

Distribución geográfica de angiospermas epífitas de la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México

Ivonne Nayeli Gomez-Escamilla^{1*}, Adolfo Espejo-Serna¹, Ana Rosa López-Ferrari¹ & Thorsten Krömer²

1. Herbario Metropolitano, Departamento de Biología, C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, Apartado Postal 55-535, C. P. 09340, México, Ciudad de México; epifitas25@gmail.com, aes@xanum.uam.mx, arlf@xanum.uam.mx
2. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, C. P. 91000, Xalapa, Veracruz, México; tkromer@uv.mx

* Correspondencia

Recibido 14-III-2018. Corregido 04-VIII-2018. Aceptado 03-XII-2018.

Abstract: Geographical distribution of epiphytic angiosperms of the priority terrestrial region of Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico. The knowledge on richness and distribution of epiphytic vascular plants is still incomplete in many areas of Mexico. An example is the terrestrial priority region (RTP) Cerros Negro-Yucaño, which is located in the Northwest portion of Oaxaca and belongs to the Mixteca Alta Region (Ñuu Savi Sukun, Ñuu Vixi). Based on herbarium material revision of 12 Mexican institutional collections and the collection of specimens in some localities, mainly covered by oak forest, in 17 of the 18 municipalities included in the RTP, we compiled a list of epiphytic angiosperms. The presence of 40 species, distributed in 13 genera and five families was recorded; 28 taxa are endemic to Mexico and three of them are only known from Oaxaca. The genera *Tillandsia* (18 spp.) and *Peperomia* (4) were the best represented genera in the area. Oak forest was the type of vegetation in which the most of the epiphytes were found (32 spp.), and also the altitudinal range between 1900 and 2100 m (19 spp.). Flowering plants of *Artorima erubescens*, *Laelia albida*, *L. furfuracea*, and *Prosthechea karwinskii* are used by the local people as ornamentals during the religious celebrations of Day of the Dead (Mexico) and Holly Week. This human impact might be a threat to the wild populations of these species in the future.

Key words: Bromeliaceae; endemism; floristic inventory; oak forests; Orchidaceae; *Peperomia*.

Gomez-Escamilla, I. N., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Krömer, T. (2019). Distribución geográfica de angiospermas epífitas de la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 118-131.

El ritmo acelerado de pérdida y modificación de los ecosistemas que ha presentado México durante las últimas seis décadas, hace imperativo que se promuevan urgentemente estrategias para estudiar y conservar regiones con alta biodiversidad (Magaña & Villaseñor, 2002). En México existen 182 Áreas Naturales Protegidas (ANP's), las cuales representan 10.8 % del territorio nacional continental, siendo Oaxaca uno de los estados con mayor

biodiversidad del país aunque también es el que cuenta con el menor número de ANP's (0.3 %) (CONANP, 2018). En este contexto, el proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) para la Conservación de la Biodiversidad, propuesto por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), tuvo como objetivo primordial la detección y determinación de áreas que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y

específica comparativamente mayor a la del resto del país. Como resultado de ese proyecto se obtuvo una lista de 152 RTP's distribuidas en todo el país (Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E., 2000). De las ocho RTP's propuestas para el estado de Oaxaca, la denominada Cerros Negro-Yucaño no contaba con antecedentes florísticos publicados, a pesar de contener en su territorio bosques templados en buen estado de conservación y de constituir uno de los manchones más grandes y diversos de encinar que aún existen en la Mixteca Alta (Arriaga et al., 2000). En esta región, los ecosistemas más transformados han sido los bosques templados (*Quercus* y *Pinus*) con 2 717.65 ha deforestadas y los bosques tropicales caducifolios con 56.31 ha (Proyecto GEF Mixteca, 2015).

La riqueza y distribución de las plantas epífitas vasculares en algunas zonas del país aún permanecen incompletamente conocidas; sin embargo y de acuerdo con datos recabados hasta ahora, Chiapas, Oaxaca y Veracruz son los estados más ricos en especies epífitas con 953, 916 y 575 respectivamente (Espejo-Serna, A., Mendoza-R, A., López-Ferrari, A. R., Ceja-Romero, J., García-Cruz, J., & Pérez-García, B., 2013; datos actualizados). Con aproximadamente 9 019 taxones, la entidad oaxaqueña es la que alberga la mayor riqueza de plantas con flores de México (Villaseñor & Ortiz, 2014), además de concentrar 55.5 % de la flora epifítica nacional. Se estima que existen más de 200 000 ejemplares de plantas procedentes de Oaxaca, depositados mayormente en siete de los principales herbarios del país (García-Mendoza, 2004; García-Mendoza & Meave, 2011). Sin embargo, la superficie del estado con algún estudio botánico apenas alcanza 20 %, es decir, menos de la quinta parte de Oaxaca ha sido inventariada sistemáticamente con propósitos florísticos o de vegetación, de tal manera que aún existen amplias áreas que necesitan ser exploradas (García-Mendoza, 2004).

Las plantas epífitas no tienen acceso al agua del suelo por lo que su mayor riqueza y abundancia se presenta en el dosel de los bosques, en donde su supervivencia depende

principalmente de las características de los árboles (forófitos) sobre las que se desarrollan y de las condiciones microambientales (Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, S. R., 2007). Además, son una de las formas de vida más sensibles a los cambios ocasionados por las perturbaciones antrópicas (deforestación, fragmentación, extracción de madera y conversión en plantaciones) (Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T., 2014).

Por las razones antes mencionadas, el propósito de este estudio fue conocer los patrones de riqueza y distribución de las angiospermas epífitas de los Cerros Negro-Yucaño, para elaborar un catálogo, así como para contribuir al conocimiento taxonómico florístico del estado de Oaxaca y generar información básica que permita desarrollar futuras estrategias de conservación y apoyar la propuesta de la zona como Área Natural Protegida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: La región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño (CNY) se ubica en el noroeste del estado de Oaxaca (16°57'49"-17°40'36" N & 97°15'21"-97°33'48" O) (Fig. 1); cuenta con un área de 1274 km² (Arriaga et al., 2000; CONABIO, 2004), lo que representa 1.35 % del territorio oaxaqueño, abarcando de manera parcial o completa 31 municipios del mismo. El clima que predomina es templado, la temperatura media anual varía de 12 a 18° C y la precipitación anual va de 200 a 1800 mm; el intervalo altitudinal oscila entre 1 300 y 3 200 m.s.n.m., ocupando el Cerro Negro, que da nombre a la región, la sexta posición entre las mayores elevaciones del estado de Oaxaca (INEGI, 2014). La vegetación presente en la zona corresponde en gran medida a bosques de *Quercus*, seguidos por bosques de *Pinus* y bosques tropicales caducifolios, así como chaparrales, palmares y áreas de agricultura (CONABIO, 1999; Arriaga et al., 2000).

Trabajo de campo y gabinete: Se revisó material herborizado en 12 herbarios institucionales: AMO, CHAP, ENCB, FCME, IEB,

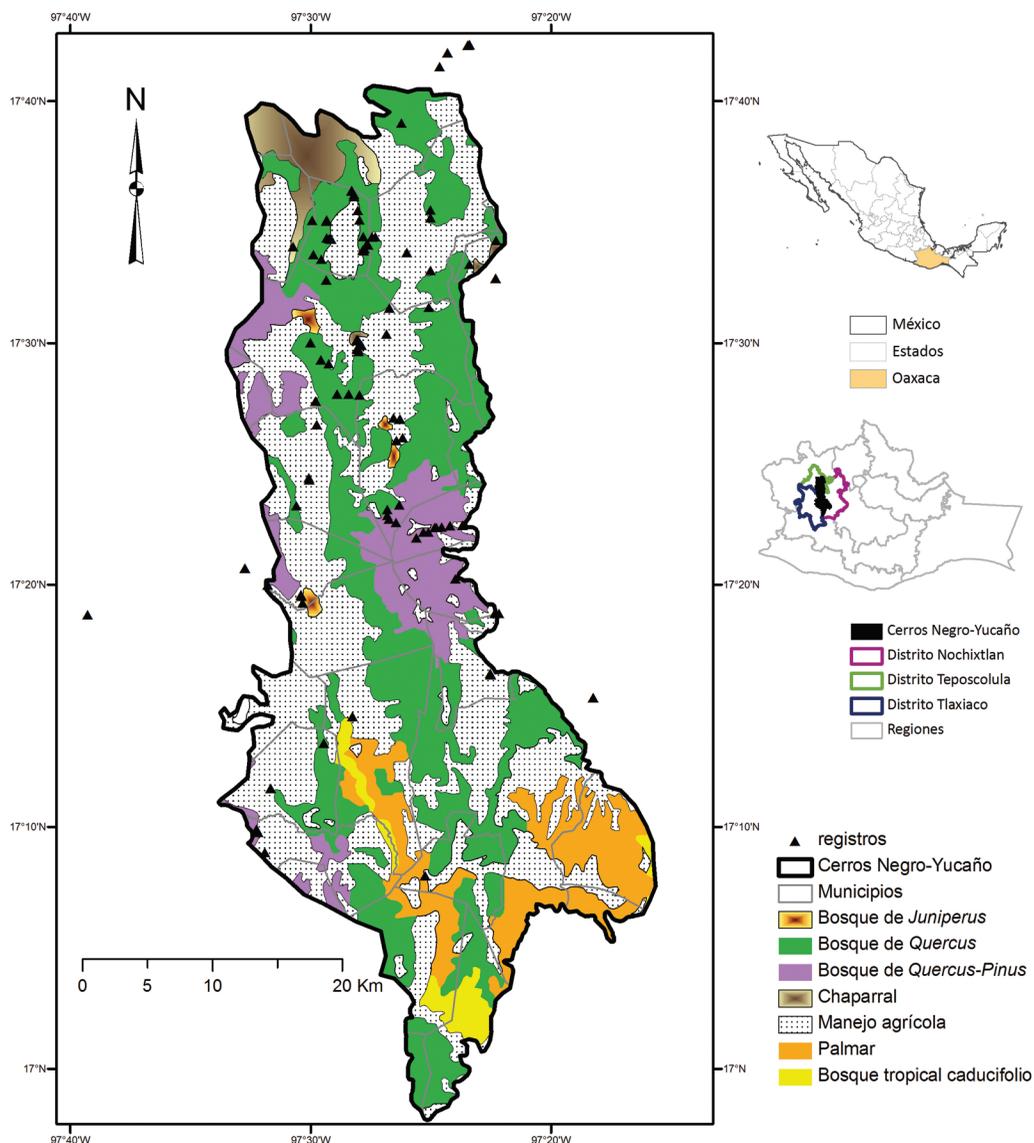


Fig. 1. Ubicación de la zona de estudio Cerros Negro-Yucaño en el estado de Oaxaca, México, indicando los registros obtenidos de angiospermas epifitas.

Fig. 1. Location of the study area Cerros Negro-Yucaño in the state of Oaxaca, Mexico, indicating the obtained records of epiphytic angiosperms.

MEXU, MICH, MO, OAX, SERO, UAMIZ y XAL (Thiers, 2017). También se realizó una búsqueda de material bibliográfico relativo a trabajos florísticos realizados en el área (Rodríguez García & Morelos Martínez, 2010; GIDT, 2012; López-Gaytán, 2013; Reyes Santiago, 2015) o en regiones cercanas a ella

(García- Mendoza, A., Tenorio-Lezama, P., & Reyes Santiago, J., 1994; Torres Colín, R., Lorence, D. H., Ramírez de Anda, M. P., & Villa Arce, R. E., 2009; Guízar-Nolazco, E., Granados-Sánchez, D., & Castañeda-Mendoza, A., 2010), así como de información relativa al grupo botánico en estudio en libros y

capítulos especializados (Benzing, 1990; Krömer et al., 2014; Zotz, 2016), artículos científicos (Aguirre-León, 1992; Ceja-Romero, J., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., García-Cruz, J., Mendoza-Ruiz, A., & Pérez-García, B., 2008) y sitios electrónicos (Tropicos, 2016; CONABIO, 2017).

Durante el período comprendido entre enero 2014 y febrero 2015, se llevó a cabo

trabajo de campo en diversas localidades de la zona de estudio, efectuándose siete viajes de recolección botánica (en total 27 días). Las muestras botánicas obtenidas se procesaron de acuerdo con los métodos mencionados por Aguirre León (1986) para epífitas vasculares. Cuando fue posible se recolectaron varios duplicados de un mismo número de colecta. El primer juego de ejemplares se depositó en

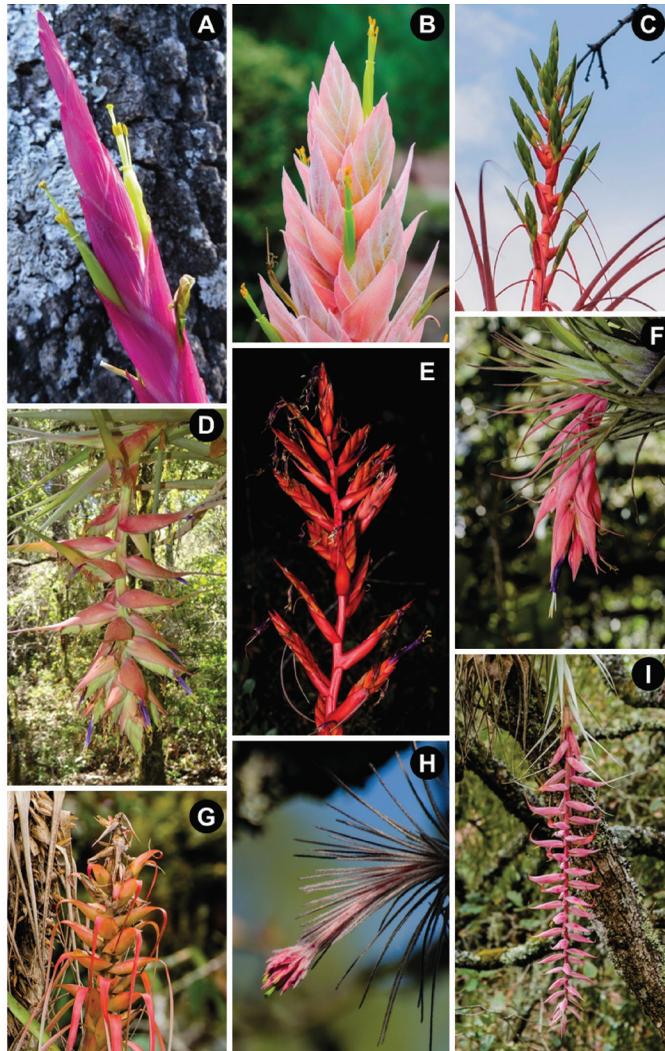


Fig. 2. Bromelias epífitas representativas en la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México. (A) *Tillandsia achyrostachys*, (B) *T. bourgaei*, (C) *T. calothyrsus*, (D) *T. violacea*, (E) *T. dugesii*, (F) *T. macdougalli*, (G) *T. carlos-hankii*, (H) *Viridantha plumosa* y (I) *T. prodigiosa*. (Fotos: Ivonne Gomez (A, D), Bruno Téllez (B, C, E, F, G, H, I)).

Fig. 2. Representative epiphytic bromeliads in the terrestrial priority region Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico. (A) *Tillandsia achyrostachys*, (B) *T. bourgaei*, (C) *T. calothyrsus*, (D) *T. violacea*, (E) *T. dugesii*, (F) *T. macdougalli*, (G) *T. carlos-hankii*, (H) *Viridantha plumosa* e (I) *T. prodigiosa*. (Photos: Ivonne Gomez (A, D), Bruno Téllez (B, C, E, F, G, H, I)).

el Herbario UAMIZ y los duplicados fueron enviados como intercambio a los herbarios OAX y MEXU (Thiers, 2017). El sistema de clasificación que seguimos fue APG IV (Byng et al., 2016), mientras que para los tipos de vegetación fue Rzedowski (2006).

Los datos sobre endemismo se obtuvieron a partir de la revisión bibliográfica (ver apéndice) y se revisó el anexo informativo III Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) para identificar las especies que se encontraban en alguna categoría de protección especial.

Finalmente, se realizaron curvas de acumulación de especies para evaluar la riqueza total del área, usando estimadores no paramétricos (Bootstrap, Chao2, Jack1 y Jack2), los cuales se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas

especies a partir de las relaciones de incidencia de los taxa ya detectados en el muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). El esfuerzo de muestreo, en el presente trabajo, se cuantificó con el tiempo como unidad de muestreo, haciendo seis categorías con intervalos de diez años, desde la primera recolección en 1960 hasta 2017; usamos 100 aleatorizaciones y todas las estimaciones se realizaron con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013).

RESULTADOS

Se registraron 40 especies de angiospermas epífitas en la RTP Cerros Negro-Yucaño distribuidas en 13 géneros y cinco familias, además se realizaron 195 números de colecta (Apéndice, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4). En el

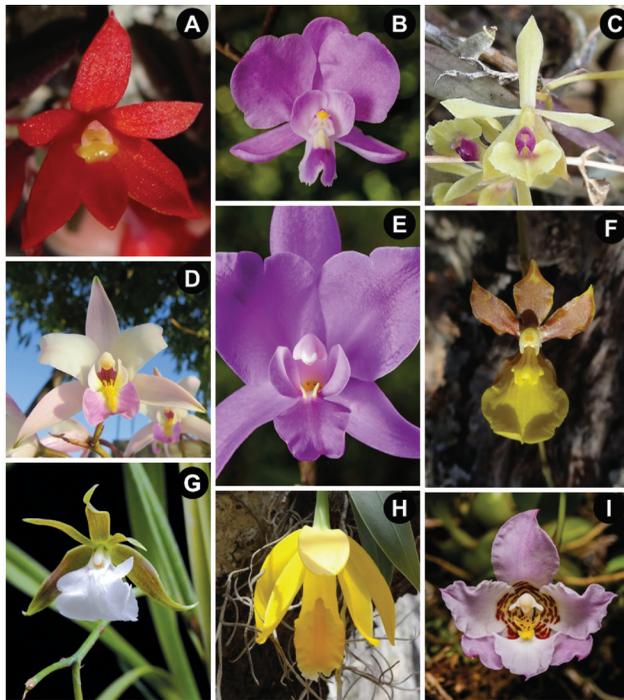


Fig. 3. Orquídeas epífitas representativas en la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México. (A) *Alamania punicea*, (B) *Artorima erubescens*, (C) *Epidendrum lignosum*, (D) *Laelia albida*, (E) *L. furfuracea*, (F) *Oncidium brachyandrum*, (G) *Prosthechea ghiesbreghtiana*, (H) *P. karwinskii* e (I) *Rhynchostele cervantesii*. (Fotos: Ivonne Gomez (A, C, D, F), Bruno Téllez (B, E, I), Adolfo Espejo (G, H)).

Fig. 3. Representative epiphytic orchids in the terrestrial priority region Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico. (A) *Alamania punicea*, (B) *Artorima erubescens*, (C) *Epidendrum lignosum*, (D) *Laelia albida*, (E) *L. furfuracea*, (F) *Oncidium brachyandrum*, (G) *Prosthechea ghiesbreghtiana*, (H) *P. karwinskii* and (I) *Rhynchostele cervantesii*. (Photos: Ivonne Gomez (A, C, D, F), Bruno Téllez (B, E, I), Adolfo Espejo (G, H)).

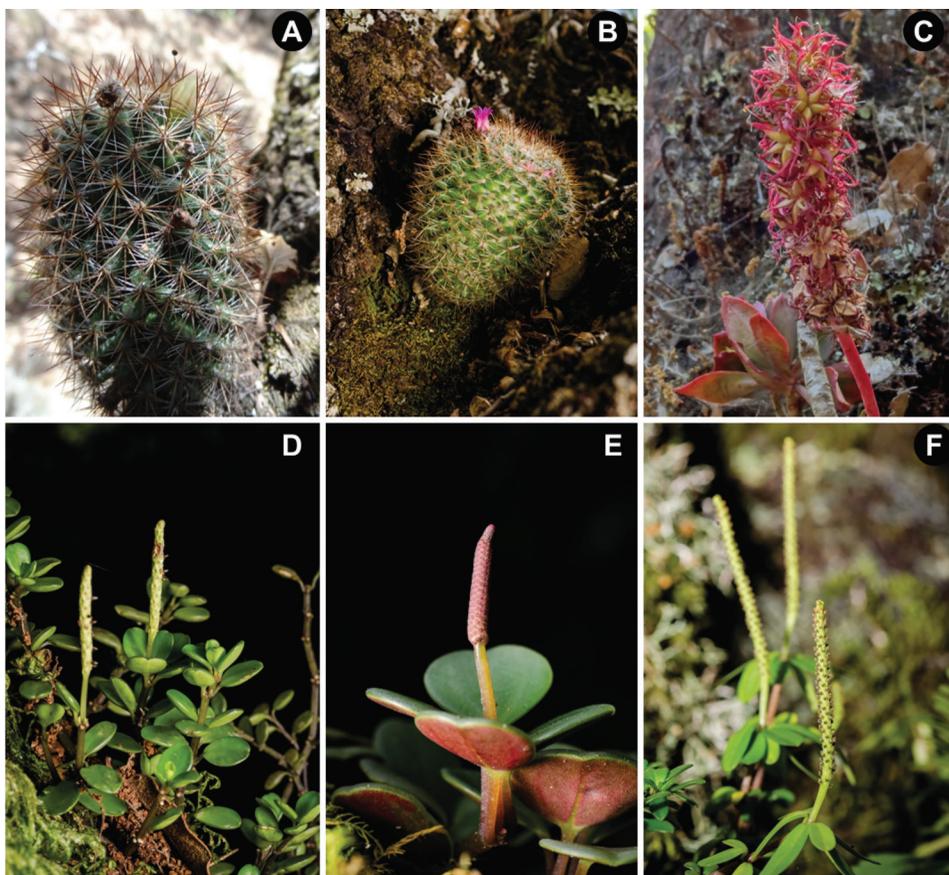


Fig. 4. Cactáceas, Crasuláceas y Peperomias epífitas representativas en la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México. **(A)** *Mammillaria discolor*, **(B)** *M. haageana*, **(C)** *Echeveria rosea*, **(D)** *Peperomia berlandieri*, **(E)** *P. edulis* y **(F)** *P. galioides*. (Fotos: Bruno Téllez). (Fotos: Ivonne Gomez (A, C), Bruno Téllez (B, D, E, F)).

Fig. 4. Representative epiphytic Cactaceae, Crassulaceae and *Peperomia* in the terrestrial priority region Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico. **(A)** *Mammillaria discolor*, **(B)** *M. haageana*, **(C)** *Echeveria rosea*, **(D)** *Peperomia berlandieri*, **(E)** *P. edulis* and **(F)** *P. galioides*. (Photos: Ivonne Gomez (A, C), Bruno Téllez (B, D, E, F)).

Apéndice se incluye la lista de las mismas, organizada por familia e incluyendo para cada especie: la cita bibliográfica completa del nombre, la lista de ejemplares examinados por municipio, así como datos de fenología, altitud, hábitat, distribución conocida para México, endemismo y pertenencia a una categoría de riesgo de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Las curvas de acumulación de especies generadas usando distintos estimadores no paramétricos predicen la presencia de 49 (Bootstrap), 54 (Chao2), 58 (Jack1) y 65 (Jack2) especies en el área de estudio (Fig. 5). De las especies registradas para la

zona, 29 son endémicas de México, mientras que cuatro lo son de Oaxaca. Orchidaceae es la familia con mayor número de géneros (8/61.5 %), mientras que a nivel específico el primer lugar lo ocupan las Bromeliaceae (20/50 %). Los géneros con mayor número de especies son *Tillandsia* y *Peperomia* (Fig. 6). Los municipios de San Pedro Yucunama y San Pedro y San Pablo Teposcolula son aquellos para los que se tiene el mayor número de registros, con 33 y 31 respectivamente, y los que cuentan con el mayor número de especies son San Pedro Yucunama y Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz, con 15 taxones cada uno (Cuadro 1).

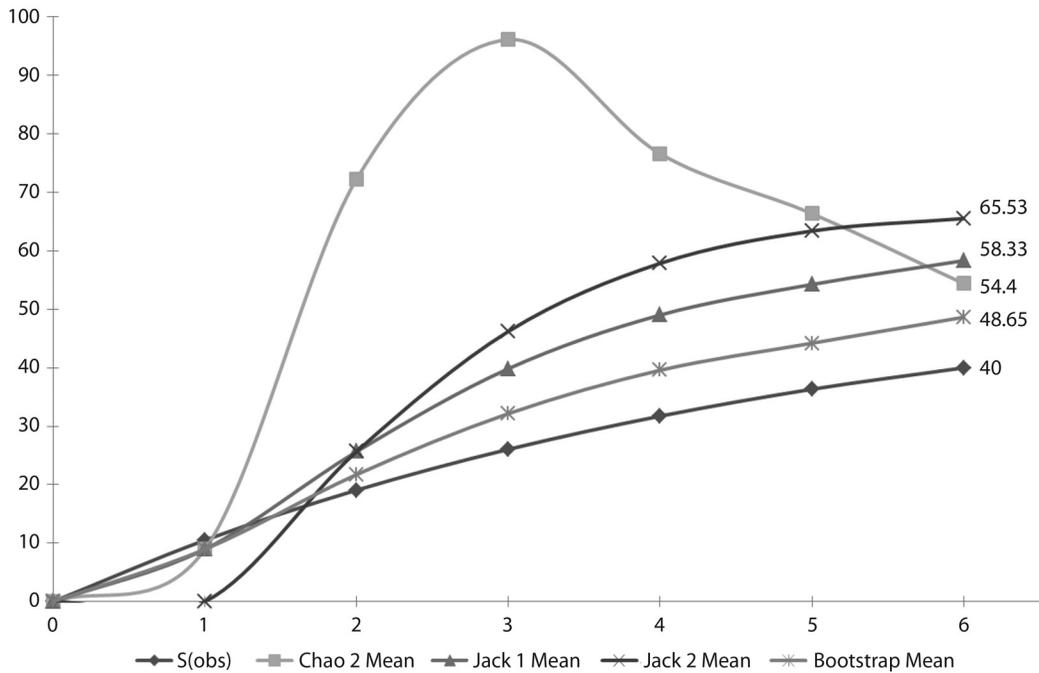


Fig. 5. Curvas de acumulación de especies obtenidas para el área de estudio.
Fig. 5. Species accumulation curves obtained for the study area.

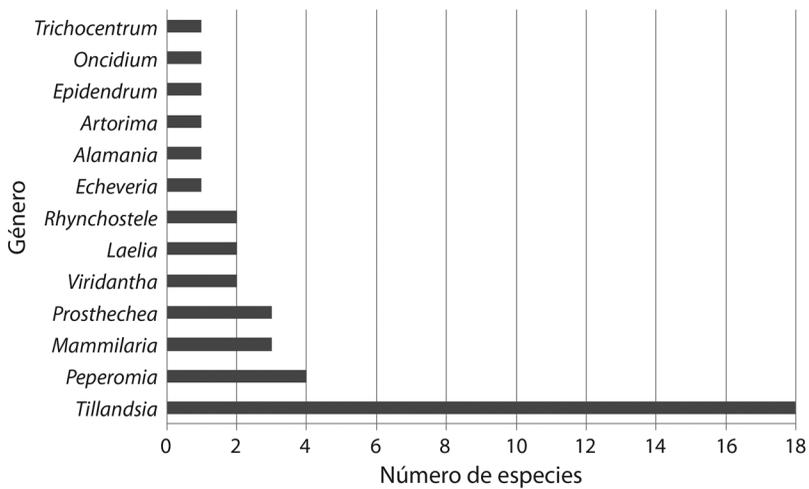


Fig. 6. Número de especies, por género, de las familias de angiospermas epífitas representadas en la RTP Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México.
Fig. 6. Number of species, per genus, of the epiphytic angiosperm families represented in the RTP Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico.

CUADRO 1
Número de especies encontradas y de recolecciones hechas por municipio en
la región terrestre prioritaria Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, México

TABLE 1
Number of species recorded and collections made per municipality in
the terrestrial priority region Cerros Negro-Yucaño, Oaxaca, Mexico

Abreviatura	Municipio	# de spp./ # de recolectas
MJ	Magdalena Jaltepec	0/0
MP	Magdalena Peñasco	0/0
MYPD	Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz	15/16
SAT	San Agustín Tlacotepec	10/17
SAL	San Andrés Lagunas	2/2
SBS	San Bartolo Soyaltepec	0/0
SBY	San Bartolomé Yucuañe	9/9
SCS	San cristobal Suchixtlahuaca	10/13
SJA	San Juan Achiutla	3/4
SJD	San Juan Diuxi	7/8
SJT	San Juan Teita	0/0
SJT	San Juan Teposcolula	6/10
SMP	San Mateo Peñasco	6/10
SMS	San Mateo Sindihui	0/0
SMA	San Miguel Achiutla	0/0
SPT	San Pablo Tijaltepec	0/0
SPT	San Pedro Tidaá	1/2
SPT	San Pedro Topiltepec	0/0
SPSPT	San Pedro y San Pablo Teposcolula	12/31
SPY	San Pedro Yucunama	15/33
SVN	San Vicente Nuñú	10/13
SMN	Santa María Nduayaco	6/7
SMT	Santa María Tataltepec	4/4
SMY	Santa María Yosoyúa	0/0
SN	Santiago Nejapilla	0/0
ST	Santiago Tilantongo	12/15
SY	Santiago Yolomécatl	0/0
SDT	Santo Domingo Tonaltepec	0/0
SDY	Santo Domingo Yanhuitlán	3/7
VTP	Villa de Tamazulapam del Progreso	0/0
VTU	Villa Tejúpam de la Unión	2/2
YG	Yutanduchi de Guerrero	0/0

Se obtuvieron nuevos registros de especies que antes no habían sido reportadas para ocho municipios del estado: Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz, San Andrés Lagunas, San Bartolomé Yucuañe, San Juan Achiutla, San Juan Diuxi, San Pedro Yucunama, Santa María Nduayaco y Santiago Tilantongo. El mayor número de especies se concentró en el subintervalo altitudinal de 1 900 a 2 100 m, para el cual se registraron 19 taxones (47.5 % del total). El

bosque de *Quercus* fue el tipo de vegetación en el que se concentró el mayor número de especies (32), seguido por la vegetación secundaria derivada de bosque de *Quercus* (11). Sólo tres de las especies registradas en la zona se encuentran catalogadas en la lista de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y pertenecen a las familias Bromeliaceae (*Tillandsia carlos-hankii*), Orchidaceae (*Rhynchostele cervantesii*) y Cactaceae (*Mammillaria haageana*).

DISCUSIÓN

La región de estudio alberga 5 % de las 916 especies de angiospermas epífitas registradas a nivel estatal por Espejo-Serna et al. (2013; datos actualizados). De las 40 especies reportadas 72 % son endémicas de México y 10 % de Oaxaca, lo que le confiere al área un Alto Valor de Conservación (AVC) (Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D. R., Stewart, C., & T. Synnott, 2013) como hábitat de epífitas. Es importante resaltar aquí que el mayor número de especies epífitas encontradas pertenece a la clase Liliopsida, en la cual se incluyen las familias Bromeliaceae y Orchidaceae, con 20 y 12 taxa respectivamente. Aunque Orchidaceae ocupa generalmente el primer lugar en número de especies en los inventarios regionales de epífitas (Kreft, H., Köster, N., Küper, W., Nieder, J., & Barthlott, W., 2004; Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S. R., & Acebey, A., 2005), en este caso quedó ubicada en segundo lugar. Es interesante señalar que el género con mayor número de especies, *Tillandsia*, incluye numerosos taxa que son tolerantes a condiciones de humedad reducida, y que pueden ser abundantes en hábitats antropizados (Flores-Palacios & García-Franco, 2004; Hietz, P., Buchberger, G., & Winkler, M., 2006; Krömer et al., 2014). Wolf (2005) registró una alta riqueza de bromelias xerotolerantes en bosques de pino-encino con mayor influencia antrópica en Chiapas, ya que éstos son más abiertos y ofrecen un microclima menos húmedo que los encinares húmedos y los bosques mesófilos.

Como resultado del estudio se obtuvieron también nuevos registros para ocho municipios representados en la zona. En el caso de 14 de los municipios no fue posible obtener material botánico, por lo que se sugiere dirigir futuros viajes de recolección a los municipios de San Miguel Achiutla, San Bartolomé Yucuañe, Santa María Tataltepec y San Juan Teita, los cuales albergan extensos bosques de *Quercus* y bosques tropicales caducifolios que no pudieron ser explorados durante el desarrollo de éste trabajo. Todas las especies previamente colectadas y registradas para la zona que fueron

resguardadas en los herbarios institucionales revisados, fueron encontradas nuevamente en las visitas realizadas a las diversas localidades de la RTP. Además, estamos reportando por primera vez para la zona la presencia de 19 especies: *Tillandsia atrococcinea*, *T. carlos-hankii*, *T. circinnatioides*, *T. fasciculata*, *T. ionantha*, *T. makoyana*, *T. tehuacana*, *T. violacea*, *Mammillaria discolor*, *M. haageana*, *M. polyedra*, *Echeveria rosea*, *Prosthechea ghesbreghtiana*, *Rhynchosstele cervantesii*, *R. maculata*, *Trichocentrum* sp., *Peperomia edulis*, *P. bracteata* y *P. berlandieri*. Esto manifiesta la importancia de continuar con los estudios para actualizar los inventarios de la biodiversidad existente en regiones específicas (Magaña & Villaseñor, 2002).

De las 29 familias de angiospermas con integrantes epífitos presentes en México, 21 están representadas en Oaxaca, pero sólo cinco de ellas están presentes en la RTP Cerros Negro-Yucaño. El uso de curvas de acumulación de especies constituye una herramienta predictiva aplicable en estudios de biodiversidad y puede ser de utilidad en la planeación y el diseño de los protocolos de muestreo (Soborón & Llorente, 1993). Según los distintos estimadores usados, faltarían entre nueve y 25 especies de epífitas por registrar en la zona, las cuales probablemente podrían ser encontradas mediante un muestreo intensivo que incluyera técnicas de trepar árboles (Flores-Palacios & García-Franco, 2001; Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., & Köske, N., 2003), principalmente en los sitios con mayor humedad (San Pedro Tidaá) y en los municipios que faltaron por explorar (San Miguel Achiutla, San Bartolomé Yucuañe).

En diversas fuentes bibliográficas (Gentry & Dodson, 1987; Krömer et al., 2005; Cardelús, C. L., Colwell, R. K., & Watkins Jr., J. E., 2006) se reporta que la flora epífitica cambia su diversidad y composición a través de los gradientes altitudinales en los cuales se distribuye y que las epífitas están mejor representadas en elevaciones intermedias en los bosques nubosos. En el caso de México, Wolf & Flamenco (2003, 2005), Ceja-Romero, J., Mendoza-Ruiz,

A., López-Ferrari, A. R., Espejo-Serna, A., Pérez-García, B., & García-Cruz, J. (2010, 2012) y Miguel-Vásquez (2014), reportan en sus respectivas contribuciones sobre Chiapas, Hidalgo, el Bajío y Puebla, que la mayor riqueza de epífitas se concentra en el intervalo altitudinal que va de 1000 a 2000 m. En el presente estudio la mayor riqueza se presentó entre 1900 y 2700 m, mientras que la menor correspondió al intervalo ubicado entre 1300 y 1900 m, y por arriba de 2700 m. Esta diferencia en la representación altitudinal de las epífitas, entre contribuciones previas y el caso de los Cerros Negro-Yucaño, obedece a los tipos de vegetación representados en cada uno de los sitios. En nuestro caso los bosques de *Quercus*, de los cuales 95 % prosperan en México en altitudes entre 1200 y 2800 m (Valencia-A., 2004; Rzedowski, 2006). En el resto de las contribuciones arriba citadas, las áreas cuentan con la presencia de bosques mesófilos de montaña ubicados entre 400 y 2700 m (Rzedowski, 2006; Gual-Díaz & Rendón-Correa, 2014).

Los bosques de *Quercus* ofrecen además otras ventajas a las epífitas, ya que los encinos son árboles que en general cumplen la condición de ser buenos forófitos para líquenes, musgos y hasta fanerógamas de gran tamaño, debido a las características de su corteza y al patrón de ramificación que tienen (Wolf, 2005; Hietz et al., 2006; Rzedowski, 2006). De hecho las epífitas tienen preferencia por los encinos en comparación con los pinos, presumiblemente relacionadas con la mayor capacidad de retención de agua de la corteza rugosa y la arquitectura de sus ramas en donde es posible encontrar diversos microclimas (Castro-Hernández, J. C., Wolf, J. H. D., García-Franco, J. G., & González-Espinosa, M., 1999), mientras que las especies del género *Pinus* no representan forófitos adecuados para el establecimiento de epífitas, lo que se explica por la inestabilidad de sus corteza, ramas delgadas y la poca capacidad de retención de agua (Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., & Pennings, S. C., 2002). Rzedowski (2006) menciona a los géneros *Tillandsia*, *Peperomia*, *Epidendrum*, *Laelia*, *Oncidium* y

Rhynchosstele como los más frecuentes en las sinusias epifíticas de los encinares mexicanos, todos ellos representados en el área de estudio. Otras contribuciones en las que se menciona la importante relación que existe entre este tipo de vegetación y el componente epifítico son las de Ceja-Romero et al. (2010; 2012) y Miguel Vásquez (2014).

Únicamente tres de las especies registradas en la zona se encuentran enlistadas como amenazadas y sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), sin embargo se observó que los pobladores de diversos municipios de la zona extraen plantas silvestres de cuatro orquídeas: *Artorima erubescens*, *Laelia albida*, *L. fuffuracea* y *Prosthechea karwinskii*, las cuales son utilizadas como adorno de iglesias, altares y cementerios durante las celebraciones religiosas de semana santa y día de muertos. Todas ellas son endémicas de México y *A. erubescens* y *L. fuffuracea* tienen una distribución restringida a pequeñas regiones de dos estados de la República Mexicana. Por lo tanto, la extracción intensiva de plantas en floración de éstas especies en la zona, representa una sobreexplotación de dicho recurso que pone en peligro su existencia o por lo menos afecta seriamente su variabilidad genética, debido a la falta de planes de manejo que permitan asegurar el mantenimiento de las mismas (Flores-Palacios & Valencia-Díaz, 2007; Toledo-Aceves, T., Hernández-Apolinar, M., & Valverde, T., 2014; Krömer, T., Acebey, A., & Toledo-Aceves, T., 2018).

Finalmente cabe mencionar que para los estados con gran riqueza biológica, como es el caso de Oaxaca, es necesario incorporar nuevas áreas de protección natural al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP) para que tengan una oportunidad real de conservación y de uso sustentable para las comunidades humanas implicadas. Pero ¿cómo podríamos conservar y explotar de manera sustentable aquello que no conocemos? Por ésta razón realizar inventarios biológicos siempre será la primera acción necesaria para respaldar que zonas como la de los Cerros Negros-Yucaño

sean propuestas como área potencial de conservación, ya que se trata de una zona que alberga todavía fragmentos conservados de bosques de *Quercus* en los que prosperan especies tan vulnerables y dependientes de los mismos como son las plantas epífitas.

AGRADECIMIENTOS

A los curadores y al personal de los herbarios AMO, CHAP, ENCB, FCME, MEXU, OAX, SERO y UAMIZ por las facilidades otorgadas para la consulta de material botánico. A los comisariados de bienes comunales, de los municipios de Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz, San Bartolomé Yucuañe, San Mateo Peñasco, San Pedro Yucunama, San Juan Diuxi y San Vicente Nuñú por habernos otorgado los permisos y todas las facilidades para llevar a cabo la recolección de material botánico. De igual manera a los guías de campo Lázaro Javier Chávez Osorio, Adolfo Gregorio Cortés, Abel Vázquez Aquino, Francisco Pedro, Felipe Ramírez y otros acompañantes de campo por haber compartido con nosotros parte de su tiempo y de su experiencia. A los compañeros del Herbario Metropolitano Edith González Rocha y Rodrigo Hernández Cárdenas por su ayuda en la recolección de material botánico. A Bruno Téllez por su inestimable ayuda en el trabajo de campo y por las magníficas fotografías que se incluyen en el trabajo. A Guido Mathieu por la identificación de los ejemplares de *Peperomia*. Los resultados de este estudio son parte de la tesis de maestría de la primera autora y fueron parcialmente financiados gracias al apoyo del CONACyT a través de la beca 371370.

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de cualquier tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. El documento firmado se encuentra en los archivos de la revista.

RESUMEN

El conocimiento sobre la riqueza y la distribución de las plantas epífitas vasculares es aún incompleto en muchas áreas de México. Un ejemplo es la región terrestre prioritaria (RTP) Cerros Negro-Yucaño, que se ubica en el noroeste del estado de Oaxaca y pertenece a la región mixteca alta (Ñuu Savi Sukun, Ñuu vixi). Con base en la revisión de material de herbario en 12 colecciones institucionales mexicanas y en la recolección de especímenes en algunas localidades, principalmente cubiertas por bosque de encino, en 17 de los 18 municipios que incluye la RTP, se compiló un listado de las angiospermas epífitas. Se registró la presencia de 40 especies, distribuidas en 13 géneros y cinco familias; 28 taxa son endémicos de México y tres de ellos se conocen solamente de Oaxaca. Los géneros *Tillandsia* (18 spp.) y *Peperomia* (4) fueron los mejor representados en el área. El bosque de encino fue el tipo de vegetación en el cual se encontraron más epífitas (32 spp.) y también el intervalo altitudinal de 1 900 a 2 100 m (19 spp.). Plantas en floración de *Artorima erubescens*, *Laelia albida*, *L. furfuracea* y *Prosthechea karwinskii*, son utilizadas por pobladores de la región como ornamentales, durante las celebraciones religiosas de Día de Muertos y Semana Santa. Este impacto humano podría representar una amenaza para las poblaciones silvestres de estas especies en el futuro.

Palabras clave: bosque de *Quercus*; Bromeliaceae; endemismo; inventario florístico; Orchidaceae; *Peperomia*.

REFERENCIAS

- Aguirre-León, E. (1977). *Odontoglossum cervantesii*. *Orquidea (Méx.)*, 6, 10, 295-309.
- Aguirre-León, E. (1986). Epífitas. En A. Lot & F. Chiang (Eds.), *Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolecciones y preparación de ejemplares botánicos* (pp. 113-119). México, D. F.: Consejo Nacional de la Flora de México A. C. y el Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aguirre-León, E. (1992). Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. *Selbyana*, 13, 72-76.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Benzing, D. H. (1990). *Vascular epiphytes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bravo-Hollis, H. & Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las cactáceas de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D. R., Stewart, C., & Synnott, T. (2013). *Guía genérica para la identificación de altos valores de conservación*. Recuperado de <https://www.hcvnetwork.org/resources/folder.2006-09-29.6584228415/2013guiagenericaavc>
- Byng, J. W., Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Judd, W. S., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, D. E., Soltis, P. S., & Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.
- Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., & Pennings, S. C. (2002). Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*, 132, 221-230.
- Cardelús, C. L., Colwell, R. K., & Watkins Jr., J. E. (2006). Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology*, 94, 144-156.
- Castro-Hernández, J. C., Wolf, J. H. D., García-Franco, J. G., & González-Espinosa, M. (1999). The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 47, 763-773.
- Ceja-Romero, J., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., García-Cruz, J., Mendoza-Ruiz, A., & Pérez-García, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*, 91, 34-41.
- Ceja-Romero, J., Mendoza-Ruiz, A., López-Ferrari, A. R., Espejo-Serna, A., Pérez-García, B., & García-Cruz, J. (2010). Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo, México: diversidad y distribución. *Acta Botanica Mexicana*, 93, 1-39.
- Ceja-Romero, J., Espejo-Serna, A., García-Cruz, J., López-Ferrari, A. R., Mendoza-Ruiz, A., & Pérez-García, B. (2012). *Epífitas vasculares del Bajío y de regiones adyacentes Fascículo complementario XXVIII*. México, D. F.: Instituto de Ecología.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS (9.1.0) [software]. Recuperado de <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- CONABIO. (1999). Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO [Mapa de coberturas de suelo y vegetación]. México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2004). Regiones terrestres prioritarias [Mapa de regiones prioritarias]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. (2017). Portal de geo-información -Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad [Base de datos]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONANP. (2018). Cobertura de las áreas naturales protegidas federales de México [Base de datos]. Recuperado de <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>
- Eggli, U. (2003). *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae*. Berlín: Springer-Verlag.
- Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. (1997). *Las monocotiledóneas mexicanas una sinopsis florística I. Lista de referencia parte VII. Orchidaceae I*. México, D. F.: Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Salgado Ugarte, I. (2004). A current estimate of angiosperm diversity in Mexico. *Taxon*, 53, 127-130.
- Espejo-Serna, A., Mendoza-R., A., López-Ferrari, A. R., Ceja-Romero, J., García-Cruz, J., & Pérez-García, B. (2013, Octubre). Catálogo de las epífitas vasculares de México: avances y perspectivas. En A. Flores-Palacios & N. Martínez-Meléndez. *Simposio La Convivencia de las epífitas: invitación a su biodiversidad, ecología y manejo*. Simposio llevado a cabo en XIX Congreso Mexicano de Botánica, Chiapas, México.
- Flores-Palacios, A. & García-Franco, J. G. (2001). Sampling methods for vascular epiphytes: their effectiveness in recording species richness and frequency. *Selbyana*, 22, 181-191.
- Flores-Palacios, A. & García-Franco, J. G. (2004). Effect of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology*, 173, 259-269.
- Flores-Palacios, A. & Valencia-Díaz, S. (2007). Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation*, 136, 372-387.
- García-Mendoza, A. J. (2004). Integración del conocimiento florístico del estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez, & M. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca* (pp. 305-325). México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.
- García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (2011). *Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México - CONABIO.
- García-Mendoza, A., Tenorio-Lezama, P., & Reyes Santiago, J. (1994). El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana*, 27, 53-73.

- Gestión Integral para el Desarrollo Territorial (GIDT). (2012). *Ordenamiento territorial comunitario de San Pedro Yucunama, municipio del mismo nombre, Distrito de Teposcolula, Oaxaca. México*. México: Yutzira S. C.
- Gentry, A. H. & Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74, 205-233.
- González-Rocha, E., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R., & Cerros-Tlatilpa, R. (2016). *Las Bromeliaceae del estado de Morelos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., & Köske, N. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana*, 24, 105-111.
- Gual-Díaz, M. & Rendón-Correa, A. (2014). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Guizar-Nolazco, E., Granados-Sánchez, D., & Castañeda-Mendoza, A. (2010). Flora y vegetación en la porción sur de la mixteca poblana. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16, 95-118.
- Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, P. (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México-CONABIO.
- Halbinger, F. (1982). *Odontoglossum* y géneros afines en México y Centroamérica. *Orquidea (Méx.)*, 8(2), 155-282.
- Halbinger, F. & Soto, M. (1997). Laelias of Mexico. *Orquidea (Méx.)*, 15, 1-160.
- Hietz, P., Buchberger, G., & Winkler, M. (2006). Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica*, 12, 103-112.
- INEGI. (2014). *Perspectiva estadística de Oaxaca*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- INEGI. (2016). Catálogo único de claves de áreas geoestadísticas estatales, municipales y localidades [Base de datos]. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/CatalogoClaves.aspx>
- Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161.
- Kreft, H., Köster, N., Küper, W., Nieder, J., & Barthlott, W. (2004). Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuni, Ecuador. *Journal of Biogeography*, 31, 1463-1476.
- Krömer, T., Acebey, A., & Toledo-Aceves, T. (2018). Aprovechamiento de plantas epífitas: implicaciones para su conservación y manejo sustentable. En E. Silva-Rivera, V. Martínez-Valdéz, M. Lascurain, & E. Rodríguez-Luna (Eds.), *De la recolección a los agroecosistemas: soberanía alimentaria y conservación de la biodiversidad*. Xalapa, México: Editorial de la Universidad Veracruzana.
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. En C. A. González-Zuarth, A. Vallarino, J. C. Pérez-Jimenez, & A. M. Low-Pfeng (Eds.), *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp. 605-623). México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) – El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).
- Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S. R., & Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography*, 32, 1799-1809.
- Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2007). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology*, 189, 261-278.
- López-Ferrari, A. R. & Espejo-Serna, A. (2014). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán - Fascículo 122, Bromeliaceae*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- López-Gaytán, J. E. (2013). *Diversidad y distribución de orquídeas epífitas en bosques de encino de San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca*. Oaxaca, México: Instituto Tecnológico Superior de Teposcolula.
- Matuda, E. (1977). Nuevas bromeliáceas mexicanas. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 22(1), 20-24.
- Magaña, P. & Villaseñor, J. L. (2002). La Flora de México ¿Se podrá conocer completamente? *Ciencias*, 66, 24-26.
- Miguel-Vázquez, M. I. (2014). *Las angiospermas epífitas de Puebla* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México.
- Pérez-Cálix, E. (2008). *Flora del bajo y de regiones adyacentes - Fascículo 156, Crassulaceae*. Michoacán, México: Instituto de Ecología, A. C.
- Reyes Santiago, J. (2015). *Lista florística de la Mixteca oaxaqueña* (Reporte No. ON13). Oaxaca, México: FMAM.
- Reyes Santiago, P. J., Islas Luna, M. A., González Zorzano, O., Carrillo Reyes, P., Vergara Silva, F. R., & Brachet Ize, C. P. (2011). *Echeveria. Manual del*

- perfil diagnóstico del género Echeveria en México.* México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Rodríguez García, E. & Morelos Martínez, N. (2010). *Diversidad de orquídeas de San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca.* Oaxaca, México: Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan.
- Proyecto GEF Mixteca. (2015). Proyecto Mixteca. Recuperado de <http://www.proyectomixteca.org.mx/>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México.* México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Salazar, G. A., Reyes Santiago, J., Brachet, C., & Pérez Crisanto, J. (2006). *Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada: Cuicatlán, Oaxaca, México.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- SEMARNAT. (2010, diciembre 30). 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. *Diario Oficial de la Federación*, pp. 78-78.
- Soberón, J. & Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7, 480-488.
- Thiers, B. (2017). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff [Base de datos]. Recuperado de <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Toledo-Aceves, T., Hernández-Apolinar, M., & Valverde, T. (2014). Potential impact of harvesting on the population dynamics of two epiphytic bromeliads. *Acta Oecológica*, 59, 52-61.
- Torres Colín, R., Lorence, D. H., Ramírez de Anda, M. P., & Villa Arce, R. E. (2009). *Listados florísticos de México. XXV. Flora de la Sierra de Juárez, Oaxaca: Distrito de Ixtlán y áreas adyacentes (Sierra norte de Oaxaca).* México: Universidad Autónoma de México.
- Tropicos. (2016). Missouri Botanical Garden [Base de datos]. Recuperado de <http://www.tropicos.org>
- Valencia-A., S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.
- Vergara-Rodríguez, D., Mathieu, G., Samain, M. S., Armenta-Montero, S., & Krömer, T. (2017). Diversity, distribution, and conservation status of *Peperomia* (Piperaceae) in the State of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-28.
- Villaseñor, J. L. & Ortiz, E. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 134-142.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 559-902.
- Vovides, A. P., Luna, V., & Medina, G. (1997). Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Botanica Mexicana*, 39, 1-42.
- Wolf, J. H. D. (2005). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 212, 376-393.
- Wolf, J. H. D. & Flamenco-Sandoval, A. (2003). Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography*, 30, 1689-1707.
- Wolf, J. H. D. & Flamenco-Sandoval, A. (2005). Distribución y riqueza de epífitas de Chiapas. En M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial, & L. Ruíz-Montoya (Eds.), *Diversidad biológica en Chiapas* (pp. 127-162). México, D. F.: El Colegio de la Frontera Sur, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, y Plaza y Valdés editores.
- Zotz, G. (2016). *Plants on Plants – The Biology of Vascular Epiphytes.* Suiza: Springer.