especies en estatus de riesgo. Las especies registradas en San Luis Potosí que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son *Chysis bractescens* (A, amenazada), *Habenaria novemfida* (Pr, sujeta a protección especial), *Laelia speciosa* (Pr), *Mormodes maculata* var. *unicolor* (A), *Prosthechea mariae* (A), *Pseudogoodyera pseudogoodyeroides* (Pr), *Rhynchostele rossii* (A), *Schiedeella nagelii* (Pr), *Stanhopea tigrina* (A) y *Vanilla planifolia* (Pr) (SEMARNAT 2019).

Tabla 1. Índice de similitud de Jaccard para la orquideoflora registrada en diferentes biomas de San Luis Potosí. SS: selvas secas; SH: selvas húmedas; EsC: encinares semicálidos; BHM: bosque húmedo de montaña; ET: encinares templados; P: Pinares; VRH: vegetación ribereña e hidrófila; VX: vegetación xerófila; AES: agroecosistemas Se resaltan en negritas valores superiores a 0.25 de Jaccard.

	SH	EsC	BHM	ET	P	VRH	VX	AES
SS	0.27	0.25	0.06	0.03	0.07	0.15	0.08	0.21
SH		0.33	0.10	0.01	0.03	0.17	0.02	0.43
EsC			0.19	0.08	0.10	0.13	0.07	0.17
BHM				0.07	0.17	0.05	0.00	0.08
ET					0.29	0.12	0.15	0.06
P						0.06	0.08	0.01
VRH							0.12	0.16
VX								0.08

Necesidades de exploración. Del total de especímenes registrados, el 69 % corresponde a seis de los 58 municipios del estado (en orden descendente, Tamasopo, Xilitla, Rayón, Zaragoza, Ciudad Valles y Guadalcázar). Los cinco primeros son también los que presentan el mayor número de especies en el estado (Tabla 3). El coeficiente de correlación entre número de especies y de registros es de 0.94. Un 50 % de los municipios del estado carece de registros de orquídeas.

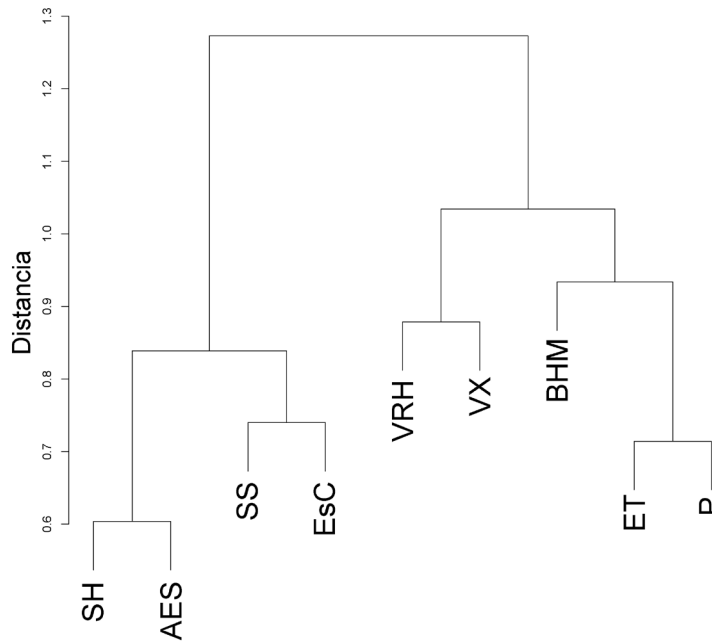


Figura 7. Dendrograma de las relaciones jerárquicas entre biomas acorde con la composición de especies de la familia Orchidaceae en San Luis Potosí (Método de Ward con distancias de Jaccard). SS: selvas secas; SH: selvas húmedas; EsC: encinares semicálidos; BHM: bosque húmedo de montaña; ET: encinares templados; P: Pinares; VRH: vegetación ribereña e hidrófila; VX: vegetación xerófila; AES: agroecosistemas.

Tabla 2. Especies registradas en territorio potosino, según su área de endemismo.

Área de endemismo	Especies
México (42 especies)	<i>Acianthera obscura</i> , <i>Alamania punicea</i> , <i>Arpophyllum laxiflorum</i> , <i>Aulosepalum ramentaceum</i> , <i>Bletia amabilis</i> , <i>Bletia macrithmochila</i> , <i>Bletia parkinsonii</i> , <i>Cranichis subumbellata</i> , <i>Deiregyne densiflora</i> , <i>Encyclia candollei</i> , <i>Encyclia parviflora</i> , <i>Epidendrum lignosum</i> , <i>Epidendrum longipetalum</i> , <i>Funkiella rubrocallosa</i> , <i>Goodyera brachyceras</i> , <i>Goodyera</i> sp. nov., <i>Govenia capitata</i> , <i>Govenia lagenophora</i> , <i>Govenia pauciflora</i> , <i>Habenaria diffusa</i> , <i>Habenaria ibarrae</i> , <i>Homalopetalum pumilum</i> , <i>Isochilus unilateralis</i> , <i>Kionophyton sawyeri</i> , <i>Laelia speciosa</i> , <i>Lepanthes papilionacea</i> , <i>Malaxis brachystachys</i> , <i>Malaxis novogaliciana</i> , <i>Malaxis rodrigueziana</i> , <i>Mormodes maculata</i> var. <i>unicolor</i> , <i>Myrmecophila grandiflora</i> , <i>Oestlundia cyanocolumna</i> , <i>Ponthieva rinconii</i> , <i>Prosthechea mariae</i> , <i>Schiedeella crenulata</i> , <i>Schiedeella nagelii</i> , <i>Schiedeella tenella</i> , <i>Spiranthes graminea</i> , <i>Stanhopea tigrina</i> , <i>Trichocentrum biorbicularae</i> , <i>Trichocentrum cosymbephorum</i> , <i>Triphora mexicana</i> .
Megaméxico I	<i>Hexalectris grandiflora</i> , <i>Hexalectris nitida</i> , <i>Platanthera brevifolia</i> , <i>Sotoa confusa</i> .

Área de endemismo	Especies
Megaméxico II (36 especies)	<i>Acianthera angustifolia</i> , <i>Bletia reflexa</i> , <i>Catasetum integerrimum</i> , <i>Chysis bractescens</i> , <i>Cora-llorhiza bulbosa</i> , <i>Cranichis apiculata</i> , <i>Cranichis sylvatica</i> , <i>Cyclopogon comosus</i> , <i>Cyclopogon luteoalbus</i> , <i>Dichromanthus aurantiacus</i> , <i>Dichromanthus michuacanus</i> , <i>Epidendrum propinquum</i> , <i>Galeoglossum tubulosum</i> , <i>Govenia liliacea</i> , <i>Govenia mutica</i> , <i>Habenaria novemfida</i> , <i>Habenaria strictissima</i> , <i>Kionophyton seminuda</i> , <i>Laelia anceps</i> , <i>Leochilus oncioides</i> , <i>Lycaste consobrina</i> , <i>Lycaste deppei</i> , <i>Malaxis lepidota</i> , <i>Maxillaria densa</i> , <i>Mesadenus polyanthus</i> , <i>Microchilus cassilasi</i> , <i>Oncidium maculatum</i> , <i>Oncidium sphacelatum</i> , <i>Pelexia gutturosa</i> , <i>Ponthieva mexicana</i> , <i>Ponthieva schaffneri</i> , <i>Pseudogoodyera pseudogoodyeroides</i> , <i>Rynchosthele rossii</i> , <i>Sarcoglottis assurgens</i> , <i>Sarcoglottis schaffneri</i> , <i>Stelis platystylis</i> , <i>Trichocentrum candidum</i> .
Megaméxico III	<i>Dichromanthus cinnabarinus</i> .

Discusión

Riqueza. Las orquídeas de San Luis Potosí representan el 12 y el 42 % de las especies y géneros, respectivamente, registrados a nivel nacional, de acuerdo con Solano-Gómez *et al.* (2019). En términos absolutos San Luis Potosí tiene una riqueza menor a la de algunos estados del sureste mexicano (Tabla 4), como Oaxaca (750 especies, Salazar 2012), Chiapas (723 especies, Beutelspacher & Moreno 2018) y Veracruz (429 especies, Viccon-Esquivel *et al.* 2021), semejante a la de Tabasco (153 especies, Noguera-Savelli & Cetzal-Ix 2014, Morales-Linares *et al.* 2015, González-Aguilar & Burelo-Ramos 2017), y Morelos (143 especies, Espejo-Serna *et al.* 2002) y superior a Colima (103 especies, Salazar & Jiménez-Machorro 2016) y Tamaulipas (90 especies, Hernández-López *et al.* 2012). Sin embargo, en términos relativos a su extensión superficial, San Luis Potosí está por debajo de los estados referidos, con excepción de Tamaulipas. Lo anterior adquiere sentido si se considera que los estados mencionados (excepto Tamaulipas) tienen una nula a baja proporción de zonas áridas y semiáridas, en tanto que estas zonas ocupan tres cuartas partes del territorio potosino (INEGI 2017), es decir, sólo la cuarta parte del territorio potosino presenta rangos altitudinales adecuados y ambientes favorables para la presencia de orquídeas. Este trabajo supera en un 90 % la riqueza de orquídeas reportadas para la flora de San Luis Potosí por De-Nova *et al.* (2019a), lo que coloca a esta familia en el quinto lugar de riqueza de especies vegetales a nivel estatal.

Distribución altitudinal. La riqueza de orquídeas es menor hacia las zonas más cálidas y bajas del estado (0-700 m snm), resultado semejante al que encuentran Solano-Gómez *et al.* (2016) en altitudes menores a 500 m snm en la región Tacaná-Boquerón de Chiapas. Para San Luis Potosí se carece de registros en los municipios de la planicie costera situados a menos de 100 m snm (Ébano, Tamuín, San Vicente Tancuayalab). Al respecto, sólo se conoce un estudio sobre epífitas realizado en el municipio de Pánuco, Veracruz (vecino de Ébano) en donde Alanís-Méndez *et al.* (2007) registraron a *Oncidium sphacelatum* y *Myrmecophila grandiflora*. Es posible que una combinación de elevada deforestación de la zona, mayor temperatura y menor humedad expliquen, junto a un insuficiente esfuerzo de muestreo, este bajo registro de especies, lo que ameritaría la exploración de las selvas remanentes. Ahora bien, aunque la riqueza de especies disminuye al descender en altitud, la proporción de epífitas incrementa (Figura 5). El predominio de epífitas en las zonas de baja altitud se puede explicar en función de la presencia de forófitos con cortezas rugosas, ramas anchas e intermedias que tienden a la horizontalidad, disponen de una adecuada irradiación y presentan una intensa actividad biológica que facilita la polinización y la supervivencia de las semillas (Dressler 1981). Por ejemplo, en la cercana reserva de la Biosfera El Cielo (Tamaulipas), la mayor riqueza de epífitas (y de orquídeas epífitas) se encuentra alrededor de la cota de 800 m snm (García-Balcázar 2012, Mora-Olivo *et al.* 2018).

La mayor riqueza de orquídeas dentro del estado se encuentra en la zona montañosa del barlovento de la SMOr entre 700 y 1,600 m snm, en las áreas más húmedas, especialmente en el municipio de Xilitla. Los registros disponibles documentan 73 especies para dicho municipio (Tabla 3), lo que incrementa ligeramente al más reciente inventario de 67 especies (Ramírez-Palomeque *et al.* 2019). Este elevado número de especies coincide con el patrón señalado por Hágsater *et al.* (2005) para las orquídeas de México, las cuales alcanzan su mayor magnitud en las zonas de bosque húmedo de montaña. Es interesante notar, de acuerdo con la amplitud altitudinal (Figura 5), que la riqueza encontrada en zonas montañosas de 1,601-2,850 m snm es semejante a la de las altitudes intermedias (701-1,600 m snm) pues la diferencia es de sólo ocho especies menos; este resultado es coincidente con los hallazgos de Solano-Gómez *et al.* (2016) para la región Tacaná-Boquerón en Chiapas, quienes encuentran la mayor cantidad de especies entre 1,000 y 2,500 m snm. En San Luis Potosí, y en el rango señalado, destaca la presencia de orquídeas en la sierra de Xilitla y en la sierra de Álvarez. La riqueza en la parte alta de Xilitla puede deberse a su singular elevación dentro del entorno montañoso de la sierra Gorda y a su ubicación en barlovento. Esta área, no ha sido exhaustivamente explorada en su totalidad, lo que sugiere que las exploraciones subsecuentes podrían incrementar el número de registros. En el caso de la sierra de Álvarez, su pertenencia a la SMOr y su cercanía con sistemas montañosos aislados de elevación semejante que contienen elementos florísticos característicos de la Faja Volcánica Transmexicana y de la Sierra Madre Occidental pueden estar favoreciendo su riqueza. A diferencia de las zonas bajas, en las zonas de mayor altitud las orquídeas terrestres predominan ampliamente sobre las epífitas. Esto puede deberse a la capacidad que les brindan sus órganos de perennación subterráneos para resistir condiciones desfavorables, como temperaturas bajas y sequías estacionales, que frecuentemente son la norma en las regiones montañosas. A una conclusión semejante llegan Baltazar & Solano-Gómez (2020) en relación con las orquídeas terrestres que estudiaron en la Reserva de la Biosfera El Cielo en Tamaulipas.

Distribución por tipos de vegetación. En general, el patrón de distribución de la riqueza de orquídeas que se presentan en San Luis Potosí corresponde con los encontrados a nivel nacional por Hágsater *et al.* (2005) y Solano-Gómez *et al.* (2019) en cuanto a la afinidad de las orquídeas por ambientes húmedos y con baja oscilación térmica como los bosques húmedos de montaña y las selvas húmedas. En el caso de los bosques húmedos de montaña del estado, Leija-Loredo *et al.* (2011) encontraron que presentan diferentes grados de perturbación. Lo anterior posiblemente repercute en la escasa presencia de orquídeas en algunos lugares como Copalillos, Tamasopo, bosque muy perturbado y con apenas cinco especies (Fortanelli-Martínez *et al.* 2014), en tanto que, en el bosque húmedo de montaña de Xilitla, con mejor estado de conservación según Leija-Loredo *et al.* (2011), se reportan 27 especies (Alfaro-Medina *et al.* 2017). De acuerdo con Díaz-Toribio (2009), la presencia de orquídeas terrestres en el bosque húmedo de montaña puede indicar calidad del hábitat; por ejemplo, *Cyclopogon luteoalbus* soporta fuerte perturbación, en tanto que *Calanthe calanthoides*, *Sarcoglottis sceptrodes*, *Cyclopogon comosus* y *Pelexia funckiana* prefieren ambientes menos perturbados (Díaz-Toribio 2009).

En el BP-E de la reserva de la Biosfera El Cielo en Tamaulipas, Baltazar (2017) registró 20 especies terrestres, número superior al registrado en San Luis Potosí (12 especies). Por su parte, Morales-Hernández *et al.* (2016) encontraron doce orquídeas epífitas en un bosque de pino-encino del estado de México, en tanto que en San Luis Potosí sólo se registraron cinco; Morales-Hernández *et al.* (2016) resaltan la importancia del género *Quercus* como forófito. El número de orquídeas epífitas registrado por Martínez-Meléndez *et al.* (2018) en este tipo de vegetación en Los Ocotones, Chiapas, fue de 55 especies. En contraste, Ibarra-Contreras *et al.* (2021) encuentran en bosques de *Quercus*, *Pinus* y *Quercus-Pinus*, con marcada estación seca, en dos localidades de la Mixteca Alta de Oaxaca, sólo siete especies de orquídeas epífitas y un claro predominio de terrestres (47 especies, 83.9 % del total) lo que se asemeja al patrón encontrado en los bosques templados potosinos.

En el siguiente nivel de importancia en cuanto a riqueza de especies de orquídeas se encuentra la selva baja caducifolia. En este sentido, la Reserva de la Biosfera Abra Tanchipa, ocupada predominantemente por selva baja caducifolia (De-Nova *et al.* 2018b), presenta forófitos como *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcense* y *Cedrela odorata* cuya corteza parece favorecer el establecimiento de epífitas de los géneros *Prosthechea*, *Trichocentrum*, *Encyclia*, *Epidendrum* y *Brassavola*, así como diferentes profundidades de suelo sobre el sustrato calizo que

Tabla 3. Riqueza de especies y número de registros realizados por municipio, ordenados de forma decreciente.

Municipio	Riqueza	Municipio	Registros
Xilitla	73	Tamasopo	116
Tamasopo	48	Xilitla	103
Rayón	39	Rayón	78
Ciudad Valles	35	Zaragoza	47
Zaragoza	23	Ciudad Valles	44
San Nicolás Tolentino	17	Guadalcázar	43
Guadalcázar	15	Rioverde	25
Rioverde	15	San Antonio	24
Aquismón	13	Aquismón	23
Alaquines	11	San Nicolás Tolentino	20
San Antonio	10	Tamazunchale	20
San Luis Potosí	10	Alaquines	17
Cárdenas	9	San Luis Potosí	15
Tamazunchale	9	Cárdenas	10
Armadillo de los Infante	6	Armadillo de los Infante	8
Ciudad del Maíz	5	Cerritos	6
Santa María del Río	4	Ciudad del Maíz	5
Cerritos	3	El Naranjo	5
El Naranjo	3	Santa María del Río	4
Cerro de San Pedro	1	Charcas	3
Charcas	1	Villa Juárez	3
Ciudad Fernández	1	Santa Catarina	2
Coxcatlán	1	Cerro de San Pedro	1
Huehuetlán	1	Ciudad Fernández	1
Matehuala	1	Coxcatlán	1
Santa Catarina	1	Huehuetlán	1
Vanegas	1	Matehuala	1
Villa Juárez	1	Vanegas	1
Villa Hidalgo	1	Villa Hidalgo	1

facilitan el desarrollo de orquídeas terrestres de los géneros *Pelexia*, *Sarcoglottis*, *Cyrtopodium*, *Cyclopogon* y *Habenaria* (Fortanelli-Martínez *et al.* 2018).

Un número de especies de orquídeas semejante al de la selva baja caducifolia lo muestra el bosque de galería con 23 especies (Figura 6, Tabla S3 del Material suplementario). En este caso, la cercanía de un cauce permanente o semipermanente propicia condiciones de humedad favorables al establecimiento de especies arbóreas que sirven de forófitos a las orquídeas (11 especies). El suelo aluvial, húmedo y protegido de las riberas también favorece la presencia de especies terrestres (12), especialmente en ambientes semicálidos a templados. Esta riqueza se aproxima a las 27 especies identificadas por Endañú-Huerta *et al.* (2017) en el sistema fluvio-lagunar deltaico de Palizada del Este, Campeche, aunque en este lugar, de baja altitud, predominaron las epífitas (85 %).

Finalmente, la riqueza de orquídeas desciende abruptamente en los chaparrales y matorrales (trece especies en total, sólo una epífita) en donde sobresalen el matorral submontano con nueve especies y el matorral desértico rosetó-

Tabla 4. Riqueza de orquídeas, absoluta y relativa, y proporción de zonas áridas, en seis estados de la república mexicana.

Estado	Número de especies*	Superficie territorial (km ²) **	Número de especies por 10 ⁻³ /km ²	Zonas áridas y semiáridas (% respecto de la superficie estatal)***
Oaxaca	750	92,478	8.11	5.1
Chiapas	723	74,261	9.74	0.0
Veracruz	429	70,597	6.08	0.2
San Luis Potosí	152	61,163	2.48	76.6
Tabasco	153	24,766	6.17	0.0
Morelos	143	4,888	29.25	0.0
Colima	103	5,648	18.24	0.0
Tamaulipas	90	77,730	1.16	63.1

* Fuentes: Oaxaca: Salazar (2012); Chiapas: Beutelspacher & Moreno (2018); Veracruz: Viccon-Esquivel *et al.* (2021); Morelos: Espejo-Serna *et al.* (2002); Tabasco: Noguera-Savelli & Cetzal-Ix (2014), González-Aguilar & Burelo-Ramos (2017), Morales-Linares *et al.* (2015); Colima: Salazar & Jiménez-Machorro (2016); Tamaulipas: Hernández-López *et al.* (2012); San Luis Potosí: este trabajo. ** Fuente: CONABIO (2020a); *** Fuente: INEGI (2017).

filo con cinco. Lo anterior coincide con lo señalado por Hágsater *et al.* (2005) quienes indican que el bajo número de especies de esta familia está asociado con limitantes de humedad y condiciones edáficas desfavorables para el desarrollo de micorrizas.

Algunos aportes respecto a la orquideoflora en ambientes humanizados del estado de San Luis Potosí los proporciona Alcorn (1984), quien registró en la zona *tének* 15 especies en el *te'lom* y dos en el huerto familiar. Por su parte, Carbajal-Esquivel (2008) menciona a *Laelia anceps* y *Stanhopea tigrina* en huertos *xi'iùy* de Rayón, y Rivera-Lozoya (2013) refiere a *Vanilla planifolia* en los huertos de Tancuime Aquismón. En este trabajo se enriquece esta información con 20 especies en los huertos, diez en el *te'lom* y ocho en los cafetales. El huerto, casi siempre dispuesto en el entorno del hogar rural, y con una amplia diversidad de árboles, arbustos y hierbas de importancia etnobotánica, también suele alojar especies de orquídeas extraídas de las áreas aledañas y valoradas principalmente por sus atributos ornamentales. Su importancia como espacio de recreación y conservación de las orquídeas queda evidenciada por las 20 especies registradas, número que podría incrementarse si se añadieran *Epidendrum cardiophorum*, *Catasetum integerrimum*, *Prosthechea cochleata* y *P. livida*, las cuales fueron registradas fotográficamente en huertos. Esta importancia es también referida por Solano-Gómez *et al.* (2007) para huertos de Santiago Yaitepec, Oaxaca. El menor número de especies encontradas en el *te'lom* respecto de lo reportado por Alcorn (1984), posiblemente se deba a insuficiente exploración de las bases de datos, o bien a observaciones que carecen de ejemplar de respaldo. Respecto a los cafetales, Alfaro-Medina *et al.* (2017) registraron en este agroecosistema, en Xilitla, a ocho especies, de las cuales, *Prosthechea radiata* y *Stanhopea tigrina* podrían añadirse a las epifitas de la [Tabla S3](#) (Material suplementario) una vez que se cuente con algún ejemplar de respaldo. La orquideoflora de los cafetales potosinos podría ampliarse si se considera que, de las 213 especies reportadas por Espejo-Serna *et al.* (2005) en los cafetales a nivel nacional, 48 de ellas se encuentran en la lista referida en el presente trabajo.

Similitud de la orquideoflora entre pisos altitudinales y entre biomas. En relación con la altitud, se presenta un alto recambio de especies entre pisos altitudinales pues su semejanza es baja. Lo anterior indica que cada piso tiene una orquideoflora característica y diferente. En este sentido, la altitud y los factores ambientales y biológicos derivados de la misma, pueden estar influyendo en la diferenciación entre la orquideoflora de selvas y bosques de montaña. Las condiciones restrictivas del medio propician una menor riqueza de especies y una baja similitud de

las orquídeas de la vegetación xerófila respecto del resto. Lo que resulta sorprendente es que el bosque húmedo de montaña también comparta este atributo de alta diferenciación de sus especies respecto a los otros biomas, a pesar de su elevada riqueza. En este bioma resalta el predominio de especies terrestres sobre epífitas, lo que, además de marcar diferencias importantes respecto de las selvas húmedas, podría apuntar a factores de estrés hídrico a fines de la primavera y estrés por bajas temperaturas durante el invierno. Al respecto, Hágsater *et al.* (2005) señalan el factor diferenciador de menor influencia del frío estacional causado por la latitud más elevada y la presencia recurrente de frentes fríos de viento polar, o “nortes” para explicar la menor riqueza florística de orquídeas de la SMOr, en la vertiente del Golfo de México, en comparación con la orquideoflora del bosque nublado de la vertiente pacífica. Lo anterior posiblemente también explique la relativamente mayor similitud encontrada, en este trabajo, entre las orquideofloras del bosque húmedo de montaña y de los pinares. En este sentido, también destaca la baja similitud entre la orquideoflora de los encinares semicálidos (más semejante a la de las selvas) en relación con la de los encinares templados (más parecida a la de los pinares); esto podría explicarse en relación con los ya mencionados gradientes decrecientes de temperatura y humedad asociados con la altitud y ubicación hacia el interior del continente. En relación con las diferencias ambientales arriba señaladas, sería de gran utilidad una investigación enfocada a grupos funcionales de orquídeas, semejante a la realizada por Baltazar & Solano-Gómez (2020) en El Cielo, Tamaulipas. La alta similitud de los agroecosistemas con las selvas húmedas se explica porque los ambientes humanizados donde se recolectaron las orquídeas se localizan principalmente en áreas de selva mediana subperennifolia.

Endemismo. De particular importancia son las especies con endemismo regional en torno a San Luis Potosí; una de ellas es *Govenia pauciflora*, reportada por Villaseñor (2016) para Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí; otra es *Schiedeella nagelii* (Nuevo León, Querétaro, Hidalgo y San Luis Potosí) (De-Nova *et al.* 2018a). Otra orquídea interesante es *Ponthieva rinconii*, descubierta por Salazar (2005) en Coetzala, Veracruz, y recientemente recolectada en Xilitla, San Luis Potosí y en El Cielo, Tamaulipas (Baltazar 2017). Finalmente se tiene a una especie aún inédita de *Goodyera*, conocida previamente sólo de Hidalgo y registrada en Xilitla por Alfaro-Medina *et al.* (2017). También en Xilitla se registró por primera vez para el estado a *Mormodes maculata* var. *unicolor*, previamente conocida de la región de la Huasteca en Veracruz, Puebla e Hidalgo (Real-Carrasco *et al.* 2007, Alfaro-Medina *et al.* 2017), mientras que la variedad típica se conoce solamente del norte de Oaxaca (Salazar 1990). Un caso adicional de endemismo, tal vez el único conocido para el estado, es una especie no descrita de *Funkiella* inicialmente confundida con *F. parasitica* pero que aparentemente representa una especie no descrita.

Especies en estatus de riesgo. Las diez especies presentes en San Luis Potosí que están incluidas en alguna categoría de riesgo representan el 6.5 % de las registradas para el estado. Este valor es tres veces menor a la proporción nacional (14.7 %), la cual resulta de la relación entre las 190 especies en estatus de riesgo SEMARNAT (2019) y las 1,296 especies referidas por Solano-Gómez *et al.* (2019). Posiblemente a las ocho mencionadas se deberá añadir, previo estudio poblacional, las especies aún no descritas de *Goodyera* (Alfaro-Medina *et al.* 2017, Ramírez-Palomeque *et al.* 2019) y *Funkiella*, debido a su rareza y a las presiones humanas sobre su hábitat.

En el municipio de Xilitla se han documentado dos aspectos que afectan a las poblaciones de esta familia: la destrucción de su hábitat y la extracción con fines comerciales (Alfaro-Medina *et al.* 2017, Ramírez-Palomeque *et al.* 2019). En las zonas turísticas de Tamasopo, colindantes con áreas pobladas por grupos indígenas marginados de la etnia *xi'iùy* también se ha reportado la extracción de orquídeas por turistas, así como su venta ilegal por indígenas (Van Deuren 2010). Por lo anterior, se han propuesto estrategias para buscar esquemas que permitan la comercialización controlada (Ramírez-Palomeque *et al.* 2019) y la propagación *in vitro* de especies en riesgo, con cuidadosos protocolos de reintroducción a sus hábitats originales (Castillo-Pérez 2018, García-Portales 2018, Carranza-Álvarez *et al.* 2021, Castillo-Pérez *et al.* 2021); sin embargo, los avances en torno a estos temas aún son incipientes.

Necesidades de exploración. Se estima aquí que potencialmente hay al menos 30 especies adicionales por registrar en San Luis Potosí, y se carece por completo de registros de orquídeas en 50 % de los municipios del estado. Esto último es explicable parcialmente por la aridez y semiaridez del territorio (76.6 %, según INEGI 2017) que atrae poco

a los botánicos a recolectar orquídeas. Sin embargo, es probable que la lista de especies aumente si se exploran áreas poco accesibles, si se hacen visitas en las épocas previstas de foliación y floración de orquídeas terrestres, y se intensifica la exploración, especialmente en las zonas montañosas de municipios colindantes con Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (Villa de Arriaga, Villa de Reyes, Santa María del Río, Tierra Nueva, Rioverde, San Cirio de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina, Aquismón, Xilitla, Tamazunchale y San Martín Chalchicuautla). En especial, consideramos relevante continuar con la exploración de Xilitla, y trabajar en Tamazunchale y San Martín Chalchicuautla, estos dos aún poco explorados, ya que de acuerdo con Solano-Gómez *et al.* (2019), el extremo sureste de San Luis Potosí es vecino de eco-regiones que presentan una riqueza de orquídeas de entre 400 y 600 especies. Por ejemplo, hemos recolectado *Cypripedium dickinsonianum*, reportada para la zona por Soto-Arenas & Solano-Gómez (2007) y Rankou & Salazar (2014), en la Sierra de Landa, Querétaro, a pocos kilómetros del territorio potosino. Para esa misma región se ha registrado la presencia de *Beloglottis mexicana*, *Galeottiella sarcoglossa* y *Liparis greenwoodiana* en Jalpan de Serra, Querétaro (especímenes en IEB). Por su parte, García-Cruz *et al.* (2003) reportan a *Stelis nicaraguensis* en Landa, Querétaro y *Lepanthes suarezii* en Xichú, Guanajuato. Todas estas áreas colindan con San Luis Potosí y es probable que alguna de esas especies eventualmente sea localizada en este estado.

Otros municipios con muy escaso trabajo de exploración son El Naranjo y Ciudad del Maíz, colindantes con Tamaulipas, los cuales representan el extremo noroeste de la SMOR en San Luis Potosí. En Ciudad del Maíz se ha recolectado recientemente a *Dichromanthus michuacanus*, con lo que se ha contribuido a la documentación de la distribución geográfica de esta especie. En esta sección norte de la SMOR, posiblemente se encuentren también especies que han sido reportadas para la reserva de la biosfera El Cielo en Tamaulipas como *Encyclia alata* y *Trichocentrum ascendens*, (Mora-Olivo *et al.* 2018), y *Aulosepalum tenuiflorum*, *Deiregyne eriophora*, *Govenia praecox*, *Habenaria zamudioana* y *Malaxis maianthemifolia* (Baltazar 2017, Baltazar & Solano-Gómez 2020). En los municipios de Hidalgo y Güemez, Tamaulipas, Baltazar (2013) encontró en bosques de la SMOR, además de treinta especies reportadas en este trabajo, a seis aquí no registradas, pero con factibilidad de encontrarse en futuras exploraciones en territorio potosino: *Deiregyne eriophora*, *Funkiella parasitica*, *Goodyera oblongifolia*, *Malaxis abieticola*, *Malaxis thlaspiiformis* y *Tamayorkis hintonii*. Finalmente, y con base en las especies de Orchidaceae mencionadas por Villaseñor (2016), consideramos muy probable recolectar eventualmente en territorio potosino a *Bletia campanulata*, *Dichaea muricatoides*, *Epidendrum polyanthum*, *Gongora galeata*, *Habenaria jaliscana*, *H. repens*, *Malaxis fastigiata*, *Platanthera limosa* y *Prosthechea varicosa*.

Es importante señalar que Tamasopo representa la localidad más septentrional en México donde se ha registrado la presencia de *Oeceoclades maculata*, una especie naturalizada de origen africano que llegó a Brasil y se extendió hasta llegar a México, donde se reportó en Yucatán en 1993 (Hágsater *et al.* 2005); es decir, le ha tomado al menos 27 años llevar a cabo ese desplazamiento y sería de interés biogeográfico estudiar dicho proceso.

Usos de las orquídeas. Una línea de investigación por desarrollar en el estado es la correspondiente a la etnobotánica de las orquídeas, pues además de su uso y venta como plantas de ornato, se podrían explorar otras categorías como la artesanal, ceremonial, alimentaria y medicinal. En relación con la última categoría etnobotánica, destaca que al menos cuatro de doce especies de orquídeas reportadas con usos medicinales para Veracruz (Cano-Asseleih *et al.* 2015) se encuentran en San Luis Potosí, pero sin reporte de ese empleo (*Epidendrum chlorocorymbos*, *Mormodes maculata* var. *unicolor*, *Scaphyglottis fasciculata* y *Vanilla planifolia*). Otros autores indican para otras áreas el uso medicinal de *Cyrtopodium macrobulbon* (Morales-Sánchez *et al.* 2014), *Catasetum integerrimum* (Cox 2013), *Maxillaria densa* (Radice *et al.* 2020), *Bletia purpurea* y *Calanthe calanthoides* (Hágsater *et al.* 2005).

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) el apoyo económico parcial e infraestructura que permitió realizar esta investigación, con los proyectos CONANP/PRO-

CODES/3547/2016, y CONANP/PROCOCODES/2029/2017 otorgados a JFM y CONANP/DR04/024/RB02/PROCOCODES/927/13, CONANP/PROCOCODES/2476/2014, CONACYT CB-2014/243454 y CONABIO FB1829/PJ029/17, otorgados a JADN. Al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas por el apoyo logístico para la exploración botánica. A las dependencias e instituciones que facilitaron el acceso a sus herbarios y bases de datos: Instituto Chinoín, A.C.; Instituto de Ecología Centro Regional Bajío; Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara; Universidad Autónoma de Querétaro; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad de Harvard. Al M.C. Alejandro Durán Fernández, director de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, por el apoyo para la exploración de la RBSAT y del municipio de Xilitla. A los colaboradores locales, especialmente a los señores Rosalío Garay Galván (La Silleta Xilitla), Hermelindo Guzmán (Laguna del Mante Ciudad Valles), Basilio de la Cruz (Las Guapas Rayón), Julio Salinas Niño (Tamasopo) y Emilio Tello Rubio (Las Canoas Rayón) por su valioso auxilio y conocimiento aportado en los recorridos de campo. A todos aquellos que nos proporcionaron material fotográfico y datos que facilitaron la exploración botánica.

Material suplementario

El material suplementario de este artículo puede ser consultado aquí: <https://doi.org/10.17129/botsci.2875>

Literatura citada

- Alanís-Méndez JL, Muñoz-Arteaga FO, López-Ortega M, Cuervo-López L, Raya-Cruz BE. 2007. Aportes al conocimiento de las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae) en dos tipos de vegetación del municipio de Pánuco, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 7: 160-174.
- Alcorn JB. 1984. *Huastec mayan ethnobotany*. USA: University of Texas. ISBN: 0292715439
- Alfaro-Medina CS, Ramírez-Palomeque TL, Fortanelli-Martínez J, Castillo-Gómez HA, Salazar GA, De-Nova JA, Castillo-Lara P. 2017. *Orquídeas de Xilitla S.L.P.* Catálogo. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ISBN: 978-607-535-008-0
- Baltazar SG. 2013. *Diversidad orchideológica, sus afinidades florísticas y relaciones biogeográficas en las localidades de Conrado Castillo, mpio. Hidalgo y Los San Pedros, mpio. Güemez; en Tamaulipas*. BSc Thesis. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.
- Baltazar SG. 2017. *Diversidad y rasgos funcionales de orquídeas terrestres en diferentes comunidades vegetales de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas*. MSc. Thesis. Instituto Politécnico Nacional.
- Baltazar S, Solano-Gómez R. 2020. Diversidad y rasgos funcionales de orquídeas terrestres en bosques de un área natural protegida del noreste de México. *Botanical Sciences* 98: 468-485. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2600>
- Bertolini V, Damon A, Luna-Tavera FR, Rojas-Velázquez AN. 2012. Las orquídeas del Valle del Mezquital, Hidalgo (México), resultados preliminares. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 11: 85-94.
- Beutelspacher CR. 2008. Catálogo de las orquídeas de Chiapas. *Lacandonia* 2: 25-122.
- Beutelspacher CR, Moreno I. 2011. Orquidáceas y bromeliáceas del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México. *Lacandonia*. 5: 87-102.
- Beutelspacher CR, Moreno I. 2018. *Las Orquídeas de Chiapas*. México: Instituto Chinoín. ISBN: 6077597066
- Calderón de Rzedowski G. 1957. *Vegetación del valle de San Luis Potosí*. BSc Thesis. Instituto Politécnico Nacional.
- Calderón J, Moreno C. 2019. Diversidad beta como disimilitud: su partición en componentes de recambio y diferencias en riqueza. In: Moreno C, ed. *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, pp. 203-222. ISBN: 9786074825985
- Cano-Asseleih LM, Menchaca-García RA, Ruiz-Cruz JYS. 2015. Ethnobotany, Pharmacology and Chemistry of Medicinal Orchids from Veracruz. *Journal of Agricultural Science and Technology* 5: 745-754. DOI: <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2015.09.006>
- Carbajal-Esquivel H. 2008. *Importancia de las plantas en la cultura alimentaria de los xi'oi, Las Guapas, Rayón, S.L.P.* MSc. Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Carranza-Álvarez C, Trinidad-García, KL, Reyes-Hernández H, Castillo-Pérez LJ, Fortanelli-Martínez J. 2021. Efecto de extractos orgánicos naturales sobre la micropropagación in vitro de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Orchidaceae). *Biocencia* 23: 5-12. DOI: <https://doi.org/10.18633/biocencia.v23i1.805>
- Castillo-Gómez HA. 2015. *Flora vascular, vegetación y plantas útiles del cañón del Espinazo del Diablo, San Luis Potosí, México*. MSc. Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Castillo-Pérez LJ. 2018. *Aclimatación de plántulas de Stanhopea tigrina Bateman y Encyclia parviflora (Regel) Withner (Orchidaceae) para su conservación ex situ*. MSc. Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Castillo-Pérez LJ, Martínez-Soto D, Fortanelli-Martínez J, Carranza-Álvarez C. 2021. Asymbiotic seed germination, in vitro seedling development, and symbiotic acclimatization of the Mexican threatened orchid *Stanhopea tigrina*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-021-02064-9>
- Chao A, Chazdon R, Colwell R, Shen TJ. 2005. A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters* 8: 148-159. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x>
- Chase MW, Cameron KM, Freudenstein JV, Pridgeon AM, Salazar G, Van den Berg C, Schuiteman A. 2015. An updated classification of Orchidaceae. *Botanical journal of the Linnean Society* 177: 151-174. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12234C>
- Colwell RK, Chao A, Gotelli NJ, Lin SY, Mao CX, Chazdon RL, Longino JT. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2010. *El bosque mesófilo de montaña en México. Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 9786077607359
- CONABIO. 2020a. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. División Política Estatal 1:1000000. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (Accessed September 1, 2020).
- CONABIO. 2020b. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Registros de ejemplares. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html (Accessed September 1, 2020).
- Cox LD. 2013. Orquídeas: Importancia y uso en México. *Bioagrociencias* 6: 4-7.
- De-Nova, JA, Castillo-Lara P, Gudiño-Cano AK, García-Pérez J. 2018a. Flora endémica del estado de San Luis Potosí y regiones adyacentes en México. *Árido-Ciencia* 3: 21-41.
- De-Nova JA, Castillo-Lara P, Salinas-Rodríguez MM, Fortanelli-Martínez J, Mora-Olivo A. 2018b. Los bosques tropicales estacionales. In: Reyes-Hernández H, De-Nova JA, Durán-Fernández A, coords. *Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. Biodiversidad y Acciones para su Conservación*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pp. 59-78. ISBN: 978-607-535-054-7
- De-Nova JA, García-Pérez J, Castillo-Lara P, Fortanelli-Martínez J, Robles E. 2019a. Angiospermas. En: CONABIO. *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de estado* Vol. II, pp. 111-121. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN: 978-607-8570-30-0
- De-Nova JA, Sahagún FJ, Bueno J, Cruzado J. 2019b. *Inventario multitaxonomico: PN El Potosí y RB Sierra del Abra Tanchipa (San Luis Potosí)*. Incidencia y Gobernanza Ambiental, A.C. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. PJ029. Ciudad de México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfPJ029.pdf> (Accessed June 18, 2020).
- De-Nova JA, González-Trujillo R, Castillo-Lara P, Fortanelli-Martínez J, Mora-Olivo J, Salinas-Rodríguez M. 2019c. Inventario florístico de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences* 97: 757-784. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2285>
- Díaz-Toribio MH. 2009. *Orquídeas terrestres como indicadoras de calidad ambiental en fragmentos de bosque mesófilo de montaña*. MSc Thesis. Instituto de Ecología A.C.
- Dressler RL. 1981. *The Orchids. Natural history and classification*. USA: Harvard University Press. ISBN: 0674875257

- Endañú-Huerta E, López-Contreras JE, Amador-Del Angel LE, Carnevali G, Guevara-Carrío E, Duno de Stefano R, Cetzal-Ix W. 2017. Diversidad de orquídeas del sistema fluvio lagunar deltaico Palizada-del Este, en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche, México. *Acta Biológica Colombiana* **22**: 398-407.
- Enríquez-Salaices E. 2019. *Inventarios para la conservación: flora vascular del área natural protegida Parque Nacional El Potosí*. MSc Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Espejo-Serna A. 2012. El endemismo en las Liliopsida mexicanas. *Acta Botanica Mexicana* 100: 195-257.
- Espejo-Serna A, García-Cruz J, López-Ferrari AR, Jiménez-Machorro R, Sánchez-Saldaña L. 2002. Orquídeas del estado de Morelos. *Orquídea* 16: 1-387. ISSN: 0300-3701
- Espejo-Serna A, López-Ferrari AR, Jiménez-Machorro R, Sánchez-Saldaña L. 2005. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* **53**: 73-84.
- Fortanelli-Martínez J, García-Pérez J, Castillo-Lara P. 2014. Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de Copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana* 106: 161-186. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm106.2014.218>
- Fortanelli-Martínez J, Castillo-Lara P, De-Nova JA. 2018. Las orquídeas. In: Reyes-Hernández H, De-Nova JA, Durán-Fernández A, coords. *Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. Biodiversidad y Acciones para su Conservación*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pp. 79-98. ISBN: 978-607-535-054-7
- García-Cruz J, Sánchez-Saldaña LM, Jiménez-Machorro R, Solano-Gómez R. 2003. Orchidaceae. Tribu Epidendreae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes* 119: 1-173.
- García-Balcázar NH. 2012. *Preferencia de hospederos y distribución vertical de epífitas vasculares en un fragmento de bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera "El Cielo", Tamaulipas, México*. MSc Thesis. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- García-Cruz J, Sosa V. 1998. Orchidaceae I. Clave de Subfamilias y Tribus. *Flora de Veracruz* 106: 1-11.
- García-Portales JM. 2018. *Efecto de las poliaminas sobre la germinación in vitro y el desarrollo de plántulas de Prosthechea cochleata (L.) W.E.Higgins (Orchidaceae)*. BSc. Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- González-Aguilar MA, Burelo-Ramos CM. 2017. Adiciones a la orquideoflora de Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 121: 161-167. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1292>
- González-Costilla O, Giménez-de Azcárate J, García-Pérez J, Aguirre-Rivera JR. 2007. Flórula vascular de la sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana* 78: 1-38. <https://doi.org/10.21829/abm78.2007.1027>
- González-Espinosa M, Meave JA, Ramírez-Marcial N, Toledo-Aceves T, Lorea-Hernández FG, Ibarra-Manríquez G. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* **21**: 36-52. <https://doi.org/10.7818/ECOS.26>
- González-Oreja JA, De la Fuente-Díaz-Ordaz AA, Hernández-Satín L, Buzo-Franco D, Bonache Regidor C. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation* 33: 31-45.
- Giménez-de Azcárate J, González-Costilla O. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botanica Mexicana* 94: 91-123.
- Hágsater E, Soto-Arenas MA, Salazar GA, Jiménez R, López M, Dressler R. 2005. *Las orquídeas de México*. México: Instituto Chinoín.
- Hernández-López T, Treviño-Carreón J, Herrera-Monsiváis MC, García-Jiménez J. 2012. Contribución al conocimiento de las orquídeas de Tamaulipas, México. In: Ruíz-Cancino E, Coronado-Blanco JM, Coord. *Recursos Naturales*. México: Universidad Autónoma de Tamaulipas, pp. 12-25. ISBN: 978-607-7654-48-3
- HUH [Harvard University Herbaria]. 2020. Index of Botanical Specimens. Harvard University Herbaria & Libraries. https://kiki.huh.harvard.edu/databases/specimen_index.html (Accessed March 3, 2020)
- Ibarra-Contreras CA, Solano-Gómez R., Paz-Cruz L, Pérez-Domínguez C., Lagunez-Rivera L. 2021. Orquídeas de los municipios de Santo Domingo Yanhuitlán y San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca. *Polibotánica*. 51: 17-41. DOI: <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.2>

- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 1985. *Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. ISBN: 968-809-887-6
- INEGI. 2009. *Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación escala 1:250 000: Serie III*. México, DF: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. ISBN: 978-607-494-015-2
- INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2017. México, DF. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/aegef_2017/702825097929.pdf (Accessed June 27, 2020)
- Leija-Loredo EG, Reyes-Hernández, Fortanelli-Martínez J, Palacio-Aponte G. 2011. Situación actual del bosque de niebla en el estado de San Luis Potosí, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 53: 3-11.
- Lot A, Chiang F. 1986. *Manual de herbario*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 968-6144-00-5
- Martínez-Meléndez N, Trejo-Cruz IA, Martínez-Meléndez M. 2018. Diversidad de epífitas en un bosque de pino-encino con actividades silvícolas en Chiapas, México. *Desde el Herbario CICY* 10: 160-167.
- Mora-Olivo A, Estrada-Castillón E, Pando-Moreno M, de la Rosa-Manzano E, Jurado E. 2018. Distribución vertical de epífitas y su filogenia en un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 74-93. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.231>
- Morales-Hernández JL, González-Razo FJ, Pérez-Chávez MA. 2016. Caracterización de las orquídeas epífitas y sus forófitos en el Parque Ecológico Universitario “José Mariano Mociño” de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Polibotánica* 42: 103-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.42.5>
- Morales-de la Torre JI, Castillo-Lara P, Puente-Martínez R, De-Nova JA. 2020. Estudio florístico de la microcuenca del Cañón de los Chivos, San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences* 98: 644-681 DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2623>
- Morales-Linares J, Toledo-Aceves T, Flores-Palacios A, Krömer T, García-Franco JG. 2015. Registros nuevos de Orchidaceae para el estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 1083-1088. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.05.013>
- Morales-Sánchez V, Rivero-Cruz I, Laguna-Hernández G, Salazar-Chávez GA, Mata R. 2014. Chemical composition, potential toxicity, and quality control procedures of the crude drug of *Cyrtopodium macrobulbon*. *Journal of Ethnopharmacology* 154: 790-797. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.006>
- Noguera-Savelli E, Cetzal-Ix W. 2014. Revisión e integración del conocimiento de las orchidaceae de Tabasco, México. *Botanical Sciences* 92: 519-540. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.117>
- Oksanen AJ, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, Mcglinn D, Peter M, O'Hara RB, Simpson G, Solymos P, Stevens MH, Szoecs E, Wagner H. 2019. *Package 'Vegan'*. *Community Ecology Package*. <https://github.com/vegandevs/vegan> (Accessed April 20, 2020).
- Pérez-Bravo R, Salazar GA, Mora-Guzmán E. 2010. Orquídeas de Las Lomas-La Manzanilla, Sierra Madre Oriental, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 125-129.
- Puig H. 1991. *Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico*. México, DF: Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), Instituto de Ecología A. C. y centre D'Études Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA). ISBN: 968-6029-12-2
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/> (Accessed November 21, 2020).
- Radice M, Scalvenzi L, Gutiérrez D. 2020. Etnofarmacología, bioactividad y fitoquímica de *Maxillaria densa* Lindl. Revisión científica y biocomercio en el neotrópico. *Colombia Forestal* 23: 20-33. DOI: <https://doi.org/10.14483/2256201X.15924>
- Ramírez-Palomeque TL, Alfaro-Medina CS, Fortanelli-Martínez J, De-Nova JA. 2019. Biodiversidad, conservación y aprovechamiento de orquídeas. In: Reyes-Hernández, Durán-Fernández, Sahagún-Sánchez FJ, coords. *Biodiversidad y conservación de ecosistemas de la Región Prioritaria para la Conservación Xilitla*. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Universidad de Guadalajara, pp. 114-131. ISBN: 978-607-535-102-5

- Rankou H, Salazar G. 2014. *Cypripedium dickinsonianum*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2014*: e.T43315523A43327639. DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T43315523A43327639.en>
- Real-Carrasco S, Moreno-Martínez D, Menchaca-García RA. 2007. Cultivo de protocormos de *Mormodes maculata* var. *unicolor* L. O. Williams (Orchidaceae). *Foresta Veracruzana* 9: 55-59.
- Reyes-Agüero JA, González-Medrano F, García-Pérez JD. 1996. Flora vascular de la Sierra Monte Grande, municipio de Charcas, San Luis Potosí, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58: 31-42. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.1485>
- Rivera-Lozoya E. 2013. *Etnobotánica del solar teenek en la Huasteca Potosina. Estudio de caso Tancuime, Aquismon, S.L.P.* BSc. Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rzedowski J. 1963. El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norteamérica continental. *Vegetatio* 11: 173-198.
- Rzedowski J. 1965. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 5: 5-291.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. México, DF: Limusa. ISBN: 968-18-0002-8
- Rzedowski J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* 14: 3-21. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- Rzedowski J. 1991b. El endemismo de la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botanica Mexicana* 15: 47-64. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm15.1991.620>
- Salazar GA. 1990. *Mormodes maculata* (Kl.) L.O. Wms. var. *maculata*. Plate 65. *Icones Orchidacearum I. Orchids of Mexico Part I*. Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Mexico, DF.
- Salazar GA. 2005. A new species of *Ponthieva* (Orchidaceae, Cranichidinae) from Veracruz, Mexico. *Brittonia* 57: 252-254. DOI: [https://doi.org/10.1663/0007-196X\(2005\)057\[0252:ANSOPO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0007-196X(2005)057[0252:ANSOPO]2.0.CO;2)
- Salazar GA. 2009. Orquídeas. In: Lot A, Cano Z, eds. *Biodiversidad del Ecosistema Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 153-169. ISBN: 978-970-32-5323-4
- Salazar GA. 2012. Orchidaceae. In: García AJ, Meave JA, eds. *Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies)*, 2ª ed. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 324-339. ISBN: 987-907-02-2434-8
- Salazar GA, Jiménez R, Ortega MP. 2016. Orquídeas (Orchidaceae). In: CONABIO ed. *La biodiversidad en la Ciudad de México, volumen II*. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, pp. 169-177. ISBN: 978-607-8328-84-0
- Salazar GA, Jiménez-Machorro R. 2016. Orquídeas (Orchidaceae). In: CONABIO ed. *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 194-198. ISBN: 978-607-8328-40-6
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2019. Modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. *Diario Oficial de la Federación*, 14 noviembre 2019.
- Smith TM, Smith RL. 2007. *Ecología*. España: Pearson Educación. ISBN: 978-84-7829-084-0
- Solano-Gómez R. 1999. Orchidaceae III. *Stelis*. *Flora de Veracruz* 113: 1-26.
- Solano-Gómez R, Bello-López R, Vásquez-Martínez A. 2007. Listado de las orquídeas de la región de Juquila, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo* 5: 5-14.
- Solano-Gómez R, Damon A, Cruz-Lustre G, Jiménez-Bautista L, Avendaño-Vázquez S, Bertolini V, Rivera-García R, Cruz-García G. 2016. Diversity and distribution of the orchids of the Tacaná-Boquerón region, Chiapas, Mexico. *Botanical Sciences* 94: 625-656. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.589>
- Solano-Gómez R, Salazar GA, Jiménez R. 2011. New combinations in Orchidaceae of Mexico. *Acta Botanica Mexicana* 97: 49-56.
- Solano-Gómez R, Salazar-Chávez GA, Huerta-Espinosa H, Hagsater E, Jiménez-Machorro R. 2019. Diversity of

- Mexican orchids: synopsis of richness and distribution patterns. *Proceedings of the 22nd World Orchid Conference*. Guayaquil 1: 255-270. ISBN: 978-9942-8765-1-5
- Soto-Arenas MA, Hágsater E, Jiménez-Machorro R, Solano-Gómez R. 2007. *Orquídeas de México*. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. P107. México, DF: Herbario AMO-Instituto Chinoín, A.C. y Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad-Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional.
- Soto-Arenas MA, Salazar GA. 2004. Orquídeas. In: García-Mendoza A, Ordóñez MJ, Briones M, eds. *Biodiversidad de Oaxaca*. México, DF: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, pp. 271-295. ISBN: 9703220452
- Soto-Arenas MA, Solano-Gómez AR. 2007. Ficha técnica de *Cypripedium dickinsonianum*. In: Soto-Arenas MA, ed. *Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROYNOM-059-ECOL-2000*. México, DF: Instituto Chinoín AC, Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología AC. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/W029_Fichas%20de%20especies.pdf (Accessed, Noviembre 12, 2020)
- Torres-Colín R, Gilberto Parra J, de la Cruz LA, Ramírez MP, Gómez-Hinostrosa, Bárcenas RT, Hernández HM. 2017. Flora vascular del municipio de Guadalcázar y zonas adyacentes, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 524-554. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.003>
- UNAM [Universidad Nacional Autónoma de México]. 2020. Portal de Datos Abiertos UNAM. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://datosabiertos.unam.mx/> (accessed March 12, 2020)
- Van Deuren C. 2010. *Ecoturismo regional en el cañón del Espinazo del Diablo, SLP, México*. MSc. Thesis. Universidad Autónoma de San Luis Potosí-Cologne University of Applied Sciences.
- Viccon-Esquivel J, Castañeda-Zárate M, Castro-Cortés R, Cetzal-Ix W. 2021. Las orquídeas de Veracruz, fichas sinópticas de las especies. Xalapa, México: Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. <https://books.apple.com/mx/book/las-orqu%C3%ADdeas-de-veracruz/id1549438001> (Accessed March 28, 2021).
- Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM. 2006. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. ISBN: 8151-32-5
- Villaseñor JL. 2010. *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: Catálogo Florístico-Taxonómico*. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-02-1557-5
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Ward Jr JH. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58: 236-244. DOI: <https://doi.org/10.2307/2282967>

Editor de sección: Martha Martínez Gordillo

Contribución de los autores:

JFM diseñó la investigación, realizó el trabajo de campo, la identificación taxonómica, el registro de los datos, análisis, revisión de la nomenclatura y la estructuración del manuscrito. GAS participó en la actualización de la información, la identificación taxonómica, revisión de la nomenclatura, el análisis, la escritura y preparación de la versión final del manuscrito. PCL participó en el trabajo de campo, la identificación taxonómica y en la revisión del manuscrito. JGP participó en el trabajo de campo, la identificación taxonómica y en la revisión del manuscrito. CSAM participó en el trabajo de campo y en la revisión del manuscrito. HACG participó en el trabajo de campo, la identificación taxonómica y en la revisión del manuscrito. TLRP participó en el trabajo de campo y en la revisión del manuscrito. JIMT (participó en el trabajo de campo, la identificación taxonómica y el registro de especies destacadas. JADN participó en el trabajo de campo, la identificación taxonómica, el registro de los datos, su análisis, revisión de la nomenclatura y la estructuración del manuscrito. Todos los autores han contribuido sustancialmente con ideas y revisiones de las versiones previas del manuscrito.

Entidades Financiadoras

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)