



Diversidad de Orchidaceae en un área de la Sierra Madre Oriental en Tamaulipas, México

Diversity of Orchidaceae from an area of the Sierra Madre Oriental in Tamaulipas, Mexico

Samantha Baltazar Leal¹ , María Concepción Herrera Monsivais¹ , Rodolfo Solano^{2,3} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: La Sierra Madre Oriental alberga una alta diversidad florística, pero en su porción más septentrional ha sido pobremente explorada y carece de estudios que documenten la riqueza de la familia Orchidaceae en esta región. El objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de la diversidad de orquídeas en la porción septentrional de la Sierra Madre Oriental ubicada en Tamaulipas.

Métodos: Mediante trabajo de campo se realizó el inventario de orquídeas en las localidades Conrado Castillo, municipio Hidalgo, y Los San Pedros, municipio Güemez. A cada género registrado se le asignó su afinidad fitogeográfica. La riqueza orquídeológica de Conrado Castillo y Los San Pedros fue comparada con otras 14 localidades del país ubicadas en la vertiente del Golfo de México y sureste de Texas, mediante el índice de Sørensen, para construir un dendrograma de áreas con el método UPGMA.

Resultados clave: En la zona de estudio se registraron 35 especies, 29 en Conrado Castillo y 18 en Los San Pedros; 12 taxones estuvieron presentes en ambas localidades. *Bletia jucunda*, *Corallorhiza striata*, *Corallorhiza wisteriana*, *Deiregyne densiflora*, *Goodyera brachyceras*, *Goodyera oblongifolia*, *Malaxis abieticola*, *Malaxis brachyrrhyncha*, *Schiedeella transversalis*, *Sotoa confusa* y *Tamayorkis hintonii* son nuevos registros para la flora de Tamaulipas. De las especies registradas, 86% son terrestres; el bosque de *Pinus-Quercus* registró la mayor riqueza de orquídeas (80%). La afinidad florística mejor representada fue la meridional (82% de los géneros), seguida por la asiática (14%) y boreal (4%). La orquídeoflora de la zona estudiada es similar a la que se encuentra en localidades de Nuevo León y Texas.

Conclusiones: Aunque la zona de estudio se ubica en la región boreal de México, alberga una orquídeoflora con afinidad tropical. Los 11 registros nuevos aquí reportados incrementan a 102 especies la riqueza de Orchidaceae para Tamaulipas.

Palabras clave: afinidades florísticas, corredor biológico, nuevos registros, orquídeas.

Abstract:

Background and Aims: The Sierra Madre Oriental hosts a high floristic diversity, but its northernmost portion remains poorly explored. There is a lack of studies documenting the richness of the family Orchidaceae in this region. The aim of this work was to contribute to the knowledge of orchid diversity in the north of the Sierra Madre Oriental in Tamaulipas.

Methods: The orchid inventory was conducted through field work in the locations Conrado Castillo, Hidalgo municipality, and Los San Pedros, Güemez municipality. Each recorded genus was assigned its phylogeographic affinity. The orchid richness of Conrado Castillo and Los San Pedros was compared with 14 other localities in the country located along the Gulf of Mexico slope and southeastern Texas, using the Sørensen index, to construct an areas dendrogram with the UPGMA method.

Key results: In the study area, 35 species were recorded, with 29 in Conrado Castillo and 18 in Los San Pedros; 12 taxa were present in both localities. *Bletia jucunda*, *Corallorhiza striata*, *Corallorhiza wisteriana*, *Deiregyne densiflora*, *Goodyera brachyceras*, *Goodyera oblongifolia*, *Malaxis abieticola*, *Malaxis brachyrrhyncha*, *Schiedeella transversalis*, *Sotoa confusa*, and *Tamayorkis hintonii* are new records for the flora of Tamaulipas. Eighty-six percent of the recorded species are terrestrial, with the *Pinus-Quercus* forest showing the highest orchid richness (80%). The most represented floristic affinity was the southern (82% of genera), followed by Asian (14%) and boreal (4%) affinities. The orchid flora of the studied area is similar to that found in localities of Nuevo León and Texas.

Conclusions: Although the study area is located in the boreal region of Mexico, it houses a tropical orchid flora with tropical affinity. The 11 new records reported here increase the Orchidaceae richness for Tamaulipas to 102 species.

Key words: biological corridor, floristic affinities, new records, orchids.

¹Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil 1301 Pte, Apdo. postal 175, 87010 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, 71230 Oaxaca, México.

³Autor para correspondencia: asolanog@ipn.mx

Recibido: 22 de junio de 2023.

Revisado: 9 de agosto de 2023.

Aceptado por Rosario Redonda-Martínez: 9 de noviembre de 2023.

Publicado Primero en línea: 29 de noviembre de 2023.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 130(2023).

Citar como: Baltazar Leal, S., M. C. Herrera Monsivais y R. Solano. 2023. Diversidad de Orchidaceae en un área de la Sierra Madre Oriental en Tamaulipas, México. Acta Botanica Mexicana 130: e2231. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2231>



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

e-ISSN: 2448-7589

Introducción

En México, la Sierra Madre Oriental alberga 6981 especies de plantas vasculares, de las cuales 1542 son endémicas al país (Salinas-Rodríguez et al., 2022). La diversidad de la flora vascular de esta región ha sido bien inventariada tanto en su parte meridional, donde los ecosistemas tropicales albergan una mayor riqueza (Hinton y Hinton, 1995; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 2001; Acosta-Castellanos, 2004; Arreguín-Sánchez y Fernández-Nava, 2004; Luna-Vega y Alcántara-Ayala, 2004; Ponce-Vargas et al., 2006; Cēja-Romero et al., 2010; Pérez-Bravo et al., 2010), como en la porción septentrional (Puig, 1976; Alanís-Flores, 2004; Villaseñor et al., 2023), donde su diversidad florística es comparativamente menor. En la porción septentrional de la Sierra Madre Oriental, ubicada en el estado de Tamaulipas, se han realizado algunos trabajos desde la segunda mitad del siglo pasado (Hernández et al., 1951; Johnston, 1963; Puig, 1970; González-Medrano, 1972; Martínez-Ojeda y González-Medrano, 1977; Valiente-Banuet, 1984; Puig y Bracho, 1987; Johnston et al., 1989; Briones-Villarreal, 1991; Treviño-Barbosa, 2001; Treviño-Carreón y Valiente-Banuet, 2005).

El conocimiento de Orchidaceae de Tamaulipas se ha obtenido de trabajos de florística, en general, realizados en localidades de la Sierra Madre Oriental por algunos botánicos como Dressler (1961), Johnston et al. (1989), Malda-Barrera (1990), Herrera-Monsiváis (2004), Martínez et al. (2004), Lacaille-Múzquiz (2005), Hernández-López (2010) y García-Morales et al. (2014). En este estado se han reportado 91 especies de orquídeas (Salazar et al., 2016; Villaseñor, 2016) y su parte suroeste, donde está la Sierra Madre Oriental, es la mejor estudiada. La Reserva de la Biosfera El Cielo es la zona tamaulipeca de la zona de la Sierra Madre Oriental que ha recibido más atención para el estudio de orquídeas. En esta reserva se han registrado 79 de las 91 especies de Orchidaceae registradas en Tamaulipas (Dressler, 1961; Johnston et al., 1989, Malda-Barrera, 1990; Lacaille-Múzquiz, 2005; Baltazar y Solano, 2020). Estos números de la riqueza orquideológica son importantes si se considera que en toda la región de la Sierra Madre Oriental (que incluye la mayor parte o porciones de los estados de Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Nuevo

León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas) se reportan 189 especies de orquídeas (Salinas-Rodríguez et al., 2022).

No obstante las cifras mencionadas, la riqueza de Orchidaceae puede ser mayor en Tamaulipas, pues varias regiones del centro y norte del estado, con poca o nula accesibilidad, carecen de estudios florísticos y aún presentan bosques con un estado de conservación favorable para su estudio. Este es el caso de la porción septentrional de la Sierra Madre Oriental que está en Tamaulipas abarcando los municipios Güémez e Hidalgo, cuyo ambiente propicia el desarrollo de esta familia. Debido al clima templado que prevalece en la zona, se espera que las orquídeas terrestres sean más abundantes en comparación con las epífitas (Baltazar y Solano, 2020). El objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio florístico para inventariar la riqueza de orquídeas en las localidades de Conrado Castillo (municipio Hidalgo) y Los San Pedros (municipio Güémez), ubicados en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, así como analizar las similitudes de esta orquideoflora con la de otras regiones ubicadas a lo largo del territorio que ocupa esta sierra.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Sierra Madre Oriental es un sistema montañoso ubicado al noreste de México; también incluye llanuras, valles y lomeríos, y cubre una superficie de casi 220,000 km², equivalentes a 11% del territorio nacional (Álvarez, 1961; Cervantes-Zamora et al.; 1990; Eguiluz-de Antuñano et al., 2000; Ruiz-Jiménez et al., 2004; Salinas-Rodríguez et al., 2022).

Por sus atributos biogeográficos, Espinosa et al. (2004) dividen a la sierra en dos subprovincias, la septentrional y la meridional, siendo el cauce del Río Pánuco el límite entre ambas. La subprovincia septentrional se subdivide en los distritos Parras-Saltillo y Potosí, que muestran afinidad biogeográfica con la Sierra Madre Occidental y las zonas áridas del sureste de los Estados Unidos de América. La subprovincia meridional se subdivide en los distritos Sierra Gorda y Huayacocotla, que son más afines con Mesoamérica y las Antillas.



En la subprovincia septentrional de la Sierra Madre Oriental, particularmente en la subcuenca del río Corona que es parte de la cuenca del río Soto la Marina (INEGI, 2011), se localiza el área de estudio (Fig. 1). Se ubica en el centro-oeste de Tamaulipas, limitando con el estado de Nuevo León, y corresponde a dos localidades: Conrado Castillo, ubicada al suroeste del municipio Hidalgo (23°57'37"N, 99°28'39"O) y Los San Pedros, que está al noreste del municipio Güémez (23°51'52"N, 99°22'51"O).

En la zona predominan cuatro tipos de vegetación; de acuerdo con Rzedowski (2006) son: i) bosque de *Pinus* por arriba de 1400 m s.n.m., con *P. montezumae* Gordon, *P. patula* Schltld. & Cham., *P. pseudostrobus* Gordon & Glend. y *P. teocote* Cham. & Schltld.; ii) bosque de *Quercus* entre

600 y 2320 m s.n.m., con *Q. canbyi* Trel., *Q. fusiformis* Small, *Q. polymorpha* Schltld. & Cham., *Q. rysophylla* Weath. y *Q. tuberculata* Liebm.; iii) bosque de *Pinus-Quercus*, ecotono entre los bosques de *Pinus* y *Quercus*, con *Pinus teocote*, *P. pseudostrobus* y *Quercus* sp., y iv) bosque mesófilo de montaña a más de 1400 m s.n.m., con *Carya ovata* (Mill.) K. Koch var. *mexicana* Engelm. ex Hemsl. W.E. Manning, *Liquidambar macrophylla* Oerst., *Magnolia tamaulipana* A. Vázquez, *M. dealbata* Zucc., *Meliosma alba* (Schltld.) Walp., *Pinus pseudostrobus*, *Quercus rysophylla* y *Taxus globosa* Schltld.

De acuerdo con Almaguer-Sierra (2005) y la estación meteorológica 28077 ubicada en Puerto de Valles, Tamaulipas (CONAGUA, 2023), la más cercana a la zona de estudio,

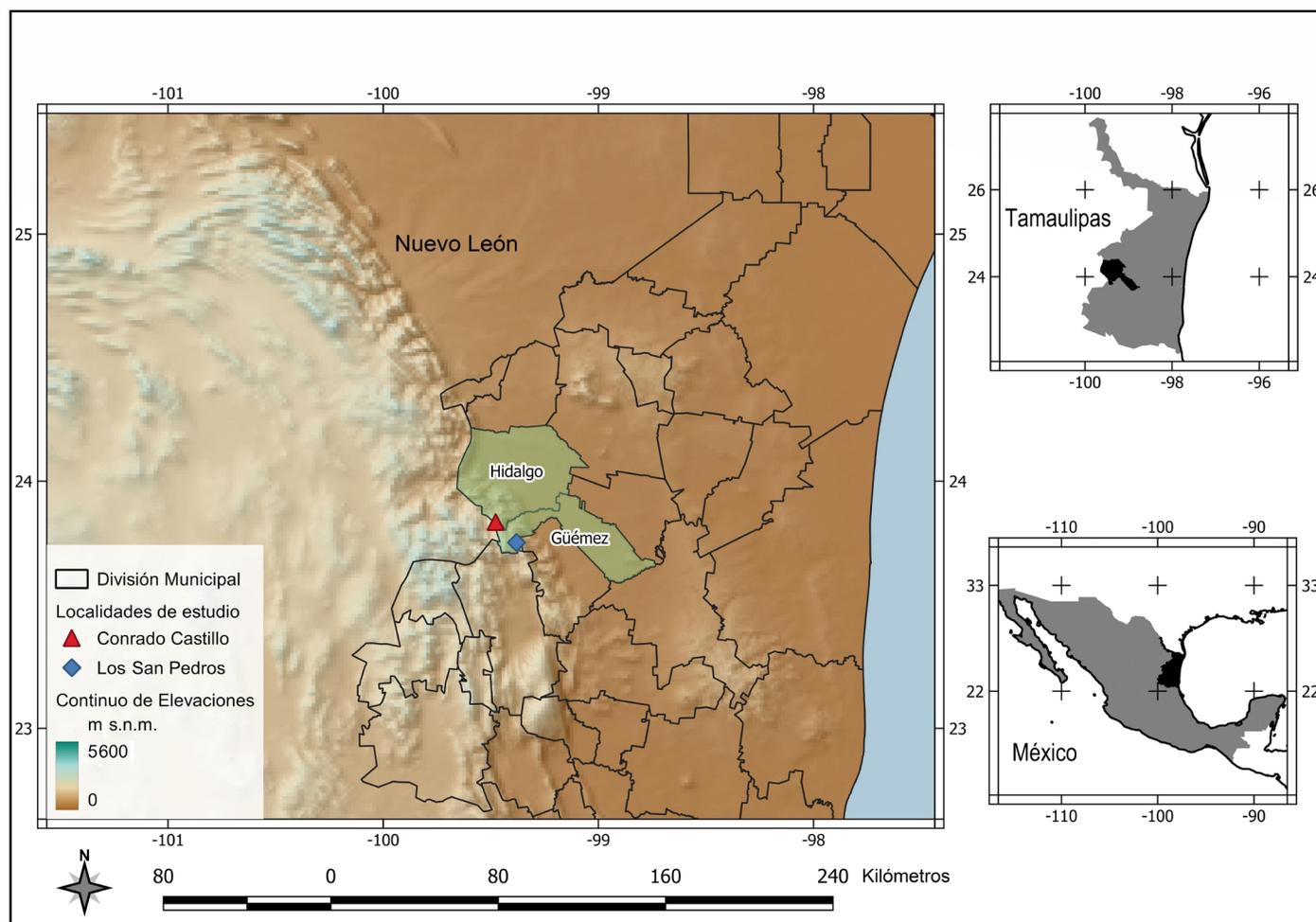


Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio en los municipios Güémez e Hidalgo, Tamaulipas, México.

el clima es semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, precipitación media anual superior a 1000 mm, heladas frecuentes en invierno por encima de 1400 m s.n.m, con un periodo de lluvias que abarca seis meses, de mayo a octubre.

Diversidad de orquídeas

Para conocer los registros previos de Orchidaceae en la zona de estudio, se revisaron las colecciones de los herbarios AMES (Harvard University), AMO (Instituto Chinoín A.C.), ARIZ (University of Arizona), ASU (Arizona State University), MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México), TEX (University of Texas at Austin), UAT (Universidad Autónoma de Tamaulipas) y UNL (Universidad Autónoma de Nuevo León) (acrónimos citados según Thiers, 2023). Esta consulta no proporcionó ningún reporte para la familia en esta zona.

Para inventariar la riqueza de orquídeas, se realizaron ocho salidas a las localidades Conrado Castillo y Los San Pedros, de marzo 2012 a julio 2013, cada una con duración de dos a tres días. Con un GPS (Garmin, GPSmap 60CSx, Taipei, Taiwan) se georreferenció cada uno de los sitios de muestreo en ambas localidades. Durante el trabajo de campo se colectaron ejemplares con estructuras reproductivas, los cuales fueron herborizados siguiendo las técnicas descritas por Bedford y James (1995).

De cada ejemplar se registró información referente a su hábitat, hábito, fenología, aroma floral, color de la flor y medidas de inflorescencia, tallo y hojas. Los ejemplares colectados consistieron en divisiones de plantas, evitando la extracción de individuos completos. De las especies colectadas se tomaron fotografías *in situ* con una cámara digital (Canon, EOS Rebel T2i, Tokio, Japón), para ilustrar el presente estudio. El material colectado fue trasladado al Laboratorio de Botánica del Instituto Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Victoria, para su determinación e integración a la colección del herbario ITCV (acrónimo según Thiers, 2023).

De los ejemplares de orquídeas terrestres con flores pequeñas (<1 cm diámetro), para las cuales el proceso de prensado y secado complica su determinación taxonómica, se preservó una flor en GAA (glicerina 50%, alcohol 25%,

agua 25%), cuando su disponibilidad en la inflorescencia lo permitió. La identificación taxonómica de los ejemplares se hizo con el catálogo de Soto et al. (2007) y se consultaron botánicos especialistas en Orchidaceae de los herbarios AMO y MEXU (acrónimos según Thiers, 2023). La asignación de nombres de géneros, especies e infraespecies se realizó con base en la propuesta de Solano et al. (2020).

Para evaluar la diversidad registrada se construyó una matriz de presencia/ausencia (Soberón y Llorente, 1993; Colwell et al., 2004) de orquídeas en cada sitio de colecta. Con esto se obtuvo la curva de acumulación de especies de cada localidad aplicando el modelo de Clench disponible en Estimates v. 9.1.0 (Colwell, 2013). De esta manera se conoció si la riqueza de especies registrada en la zona de estudio fue representativa y cuánto trabajo resta para completar un inventario en esa parte de la SMO.

Afinidades fitogeográficas

La afinidad florística de cada género fue asignada de acuerdo con la región fitogeográfica donde presenta su mayor riqueza específica, siguiendo a Rzedowski (2006): i) meridional para el trópico de América, ii) boreal en el hemisferio norte (holártico), iii) antillana, en la región del Caribe, iv) asiática, en los trópicos de Asia, y v) africana, en los trópicos de África. Después se estimó la contribución de cada afinidad a la riqueza orquideológica presente en la zona de estudio.

Similitud con otras orquideofloras de la Sierra Madre Oriental

La similitud de orquídeas de Conrado Castillo y Los San Pedros fue comparada con la de otras localidades de la Sierra Madre Oriental de México y sureste de Texas cuya orquideoflora se conoce (Cuadro 1). Para ello, los nombres de los taxones fueron revisados y actualizados siguiendo a Solano et al. (2020), con la finalidad de no incluir sinónimos asociados al nombre que aquí es considerado correcto; o bien, el uso de nomenclatura que erróneamente ha sido asignada a orquídeas nativas de México. Se construyó una matriz de presencia/ausencia de las especies registrados en las 16 localidades del Cuadro 1. En él, infraespecies, híbridos y taxones no identificados fueron excluidos. Mediante



Cuadro 1: Localidades ubicadas en la Sierra Madre Oriental, zonas adyacentes de México (*) y sureste de Texas (**) con una orquídeoflora conocida que fueron incluidas en el análisis de relaciones fitogeográficas.

Localidad	Referencia
Porción sur Sierra de Tamaulipas**	Hernández-López (2010)
El Cielo, Tamaulipas*	Lacaille-Múzquiz (2005)
Sierra Madre Oriental, Nuevo León*	Hinton y Hinton (1995); Alanís-Flores (2004)
Atzalan, Veracruz*	Viccón-Esquivel (2009)
Monte Grande, Hidalgo*	Ponce-Vargas et al. (2006)
Eloxochitlán y Tlahuelompa, Hidalgo*	Alcántara-Ayala y Luna-Vega (2001)
Sierra Gorda, Querétaro*	Arreguín-Sánchez y Fernández-Nava (2004)
Las Lomas-La Manzanilla, Puebla*	Pérez-Bravo et al. (2010)
La Cortadura, Coatepec, Veracruz*	García-Franco et al. (2008)
Zongolica, Veracruz*	Viccón-Esquivel (2009)
Rancho Viejo-Palmarejo, Veracruz**	Morales-Linares (2009)
El Faro, Oaxaca*	Martínez-Feria (2007)
Sierra Mixe, Oaxaca*	Solano et al. (2013)
Sureste de Texas, EUA**	Liggio y Liggio (1999)
Conrado Castillo, Tamaulipas*	Este trabajo
Los San Pedros, Tamaulipas*	Este trabajo

el software Past v. 4.03 (Hammer et al., 2001), esta matriz fue transformada en una de disimilitud con el índice de Sørensen y a partir de ella se construyó un dendrograma de áreas usando el método de agrupación UPGMA implementado en STATISTICA v. 8.0 (StatSoft, 2007).

Resultados

Diversidad de orquídeas

Se registraron 22 géneros y 35 especies (Cuadro 2); 29 de ellas únicamente en Conrado Castillo y 18 solo en Los San Pedros, mientras que 12 se encontraron en ambas localidades (Figs. 2, 3). *Trichocentrum biorbiculare* (Balam & Cetzal) R. Jiménez & Solano se registró en un bosque tropical subcaducifolio (en un rango entre 600-800 m s.n.m.), que se encuentra en el camino a Los San Pedros y fue considerada como parte de esa localidad. Los géneros con más especies fueron *Malaxis* Sol. ex Sw. (5), *Ponthieva* R. Br. (4), *Goodyera* R. Br. (3) y *Corallorhiza* Gagnebin (3).

La riqueza de orquídeas presentó variación a lo largo del año: de las 29 especies registradas en Conrado Castillo, 11 se encontraron en la temporada de sequía previa a las

lluvias (enero-abril), 14 durante las lluvias (mayo-octubre) y siete después de las lluvias (noviembre-diciembre); algunas fueron registradas en más de una temporada. En tanto que, de las 18 especies reportadas en Los San Pedros, diez se hallaron en la época de sequía previa a las lluvias, ocho durante las lluvias y cinco en la temporada de sequía posterior a las lluvias; durante el muestreo, algunos taxones se encontraron en distintas épocas del año.

De las especies aquí reportadas, 11 corresponden a nuevos registros para Tamaulipas: *Bletia jucunda* Linden & Rchb. f., *Corallorhiza striata* Lindl., *Corallorhiza wisteriana* Conrad, *Deiregyne densiflora* (C. Schweinf.) Salazar & Soto Arenas, *Goodyera brachyceras* (A. Rich. & Galeotti) Garay & G.A. Romero, *Goodyera oblongifolia* Raf., *Malaxis abieticola* Salazar & Soto Arenas, *Malaxis brachyrrhyncha* (Rchb. f.) Ames, *Schiedeella transversalis* (A. Rich. & Galeotti) Schltr., *Sotoa confusa* (Garay) Salazar y *Tamayorkis hintonii* (Todzia) R. González & Szlach.

De acuerdo con el modelo de Clench, en Conrado Castillo se esperaba una riqueza de 41 especies por lo que el esfuerzo de muestreo aquí realizado registró 70% de ellas



Cuadro 2: Orquídeas colectadas en la Sierra Madre Oriental en Tamaulipas, México, en las localidades Conrado Castillo (CC), municipio Hidalgo, y Los San Pedros (LSP), municipio Gúemez. Hábito: terrestre (T), epífita (E), rupícola (R). Tipo de vegetación: bosque de *Pinus-Quercus* (BPQ), bosque de *Pinus* (BP), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque tropical subcaducifolio (BTSC). *Taxón incluido en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2019 (SEMARNAT, 2019). #Nuevo registro para el estado de Tamaulipas. En espécimen de respaldo se incluyen las iniciales de los colectores (SBL: Samantha Baltazar Leal, MCHM: María Concepción Herrera Monsivais), número de colecta y acrónimo de la colección donde fue depositado.

Especie	Hábito	Vegetación	Floración	Localidad	Espécimen de respaldo
<i>Aulosepalum ramentaceum</i> (Lindl.) Garay	T	BPQ	Abr	LSP	SBL-08 (MEXU)
# <i>Bletia jucunda</i> Linden & Rchb. f.	T	BPQ	Nov	CC	SBL-37 (ITCV)
<i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC.	T	BPQ	Mar	CC	SBL-93 (ITCV)
<i>Calanthe calanthoides</i> (A. Rich. & Galeotti) Hamer & Garay	T	BMM	Jun	CC, LSP	MCHM-02 (ITCV), SBL-105 (ITCV in spirit)
<i>Corallorhiza odontorhiza</i> (Willd.) Poir.	T	BPQ, BP	Oct-Dic	CC, LSP	SBL-72 (ITCV), SBL-34 (MEXU)
# <i>Corallorhiza striata</i> Lindl.	T	BPQ	Jul	CC	SBL-14 (ITCV)
# <i>Corallorhiza wisteriana</i> Conrad	T	BMM, BPQ, BP	Feb-Abr	CC, LSP	SBL-99 (ITCV)
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (La Llave & Lex.) G.A. Romero & Carnevali	R	BPQ	Mayo	LSP	SBL-109 (ITCV)
# <i>Deiregyne densiflora</i> (C. Schweinf.) Salazar & Soto Arenas	T	BPQ	Dic	CC	SBL-64 (ITCV)
<i>Deiregyne eriophora</i> (B.L. Rob. & Greenm.) Garay	T	BPQ	Mar	CC	SBL-94 (ITCV)
<i>Epidendrum magnoliae</i> Muhl.	E	BPQ, BQ	Nov-Ene	LSP	SBL-91 (ITCV, MEXU)
<i>Funkiella parasitica</i> (A. Rich. & Galeotii) Salazar & Soto Arenas	T	BQ, BPQ	Mar	CC	SBL-05 (ITCV)
# <i>Goodyera brachyceras</i> (A. Rich. & Galeotti) Garay & G.A. Romero	T	BPQ, BQ	Ago-Nov	CC	SBL-67 (ITCV)
# <i>Goodyera oblongifolia</i> Raf.	T	BPQ	May	CC	SBL-85 (ITCV)
<i>Goodyera striata</i> Rchb. f.	T	BPQ, BQ	Ago	CC	SBL-36 (ITCV), SBL-16 (MEXU)
<i>Govenia liliacea</i> (La Llave & Lex.) Lindl.	T	BPQ	Jul	LSP, CC	SBL-113 (ITCV)
* <i>Laelia speciosa</i> (Kunth) Schltr.	E	BQ	Abr	LSP	SBL-103 (MEXU), SBL-06 (ITCV),
# <i>Malaxis abieticola</i> Salazar & Soto Arenas	T	BQ, BPQ	Ago	CC	SBL-63 (MEXU)
# <i>Malaxis brachyrrhyncha</i> (Rchb. f.) Ames	T	BMM	Abr	LSP, CC	SBL-112 (ITCV)
<i>Malaxis brachystachys</i> (Lindl.) Rchb. f.	T	BPQ	Sep-Oct	CC	SBL-22 (MEXU)
<i>Malaxis soulei</i> L.O. Williams	T	BMM, BPQ, BQ	Ago-Nov	CC, LSP	SBL-19 (ITCV), SBL-25 (MEXU)
<i>Malaxis thlaspiiformis</i> A. Rich. & Galeotti	T	BPQ	Nov-Dic	LSP	SBL-50 (ITCV in spirit)
<i>Mesadenus polyanthus</i> (Rchb. f.) Schltr.	T	BPQ	Abr-May	LSP, CC	SBL-106 (MEXU)
<i>Oestlundia cyanocolumna</i> (Ames, F.T. Hubb. & C. Schweinf.) W.E. Higgins	E	BQ	Ene-Mar	CC, LSP	SBL-09 (ITCV)
<i>Ponthieva ephippium</i> Rchb. f.	T	BMM, BPQ	Jul-Ago	CC	SBL-12 (ITCV)
<i>Ponthieva mexicana</i> (A. Rich. & Galeotti) Salazar	T	BMM, BPQ	Ago	CC	SBL-24 (ITCV in spirit)
<i>Ponthieva racemosa</i> (Walter) C. Mohr	T	BPQ	Dic-Ene	CC, LSP	SBL-74, ITCV, SBL-86, MEXU



Cuadro 2: Continuación.

Especie	Hábito	Vegetación	Floración	Localidad	Espécimen de respaldo
<i>Ponthieva schaffneri</i> (Rchb. f.) E.W. Greenw.	T	BPQ	Ago	CC, LSP	SBL-15 (ITCV, MEXU)
<i>Sarcoglottis schaffneri</i> (Rchb. f.) Ames	T	BPQ	Abr-May	CC, LSP	SBL-85 (ITCV), SBL-107 (MEXU)
* <i>Schiedeella transversalis</i> (A. Rich. & Galeotti) Schltr.	T	BPQ	Ene-Mar	CC, LSP	SBL-05 (MEXU), SBL-88 (ITCV)
* <i>Sotoa confusa</i> (Garay) Salazar	T	BPQ	Mar-Abr	CC	SBL-92 (ITCV)
* <i>Tamayorkis hintonii</i> (Todzia) R. González & Szlach.	T	BQ	Ago	CC	SBL-21 (ITCV in spirit)
<i>Trichocentrum biorbicularis</i> (Balam & Cetzal) R. Jiménez & Solano	E	BTSC	Abr	Camino a LSP	SBL-108 (ITCV)
<i>Triphora mexicana</i> (S. Watson) Schltr.	T	BPQ	Jul	CC	SBL-71 (ITCV)
<i>Tropidia polystachya</i> (Sw.) Ames	T	BMM	Jun	CC	MCHM-04 (ITCV)

(29); se requieren de 22 salidas adicionales para obtener un inventario completo en esta localidad. En Los San Pedros la riqueza esperada era de 58 especies, 31% de ellas se registraron en este estudio (18), por lo que se necesitarían 51 salidas adicionales para alcanzar la asíntota.

Por tipos de vegetación, el bosque de *Pinus-Quercus* albergó el mayor número de especies, con 28 (80%), seguido por el de *Quercus* con nueve (26%) y el mesófilo de montaña con siete (20%); el de *Pinus* albergó solo dos especies, mientras que una especie fue encontrada en el bosque tropical subcaducifolio (Cuadro 2). Algunas especies fueron registradas en más de un tipo de vegetación. En cuanto al hábito se refiere, la mayoría (30) de las orquídeas fueron terrestres (86%); cuatro epífitas (11%), una rupícola (3%).

Afinidades fitogeográficas

De los 22 géneros registrados en la zona de estudio, 18 (82%) presentan una afinidad meridional (*Aulosepalum* Garay, *Bletia* Ruiz & Pav., *Cyrtopodium* R. Br., *Deiregyne* Schltr., *Epidendrum* L., *Funkiella* Schltr., *Govenia* Lindl., *Laelia* Lindl., *Malaxis*, *Mesadenus* Schltr., *Oestlundia* W.E. Higgins, *Ponthieva*, *Sarcoglottis* C. Presl, *Schiedeella* Schltr., *Sotoa* Salazar, *Tamayorkis* Szlach., *Trichocentrum* Poepp. & Endl. y *Triphora* Nutt.), tres (14%) afinidad asiática (*Calanthe* R. Br., *Goodyera* y *Tropidia* Lindl.) y uno (4%) boreal (*Corallorhiza*). No se registraron géneros afines a taxones antillanos o africanos. En cuanto a las afinidades fitogeográficas de las

especies, 27 (77%) pertenecen a géneros con distribución meridional, cinco (14%) asiática y tres (9%) boreal.

Similitud con otras orquideofloras de la Sierra Madre Oriental

A partir de la revisión de la orquideoflora conocida en 16 localidades de la Sierra Madre Oriental, zonas adyacentes de México y sureste de Texas (Estados Unidos de América) (Cuadro 1), se obtuvo un registro de 255 orquídeas.

El análisis de agrupamiento empleando el método UPGMA las dividió en cuatro grupos (Figs. 4, 5). El Grupo I, representado por las localidades Sierra Mixe, El Faro, Zongolica y Atzalan, incluyó 157 especies; Atzalan y Zongolica fueron los más similares entre sí (79%). El Grupo II incluye La Cortadura, Eloxochitlán y Tlahuelompa, Las Lomas-La Manzanilla y Monte Grande; ahí se registraron 41 taxones, y Las Lomas-La Manzanilla y Monte Grande tuvieron mayor similitud (62%). El Grupo III formado por el sureste de Texas, Los San Pedros, Conrado Castillo y una porción de la Sierra Madre Oriental ubicada en Nuevo León, incluye 88 especies; Conrado Castillo y la parte de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León fueron las localidades más similares (73%). El Grupo IV conformado por Rancho Viejo-Palmarejo, Sierra Gorda, El Cielo y Sierra de Tamaulipas, documentó 56 orquídeas; aquí El Cielo y Sierra de Tamaulipas tuvieron la mayor similitud (70%). De estos cuatro grupos, los que compartieron más orquídeas fueron II y III, con 28% (Fig. 4).



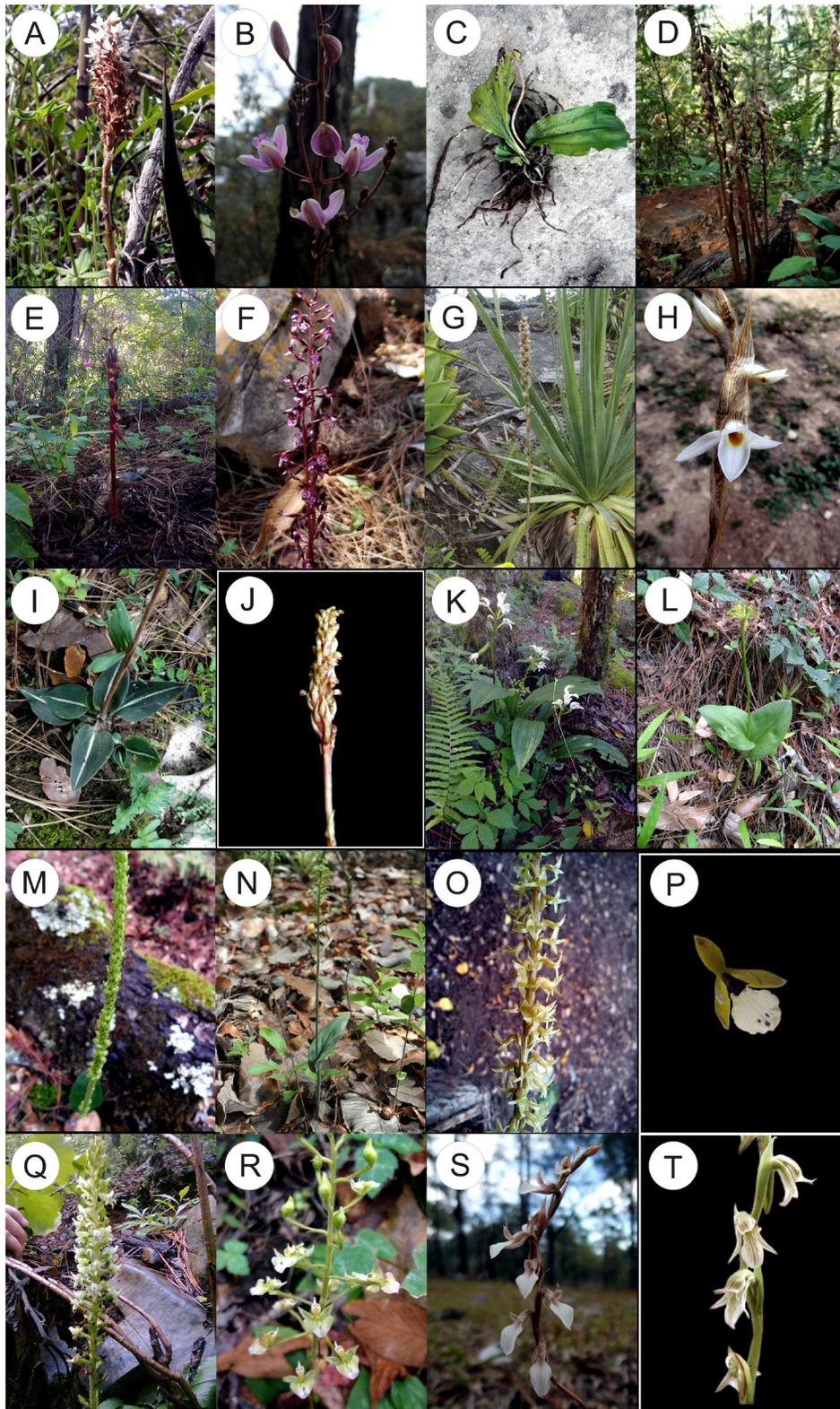


Figura 2: Orquídeas registradas en la zona de estudio. A. *Aulosepalum ramentaceum* (Lindl.) Garay; B. *Bletia purpurea* (Lam.) DC.; C. *Calanthe calanthoides* (A. Rich. & Galeotti) Hamer & Garay; D. *Corallorhiza odontorhiza* (Willd.) Poir.; E. *Corallorhiza striata* Lindl.; F. *Corallorhiza wisteriana* Conrad; G. *Deiregyne densiflora* (C. Schweinf.) Salazar & Soto Arenas; H. *Deiregyne eriophora* (B.L. Rob. & Greenm.) Garay; I. *Goodyera oblongifolia* Raf.; J. *Goodyera striata* Rchb. f.; K. *Govenia liliacea* (La Llave & Lex.) Lindl.; L. *Malaxis brachyrrhyncha* (Rchb. f.) Ames; M. *Malaxis soulei* L.O. Williams; N. *Malaxis thlaspiiformis* A. Rich. & Galeotti; O. *Mesadenus polyanthus* (Rchb. f.) Schltr.; P. *Oestlundia cyanocolumna* (Ames, F.T. Hubb. & C. Schweinf.) W.E. Higgins; Q. *Ponthieva mexicana* (A. Rich. & Galeotti) Salazar; R. *Ponthieva racemosa* (Walter) C. Mohr; S. *Schiedeella transversalis* (A. Rich. & Galeotti) Schltr.; T. *Sotoa confusa* (Garay) Salazar. Fotos de Samantha Baltazar Leal, excepto M y O, de Rodolfo Solano.

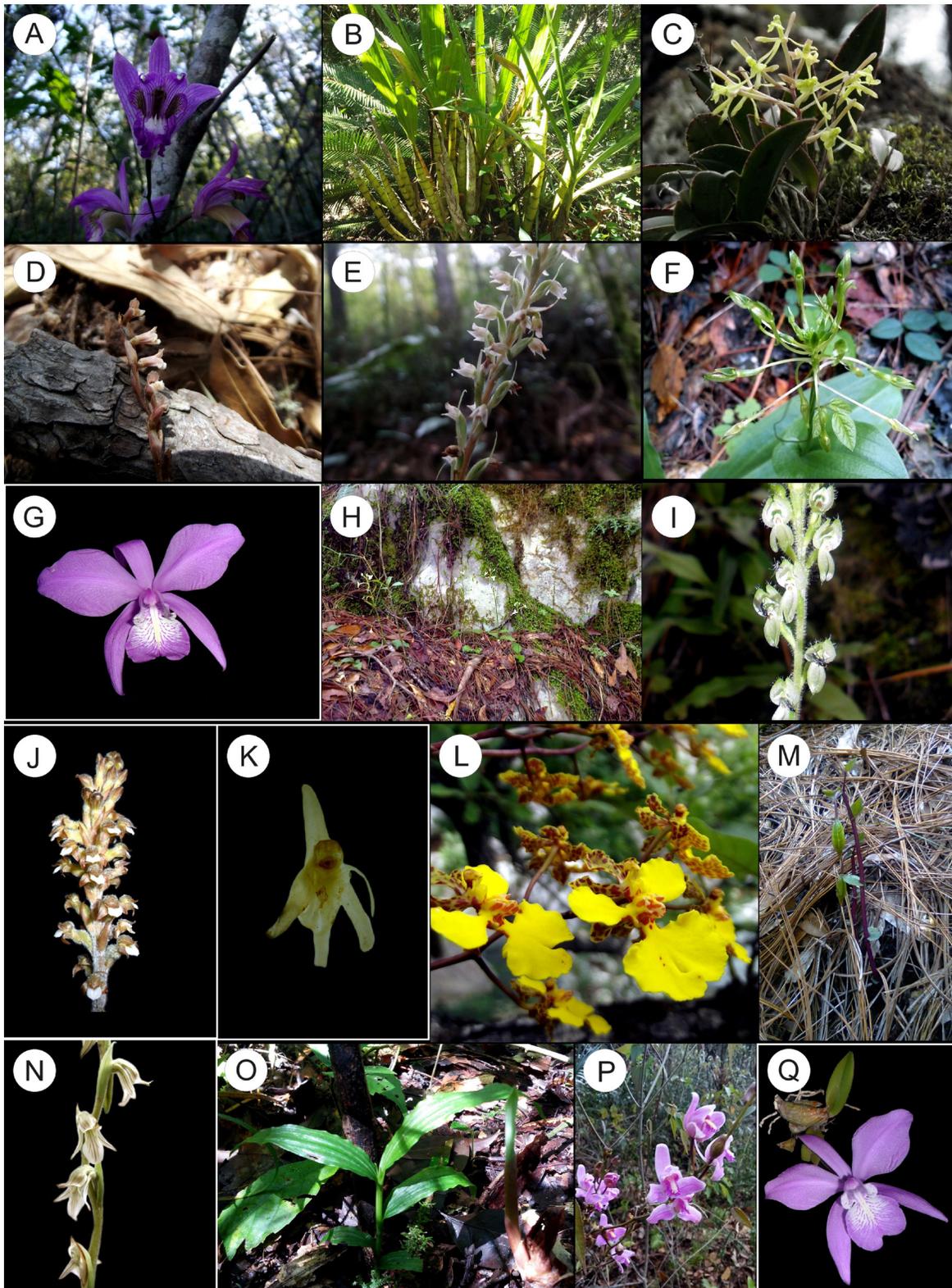


Figura 3: Orquídeas registradas en la zona de estudio. A. *Bletia jucunda* Linden & Rchb. f.; B. *Cyrtopodium macrobulbon* (La Llave & Lex.) G.A. Romero & Carnevali; C. *Epidendrum magnoliae* Muhl.; D. *Funkia parasitica* (A. Rich. & Galeotti) Salazar & Soto Arenas; E. *Goodyera brachyceras* (A. Rich. & Galeotti) Garay & G.A. Romero; F. *Malaxis abieticola* Salazar & Soto Arenas; G. *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr.; H. *Ponthieva ehippium* Rchb. f.; I. *Ponthieva schaffneri* (Rchb. f.) E.W. Greenw.; J. *Sarcoglottis schaffneri* (Rchb. f.) Ames; K. *Tamayorkis hintonii* (Todzia) R. González & Szlach.; L. *Trichocentrum biorbicularare* (Balam & Cetzal) R. Jiménez & Solano; M. *Triphora mexicana* (S. Watson) Schltr.; N. *Tropidia polystachya* (Sw.) Ames; O. *Bletia purpurea* (Lam.) DC.; P. *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr. Fotos de Samantha Baltazar Leal, excepto B, de Rodolfo Solano.

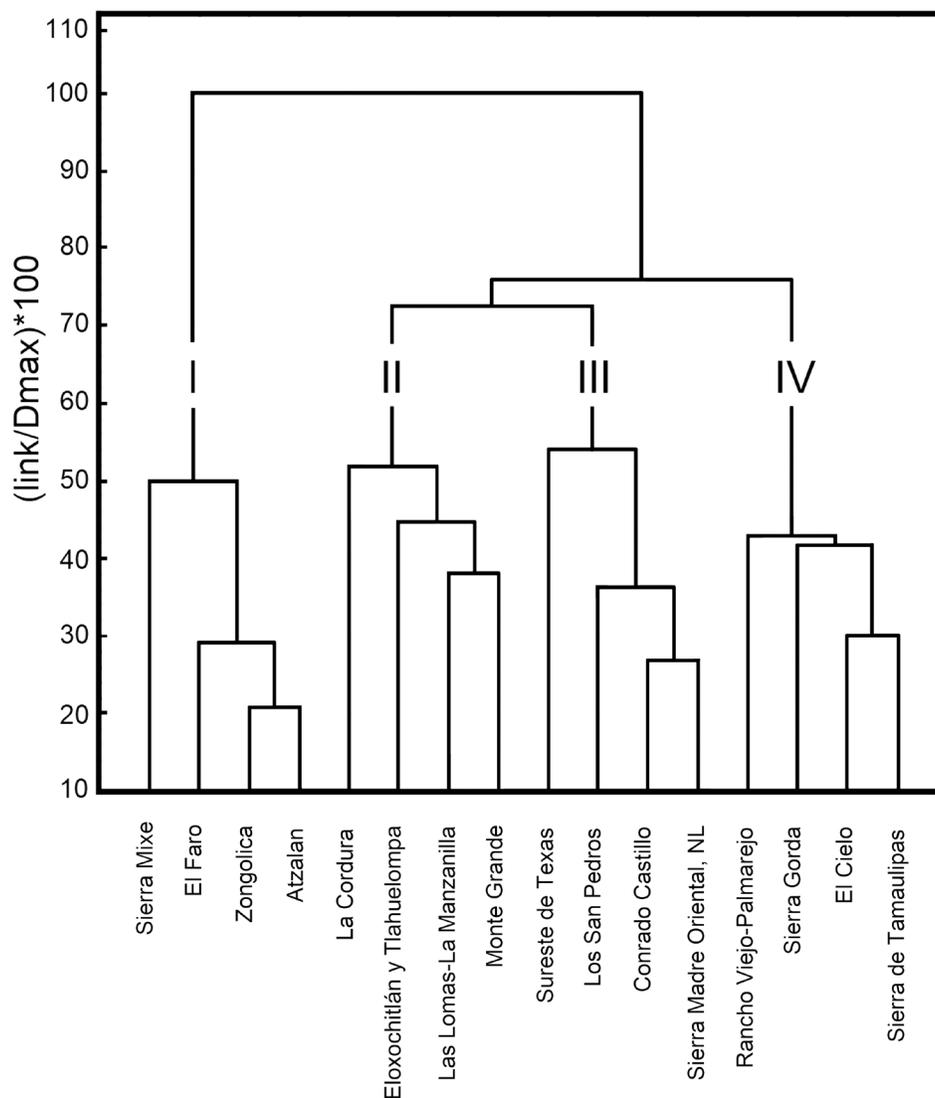


Figura 4: Dendrograma obtenido con el índice de Sørensen y el método de agrupamiento UPGMA para mostrar las similitudes entre las orquídeofloras de 16 localidades ubicadas en la Sierra Madre Oriental y zonas adyacentes de México y Texas, Estados Unidos de América.

Discusión

Diversidad de orquídeas

La riqueza de orquídeas de Conrado Castillo y Los San Pedros es baja en comparación con la registrada en regiones con ambientes tropicales de la Sierra Madre Oriental. Sin embargo, alberga poco menos de la mitad de las 79 orquídeas reportadas para la Reserva de la Biosfera El Cielo (Dressler, 1961; Lacaille-Múzquiz, 2005; Baltazar y Solano, 2020), que es la región con mayor biodiversidad en Tamaulipas (Sánchez-Ramos et al., 2005). De las 91 especies de orquídeas reportadas en este estado (Villaseñor, 2016), en la zona de estudio se registraron 24 como resultado del

presente trabajo. Además, 11 de los taxones aquí mencionados corresponden a nuevos registros para Tamaulipas, con ello la orquídeoflora tamaulipeca se incrementa a 102 especies.

Por otro lado, la zona de estudio alberga 18.5% de las 189 orquídeas registradas en toda la Sierra Madre Oriental (Salinas-Rodríguez et al., 2022), así como 30% de los 116 taxones de Orchidaceae documentados por Villaseñor et al. (2023) en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La riqueza orquídeológica (35 especies) de Conrado Castillo y Los San Pedros es mayor o similar cuando se compara con otras regiones incluidas en la porción septentrional de la Sierra Ma-

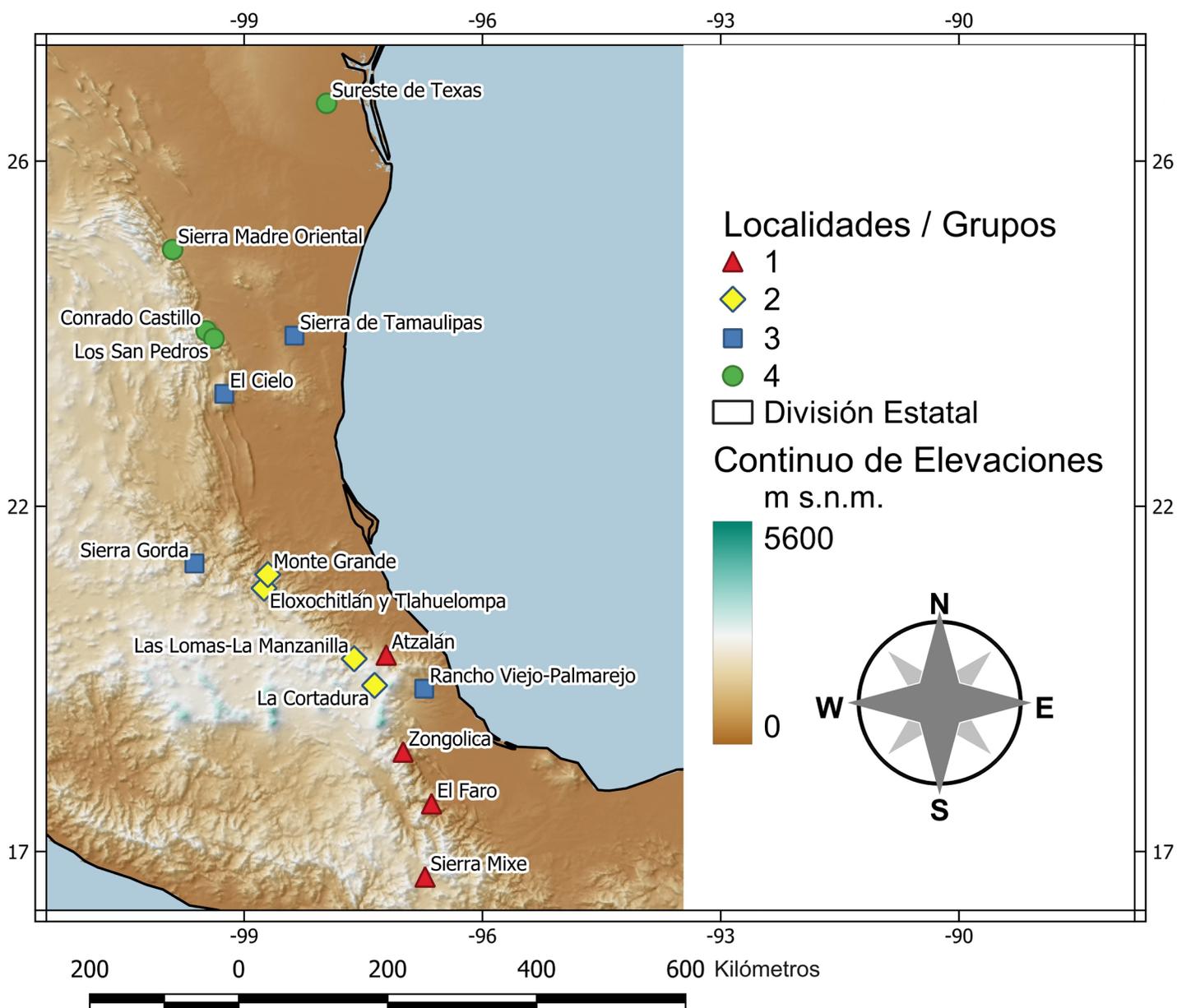


Figura 5: Localidades de la Sierra Madre Oriental, zonas adyacentes en México y suroeste de Texas, Estados Unidos de América, cuya riqueza orquídeológica fue comparada en este estudio. La forma y color de los puntos para las localidades corresponden con los grupos observados en el dendrograma de la Figura 4, como sigue: triángulo rojo=Grupo I; diamante amarillo=Grupo II; cuadrado azul=Grupo III; círculo verde=Grupo IV.

dre Oriental: 34 orquídeas en el sur y centro de Nuevo León y zonas adyacentes de Coahuila (Hinton y Hinton, 1995) y 22 en la porción de la Sierra Madre Oriental ubicada en Nuevo León (Alanís-Flores, 2004).

El bosque mesófilo de montaña alberga la mayor riqueza orquídeológica en México (72.2%), seguido por el de *Pinus-Quercus*, que concentra casi dos tercios de las orquídeas mexicanas (Solano et al., 2019). En la zona de

estudio, el bosque de *Pinus-Quercus* registró la mayor cantidad de especies (80%), seguido por el de *Quercus* (26%), con un porcentaje cercano al referido en este tipo de vegetación a nivel nacional (Solano et al., 2019), mientras que en el mesófilo de montaña se encontró una quinta parte (20%). Este tipo de vegetación alcanza el límite norte de su distribución en la región que incluye la zona de estudio, donde existe solo como fragmentos aislados con baja

conectividad (León y Paniagua et al., 2010), lo cual podría asociarse con su menor riqueza de orquídeas en comparación con la que presenta en latitudes más meridionales de México.

La orquideoflora de la zona estudiada está representada principalmente por especies terrestres (86%), que generalmente son de talla pequeña, habitantes del bosque de *Pinus-Quercus* y mesófilo de montaña, pertenecientes a los géneros *Corallorhiza*, *Goodyera*, *Malaxis* y *Ponthieva*. Otros estudios (Baltazar y Solano, 2020; Ibarra-Contreras et al., 2021) reportaron el predominio de orquídeas terrestres, que incluyen especies de los géneros antes mencionados, en zonas montañosas estacionalmente secas de México con una riqueza moderada de Orchidaceae.

Las orquídeas epífitas en la zona de estudio representan 11% de las especies aquí reportadas; estas incluyen *Epidendrum magnoliae* Muhl., *Oestlundia cyanocolumna* (Ames, F.T. Hubb. & C. Schweinf.) W.E. Higgins, *Trichocentrum biorbicularis* (Balam & Cetzal) R. Jiménez & Solano y *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr. La población de *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr., endemismo amenazado (Huerta-Espinoza, 2014; SEMARNAT, 2019), localizada en Los San Pedros, está constituida por individuos que forman colonias abundantes sobre sus forófitos. *Laelia speciosa* en Tamaulipas se conocía previamente de El Cielo (Soto, 1990; Halbinger y Soto, 1997; Ávila-Díaz y Oyama, 2007; Huerta-Espinoza, 2014), de modo que la población en Los San Pedros ahora resulta ser la más norteña de su distribución y se encuentra en un área de difícil acceso, lo cual probablemente favorezca su protección.

Afinidades fitogeográficas

En la zona de estudio, dos tercios de los géneros de Orchidaceae (18 de 22) presentaron afinidad meridional y la mayoría de ellas crecen en el bosque de *Pinus-Quercus*. Las orquídeas boreales incluyen los géneros *Corallorhiza*, *Dactylorhiza* Neck, *Epipactis* Zinn, *Platanthera* Rich. y *Spiranthes* Rich, característicos de las floras norteamericana y europea.

Considerando que los bosques montañosos de México presentan similitudes florísticas con las regiones templadas de Norteamérica, llama la atención que en la zona de es-

tudio solo hubo un género boreal, *Corallorhiza*. En tanto que *Calanthe* R. Br., *Goodyera* y *Tropidia* Lindl. son característicos de los trópicos asiáticos (Pridgeon et al., 2003; 2005). En el área analizada, las especies que los representan se encontraron en el bosque mesófilo de montaña. Las afinidades de la flora mexicana con Asia se consideran interesantes por la distancia que actualmente separa ambas regiones y se hace patente en las partes más húmedas, tanto en las montañas como en las partes bajas del país (Rzedowski, 2006).

El noreste de México es una región árida con clima templado influenciado por la continentalidad de Norteamérica (Rzedowski, 2006). Sin embargo, ahí se encuentran áreas cuya flora incluye elementos característicos de los bosques tropicales del sur del país, por lo que presentan una influencia mixta entre elementos florísticos meridionales y boreales (Hágsater et al., 2005). Espinosa et al. (2004) señalaron que en la Sierra Madre Oriental el río Pánuco representa una barrera en la distribución de algunas plantas vasculares tropicales; por otro lado, Valiente-Banuet et al. (1995) mencionaron que la subprovincia septentrional representa el límite boreal de los bosques tropicales subperennifolios. Sin embargo, la zona de estudio, ubicada al norte de la cuenca del Río Pánuco, alberga una orquideoflora en la que predominan especies características de los bosques tropicales de México.

La composición de orquídeas aquí reportada apoya las propuestas de Rzedowski (1998, 2006, 2021), quien señaló que el componente meridional es importante en la integración de la flora mexicana al tener mayor afinidad con Sudamérica que con Norteamérica. Otros autores (Acosta-Castellanos, 1997, 2004; Luna-Cavazos et al., 2008) sugieren que los bosques montañosos de México son florísticamente más similares con las regiones boreales del continente. No obstante, en la zona de estudio los elementos de afinidad boreal fueron los menos representados en la orquideoflora.

Similitud con otras orquideofloras de la SMO

Al comparar la orquideoflora de Conrado Castillo y Los San Pedros con la reportada en otras localidades de la Sierra Madre Oriental y sureste de Texas, el análisis de



similitud las dividió en cuatro grupos. El primero (grupo I) incluyó las localidades más meridionales de la Sierra Madre Oriental, ubicadas en Oaxaca (Sierra Mixe, El Faro) y Veracruz (Atzalan, Zongolica), cuyas orquídeas habitan principalmente en bosque mesófilo de montaña. Las localidades del segundo grupo (II) se encuentran en la porción centro-sur de la Sierra Madre Oriental, en los estados de Hidalgo (Monte Grande, Eloxochitlán y Tlahuelompa), Puebla (Las Lomas-La Manzanilla) y Veracruz (La Cortadura); ahí también predomina el bosque mesófilo de montaña. El tercero (grupo III) agrupa áreas más septentrionales, ubicadas en Tamaulipas (Conrado Castillo, Los San Pedros), Nuevo León (porción de la Sierra Madre Oriental) y el sureste de Texas, donde hay bosques de encino, pino y relictos de mesófilo de montaña. Por último, el grupo IV incluye localidades de Tamaulipas (El Cielo y Sierra de Tamaulipas), Querétaro (Sierra Gorda) y Veracruz (Rancho Viejo-Palmarejo); Rancho Viejo-Palmarejo y Sierra de Tamaulipas no son parte de la Sierra Madre Oriental, pero se encuentran adyacentes a esta y por ello fueron incluidas en el análisis.

Varias de las localidades de la porción septentrional de la Sierra Madre Oriental están ubicadas en bosques estacionalmente secos, a diferencia de aquellas que se encuentran en la parte meridional, donde predomina el bosque mesófilo de montaña. En El Cielo, Conrado Castillo y Los San Pedros hay relictos de bosque mesófilo de montaña, pero la composición de orquídeas de la primera localidad con respecto a las otras dos es muy diferente, como se observa en el dendrograma de la [Figura 4](#).

En términos generales, los grupos aquí reconocidos se distribuyen en un patrón geográfico norte-sur ([Fig. 5](#)) y las localidades que tienen mayor cercanía geográfica son más similares entre sí. La conectividad entre estas orquideofloras muestra la función de la Sierra Madre Oriental como corredor biológico. Además, justifica la elección de 65 sitios terrestres prioritarios para la conservación ubicados en esta región ([CONABIO, 2008](#)), donde se han reportado ca. 7000 especies de plantas vasculares ([Salinas-Rodríguez et al., 2022](#)). Algunas de esas zonas coinciden con localidades incluidas en el presente estudio; entre ellas, El Cielo, Sierra Gorda y Sierra de Tamaulipas.

Conclusiones

En síntesis, hay 35 especies de orquídeas para la zona de estudio, que corresponde a 34.3% de las conocidas para Tamaulipas, pero se espera una riqueza mayor de acuerdo con el modelo de acumulación aquí empleado. En este estudio predominaron las plantas terrestres (86% de las especies), la mayoría habita en el bosque de *Pinus-Quercus* (72%), lo cual contrasta con las regiones montañosas de los trópicos mexicanos donde la mayor cantidad de orquídeas se encuentra en el bosque mesófilo de montaña. Pese a que la zona de estudio se ubica en la región boreal de México, 77% de sus especies son de afinidad meridional, de modo que es la orquideoflora tropical más norteña del país. Florísticamente la zona es más similar con la de localidades de la porción septentrional de la Sierra Madre Oriental y sureste de Texas; esto evidencia su función como corredor biológico.

Contribución de autores

SBL y RS plantearon el estudio. SBL realizó el trabajo de recolección y obtención de datos. SBL y MCHM herborizaron el material recolectado, y SBL y RS lo identificaron. SBL realizó los análisis estadísticos y junto con RS redactó el manuscrito. Todos los autores atendieron las correcciones.

Financiamiento

Este estudio fue financiado con recursos propios.

Agradecimientos

Se agradece a Martha Isabel Benavides Martínez (+), Jesús García Jiménez, Juan Flores Gracia y Crystian Venegas Barrera, por su apoyo en la realización de este estudio. Los curadores de los herbarios AMO y MEXU brindaron apoyo en la determinación de los ejemplares de orquídeas. Se agradece la hospitalidad y apoyo durante el trabajo de campo de los habitantes de Conrado Castillo y Los San Pedros. Los comentarios de dos revisores anónimos y de la editora asociada ayudaron a mejorar este manuscrito.

Literatura citada

Acosta-Castellanos, S. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica* 6: 25-39.



- Acosta-Castellanos, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, sur y centro de México: Un enfoque fenético. *Anales del Instituto de Biología, serie Botánica* 75: 61-72.
- Alanís-Flores, G. J. 2004. Florística de Nuevo León. In: Luna-Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las Prensas de Ciencias. México, D.F., México. Pp. 243-258.
- Alcántara-Ayala, O. e I. Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos aéreas con bosque mesófilo de montaña en el Estado de Hidalgo, México, Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botanica Mexicana* 54: 51-87. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm54.2001.868>
- Almaguer-Sierra, P. 2005. Fisiografía del estado de Tamaulipas. In: Barrientos-Lozano, L., A. Correa-Sandoval, J., V. Horta-Vega y J. García-Jiménez (eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca*, Vol. 1. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, México. Pp. 2-20.
- Álvarez, M. 1961. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 24: 5-20. DOI: <https://dx.doi.org/10.18268/BSGM1961v24n2a1>
- Arreguín-Sánchez, M. L. y R. Fernández-Nava. 2004. Flora de la Sierra Gorda, Querétaro. In: I. Luna-Vega, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 193-203.
- Ávila-Díaz, I. y K. Oyama. 2007. Conservation genetics of an endemic and endangered epiphytic *Laelia speciosa* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 94(2): 184-193. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.94.2.184>
- Baltazar, S. G. y R. Solano. 2020. Diversidad y rasgos funcionales de orquídeas terrestres en bosques de un área natural protegida del noreste de México. *Botanical Sciences* 98(4): 468-485. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2600>
- Bedford, D. y T. James. (comp.). 1995. *Collecting, preparation and preservation of plant specimens*. National Herbarium of New South Wales, Royal Botanic Gardens Sydney. Sydney, Australia. 20 pp.
- Briones-Villarreal, O. L. 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botanica Mexicana* 16: 15-43. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm16.1991.624>
- Ceja-Romero, J., A. Mendoza-Ruiz, A. R. López-Ferrari, A. Espejo-Serna, B. Pérez-García y J. García-Cruz. 2010. Las epífitas vasculares del Estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. *Acta Botanica Mexicana* 93: 1-39. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm93.2010.274>
- Cervantes-Zamora, Y., S. L. Cornejo-Olguín, R. Lucero-Márquez, J. M. Espinoza-Rodríguez, E. Miranda-Viquez y A. Pineda-Velázquez. 1990. Clasificación de Regiones Naturales de México. *Atlas Nacional de México*, Vol. I. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. https://geodigital.geografia.unam.mx/atlas_nacional/index.html/ (consultado mayo, 2023).
- Colwell, R. K. 2013. *Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples ver. 9. User's guide and application*. Museum of Natural History, University of Colorado. <http://purl.oclc.org/estimates> (consultado febrero, 2023).
- Colwell, R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717-2727. DOI: <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- CONABIO. 2008. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/spt1mgw (consultado febrero, 2023.)
- CONAGUA. 2023. Información Climatológica. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <https://smn.conagua.gob.mx/es/> (consultado agosto, 2023).
- Dressler, R. L. 1961. Tropical Orchids Near the Texas Border. *American Orchid Society* 12(30): 961-965.
- Eguiluz-de Antuñano, S. E., M. Aranda García y R. Marrett. 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 53: 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2000v53n1a1>
- Espinosa, D., C. Aguilar y S. Ocegueda. 2004. Identidad biogeográfica de la Sierra Madre Oriental y posibles subdivisiones bióticas. In: Luna-Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*.



- Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 487-500.
- García-Franco, J. G., G. Castillo-Campos, K. Mehltreter, M. L. Martínez y G. Vázquez. 2008. Composición florística de un bosque mesófilo del centro de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 83: 37-52. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.1787>
- García-Morales, L. J., A. E. Estrada Castellón y J. García. 2014. Florística y vegetación del Área Natural Protegida Altas Cumbres, Tamaulipas. In: Barrientos-Lozano, L., A. Correa-Sandoval, J. V. Horta-Vega y J. García-Jiménez (eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca*, Vol. 2. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Tamaulipas, México. 15-73 pp.
- González-Medrano, F. 1972. La vegetación del noreste de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología, serie Botánica* 43: 11-50.
- Hágsater, E., M. A. Soto, G. A. Salazar, R. Jiménez-Machorro, M. A. López-Rosas y R. L. Dressler. 2005. *Las Orquídeas de México*. Redacta. México D.F., México. 304 pp.
- Halbinger, F. y M. A. Soto. 1997. *Laelias of Mexico*. *Orquídea* 15: 1-160.
- Hammer, Ø., D. Harper y P. D. Ryan. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Electronica* 4: 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (consultado febrero, 2023).
- Hernández, E., H. Crum, W. B. Fox y A. J. Sharp. 1951. A unique vegetational area in Tamaulipas. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 78(6): 458-463. DOI: <https://doi.org/10.2307/2482247>
- Hernández-López, T. J. 2010. *La Orquideoflora en la porción sur de la Sierra de Tamaulipas, México: Diversidad y algunos aspectos ecológicos*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 112 pp.
- Herrera-Monsiváis, M. C. 2004. *Orquídeas de Tamaulipas: Diversidad y distribución. Guía de Campo. Investigación y Desarrollo Tecnológico*. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 35 pp.
- Hinton, J. y G. S. Hinton. 1995. Checklist of Hinton's collections of the flora of south-central Nuevo León and adjacent Coahuila. *Acta Botanica Mexicana* 30: 41-112. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm30.1995.732>
- Huerta-Espinoza, H. M. 2014. *Evaluación del efecto del cambio de uso del suelo en la distribución de las especies mexicanas de Laelia (Orchidaceae)*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Mx., México. 133 pp.
- Ibarra-Contreras, C. A., R. Solano, L. Paz-Cruz, C. Pérez Domínguez y L. Lagunez-Rivera. 2021. Orquídeas de los municipios de Santo Domingo Yanhuitlán y San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca. *Polibotánica* 51: 17-41 DOI: <http://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.51.2>
- INEGI. 2011. SIATL v 4.0. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/ (consultado mayo, 2023).
- Johnston, M. C. 1963. Past and present grassland of southern Texas and northeastern Mexico. *Ecology* 44: 456-466. DOI: <https://doi.org/10.2307/1932524>
- Johnston, M. C., K. Nixon, G. L. Nesom y M. Martínez. 1989. Listado de plantas vasculares conocidas en la Sierra de Guatemala, Gómez Farías, Tamaulipas. *Biotam* 1: 21-33.
- Lacaille-Múzquiz, J. L. 2005. *Las Orquídeas*. In: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Pp. 235-243.
- León y Paniagua, L., I. Luna-Vega, M. A. Martínez-Morales y D. Tejero-Diez. 2010. Sierra Madre Oriental Plegada. In: CONABIO (ed.). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. Pp. 43-49.
- Liggio, J. y A. O. Liggio. 1999. *Wild Orchids of Texas*. University of Texas. Austin, USA. 228 pp.
- Luna-Cavazos, M., A. Romero-Manzanares y E. García-Moya. 2008. Afinidades en la flora genérica de piñonares del norte y centro de México: un análisis fenético. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79(2): 449-458. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.5447>
- Luna-Vega, I. y O. Alcántara-Ayala. 2004. Florística del bosque mesófilo de montaña de Hidalgo. In: Luna-Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 169-191.



- Malda-Barrera, G. 1990. Plantas vasculares raras, amenazadas y en peligro de extinción en Tamaulipas, México. *Biotam* 2: 55-61.
- Martínez, M., L. Hernández-Sandoval, A. Mora-Olivo y A. Domínguez-Monroy. 2004. Florística de Tamaulipas. In: Luna-Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 215-241.
- Martínez-Feria, A. 2007. Diversidad de orquídeas epífitas en el Faro, San Pedro Teutila, Oaxaca, México, Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. 108 pp.
- Martínez-Ojeda, E. y F. González-Medrano. 1977. Vegetación del sudeste de Tamaulipas, México. *Biótica* 2: 1-45.
- Morales-Linares, J. 2009. Diversidad de orquídeas en cuatro ambientes del Ejido Rancho Viejo-Palmarejo, Municipio de Emiliano Zapata, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 105 pp.
- Pérez-Bravo, R., G. A., Salazar y E. Mora-Guzmán. 2010. Orquídeas de Las Lomas-La Manzanilla, Sierra Madre Oriental, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87: 125-129. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.320>
- Ponce-Vargas, A., I. Luna-Vega, O. Alcántara-Ayala y C. A. Ruiz-Jiménez. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(2): 177-190. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2006.002.333>
- Pridgeon A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase y F. N. Rasmussen (eds.). 2003. *Genera Orchidacearum*, Vol. 3. Orchidoideae (Part 2), Vanilloideae. Oxford University Press. New York, USA. 358 pp.
- Pridgeon A. M., P. J. Cribb, M. W. Chase y F. N. Rasmussen (eds.). 2005. *Genera Orchidacearum*, Vol. 4. Epidendroideae (Part one). Oxford University Press. New York, USA. 672 pp.
- Puig, H. 1970. Etude Phytogéographique de la Sierra de Tamaulipas, Mexique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle Toulouse* 106: 60-78.
- Puig, H. 1976. *Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique française au Mexique. Collection Études Mésoaméricaines*, Vol. 5. 531 pp.
- Puig, H. y R. Bracho. 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México. Instituto de Ecología. México, D.F., México. 186 pp.
- Ruiz-Jiménez, C. A., O. Alcántara-Ayala y I. Luna-Vega. 2004. Límites. In: Luna-Vega, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 7-22.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica en México. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 129-145.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1a edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 505 pp. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf (consultado mayo, 2023).
- Rzedowski, J. 2021. Las afinidades meridionales de la flora de los bosques montanos de México. *Botanical Sciences* 99(3): 717-712. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2774>
- Salazar, G. A., T. J. Hernández-López, J. Sharma, R. Jiménez-Machorro, L. I. Cabrera y J. Treviño-Carreón. 2016. *Greenwoodiella*, a new genus of Spiranthinae (Orchidaceae) from North and Central America and the Greater Antilles, with a new species from the Chihuahuan Desert. *Systematic Botany* 41(4): 823-838. DOI: <https://doi.org/10.1600/036364416X693937>
- Salinas-Rodríguez, M. M., L. Hernández-Sandoval, P. Carrillo-Reyes, H. A. Castillo-Gómez, A. Castro-Castro, E. Estrada-Castillón, D. S. Figueroa-Martínez, I. N. Gómez-Escamilla, M. González-Elizondo, J. S. Gutiérrez-Ortega, J. Hernández-Rendón, G. Munguía-Lino, De-J. A. Nova, J. P. Ortiz-Brunel, G. Rubio-Méndez, E. Ruiz-Sánchez, C. Sánchez-Sánchez T. N. Sandoval-Mata, R. Soltero-Quintana, V. Steinmann, S. Valencia-Avalos y S. Zamudio-Ruiz. 2022. Diversidad de plantas vasculares de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, México. *Botanical Sciences* 100(2): 469-492. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2864>
- Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds.). 2005. *Historia Natural de la Reserva de la Biósfera El Cielo*,



- Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, México. 732 pp.
- SEMARNAT. 2019. 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. Modificación del Anexo Normativo III. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019 (consultado abril, 2023).
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>
- Solano, R., M. Rubio-Espinosa, L. Lagunez-Rivera y O. Herrera-Arenas. 2013. Orquídeas de la Sierra Mixe. In: Briones-Salas, M., G. Manzanero-Medina y G. González-Pérez (eds.). *Estudios en zonas áridas de Oaxaca*. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. Pp. 57-73.
- Solano, R., G. A. Salazar, H. Huerta, E. Hágsater y R. Jiménez-Machorro. 2019. Diversity of Mexican Orchids: Synopsis of richness and distribution patterns. In: Pridgeon, A. M. y A. R. Arosemena (eds.). *Proceedings of the 22nd World Orchid Conference*, Vol. 1. Asociación Ecuatoriana de Orquideología. Guayaquil, Ecuador. Pp. 255-270.
- Solano, R., G. A. Salazar, R. Jiménez-Machorro, E. Hágsater y G. Cruz-García. 2020. Actualización del catálogo de autoridades taxonómicas de Orchidaceae de México. Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca; Base de datos Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO), Proyecto No. KT005. Cd. Mx., México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=KT&Numero=5> (consultado abril, 2023).
- Soto, M. A. 1990. *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr. *Icones Orchidacearum*. *Orchids of México* 1: 52.
- Soto, M. A., E. Hágsater, R. Jiménez-Machorro, G. A. Salazar Chávez, R. Solano, R. Flores e I. Ruiz. 2007. Orquídeas de México. Catálogo Digital. Instituto Chinoín. Cd. Mx., Mexico.
- Statsoft. 2007. Statistica 8. Users' choice for Statsoft Statistica 8. https://en.freedownloadmanager.org/users-choice/Statsoft_Statistica_8.html (consultado febrero, 2023).
- Thiers, B. 2023. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado agosto, 2023).
- Treviño-Barbosa, G. 2001. Caracterización del Bosque mesófilo de montaña de Purificación del Municipio de Hidalgo, Tamaulipas. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Pp. 10-28.
- Treviño-Carreón, J. y A. Valiente-Banuet. 2005. La vegetación de Tamaulipas y sus principales asociaciones vegetales. In: Barrientos-Lozano, L., A. Correa-Sandoval, J. V. Horta-Vega y J. García-Jiménez (eds.). *Biodiversidad Tamaulipeca*, Vol. 1. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Tamaulipas, México. Pp. 22-31.
- Valiente-Banuet, A. 1984. La vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 110 pp.
- Valiente-Banuet, A., F. González-Medrano y D. Piñero. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Acta Botanica Mexicana* 33: 1-36. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm33.1995.751>
- Viccón-Esquivel, J. 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del Bosque Mesófilo de Montaña de las localidades de Atzalan y Zongolica, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 89 pp.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3): 559-902. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L., J. A. Encina-Domínguez, E. Estrada-Castillón, G. S. Hinton, A. Mora-Olivo, E. Ortiz y J. A. Villarreal-Quintanilla. 2023. Diversidad florística de la región noreste de México, estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. *Botanical Sciences* 101(4): 1301-1319. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.3328>

