

Diversidad alfa de líquenes en forofitos en un fragmento de selva baja caducifolia de la región mixteca del estado de Oaxaca, México

Alpha diversity of lichens in phorophytes from a fragment of seasonally dry forest of Oaxaca, Mexico

Luis Enrique Hernández-Alberdin, Rosa Emilia Pérez-Pérez

Laboratorio de Liquenología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ciudad Universitaria, Edificio 1 BIO 1, C.P. 72570, Puebla, Puebla, México.

RESUMEN

Antecedentes: En Oaxaca, los estudios sobre líquenes se han llevado a cabo en bosques templados. La selva baja caducifolia alberga una alta diversidad líquénica.

Objetivo: Conocer la riqueza y composición de líquenes en forofitos de la selva baja caducifolia en la región mixteca de Oaxaca.

Métodos: Se recolectaron líquenes cortícolas en diferentes forofitos. Para la identificación de los líquenes, se siguieron los protocolos establecidos.

Resultados y conclusiones: Se identificaron 11 especies de forofitos y 47 especies de líquenes cortícolas: 39 especies fueron líquenes foliosos, 6 costrosos y 2 fruticosos. El forofito con mayor riqueza fue el cactus (21 spp.) y el de menor, *Ipomoea* (2 spp.). Dominaron los líquenes foliosos vs. costrosos, debido a que algunos géneros son más tolerantes a la sequía y a su alta necesidad de luz. Se confirma que la selva baja caducifolia presenta una interesante diversidad alfa de líquenes e importantes para su conservación.

Palabras clave: cortícolas, hongos liquenizados, riqueza, selva seca

ABSTRACT

Background: In Oaxaca, lichen studies have been carried out in temperate forests. Tropical dry forest hosts a high diversity of lichens.

Objective: To assess the richness and composition of lichens on phorophytes in the tropical dry forest of the Mixteca region of Oaxaca.

Methods: Corticolous lichens were collected on different phorophytes. Established protocols were followed to identify the lichens.

Results and conclusions: Eleven phorophyte species and 47 corticolous lichen species were identified: 39 were foliose lichens, 6 crustose, and 2 fruticose. The phorophyte with the highest lichen richness was the cactus (21 spp.), and the lowest was *Ipomoea* (2 spp.). Foliose lichens dominated vs. crustose, due to some genera being more drought-tolerant and their higher requirement for light. It has been confirmed that the tropical dry forest exhibits an interesting alpha diversity of lichens that is worth conserving.

Keywords: Corticolous, lichenized fungi, richness, tropical dry forest

ARTICLE HISTORY

Received: 03/03/2025
Accepted: 22/10/2025
On line: 23/10/2025

CORRESPONDING AUTHOR

✉ Rosa Emilia Pérez-Pérez, e-mail: emilia.perez@correo.buap.mx
Orcid: 0000-0001-5874-2849

En México, la selva baja caducifolia (SBC) (Miranda y Hernández 1963) ocupa el 3.38 % (6,649,200 ha) del territorio nacional (INEGI 2005); mientras que en la región Mixteca del distrito de Huajuapam, representa el 21.66 % (71,014.53 ha) de su superficie forestal (SEMARNAT-CONAFOR 2014). Los principales factores climáticos que definen la distribución geográfica de la SBC es la temperatura media anual de 18 a 28 °C y la estacionalidad, la cual divide al año en dos estaciones bien marcadas, la lluviosa y la seca (Rzedowski 1978, Trejo 1999), lo que provoca un contraste enorme en la fisonomía de la vegetación entre las dos estaciones (Rzedowski 1978, Pennington y Sarukhán 2005), resultando en un ecosistema con una amplia diversidad florística y un alto número de especies endémicas (Rzedowski 1991, Ceballos et al. 2010); sin embargo, en los últimos años, la SBC ha sufrido una alta tasa de deforestación anual por el cambio de uso de suelo, principalmente para fines agrícolas y ganaderas (Trejo y Dirzo 2000, Burgos y Maass 2004, Gordillo et al. 2020), teniendo como consecuencia la extirpación de muchas especies, incluso antes de ser estudiadas, como es el caso de los hongos liquenizados.

Se considera que la mayor diversidad de líquenes puede encontrarse en los trópicos, en donde las selvas tropicales son las que albergan la mayor riqueza de especies (Lücking et al. 2009). No obstante, son pocos los trabajos enfocados a los bosques tropicales secos (Rincón-Espitia et al. 2011, Benítez et al. 2019). En México y en Oaxaca la mayor riqueza de líquenes reportada es para los bosques templados de coníferas y de encinos (Pérez-Pérez y Herrera-Campos 2004, Pérez-Pérez et al. 2011, Herrera-Campos et al. 2014, León-González y Pérez-Pérez 2020).

La mayoría de dichos estudios se refieren a los líquenes cortícolas (Herrera-Campos et al. 2014) y a sus forofitos (Córdova-Chávez et al. 2016, Pérez-Pérez et al. 2015, Castillo-Campos et al. 2019). La SBC donde más se ha estudiado la riqueza liquénica es la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBCC), con aproximadamente 321 especies de hongos liquenizados, pertenecientes a 94 géneros, 123 nuevos registros para México, 27 especies nuevas para la ciencia y un nuevo registro a nivel de orden para Norteamérica (Miranda-González 2012, Herrera-Campos et al. 2017).

A pesar de los pocos estudios llevados a cabo en México sobre la biota liquénica presente en selvas secas,

los resultados indican que albergan una alta diversidad (Miranda-González 2012, Bárcenas-Peña et al. 2014, Herrera-Campos et al. 2017, 2019), sobre todo de líquenes costrosos, los cuales pueden representar hasta el 61 % de la biomasa foliar (Miranda-González y McCune 2020). Por lo que es interesante conocer la diversidad alfa de hongos liquenizados en los forofitos de la SBC del cerro La Cruz, en la región mixteca de Oaxaca, México.

Este estudio se desarrolló en un fragmento de SBC ubicado en el cerro La Cruz, en la comunidad de El Huamúchil, municipio de Santiago Huajolotitlán, distrito de Huajuapam, Oaxaca, a 17°44' - 17°54' de LN y 97°37' - 97°45' de LO; con un intervalo de altitud de 1600 a 2500 m s.n.m.; presenta una temperatura promedio anual de 16 a 22 °C y la precipitación media anual entre 700 y 800 mm (INEGI 2010). Se hizo un muestreo oportunista de líquenes en los forofitos presentes en dicho fragmento de SBC, el cual presenta zonas de cultivo abandonadas, evidencia de asentamientos humanos antiguos y recientemente, de pastoreo de algunos rumiantes. Entre los forofitos se encuentran el cacaloxuchitl (*Plumeria rubra* L.), caahuatl (*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.), huizache (*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.), jiotillo (*Escontria chiotilla* (F.A.C.Weber) Rose), mezquite (*Prosopis* sp. L.), nanches (*Malpighia* spp. L.), nopales (*Opuntia* sp. Mill.), copales (*Bursera* spp. Jacq. ex L) y cuajotes (*Bursera* spp. Jacq. ex L) (Ceballos et al. 2010, CONABIO 2022), siendo estos dos últimos los más comunes. El material liquénico fue identificado siguiendo las claves especializadas (Nash III et al. 2002, Michlig 2014, Brodo 2016, Herrera-Campos et al. 2016), se hicieron pruebas microquímicas con KOH (hidróxido de potasio al 10 %), C (hipoclorito de sodio) y KC; cuando lo requirió la clave se aplicó la prueba de tinción con PD (parafenilendiamina), y se observaron bajo la lámpara UV de 365 nm. Para los líquenes costrosos, se aplicó I (Yodo) en el corte del ascoma para saber si el himenio era amiloide (I+) o no amiloide (I-) (Brodo et al. 2001).

Considerando que la diversidad alfa hace referencia a la diversidad o riqueza en una zona de muestreo particular, una comunidad, hábitat o ecosistema (Whittaker 1972); se tiene que, en el fragmento de SBC estudiado, la riqueza de líquenes en las 11 especies de forofitos fue de 47 especies (39 foliosos, 6 costrosos y 2 fruticosos), las cuales pertenecen a nue-

ve familias y 25 géneros. Todos los especímenes se encuentran depositados en el Herbario de Líquenes -HUAPLI- de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP. Los resultados mostraron que el forofito que presentó mayor riqueza fue el jiotillo con 21 especies, seguido del copal rojo (20 spp.) y cuajote amarillo (19); por otro lado, el nopal (3 spp.) y el cazahuate (2 spp.) fueron los forofitos con menor riqueza (Tabla 1. Ver el archivo Material Suplementario).

El haber encontrado la mayor riqueza de líquenes en un cactus (Jiotillo; *Escontria chiotilla*, Cactaceae) (Figura 1 A), puede deberse a que en las cactáceas columnares se pueden generar flujos del aire a diferentes velocidades, lo que provoca que se formen zonas con una mayor disposición del recurso hídrico (Stanton 2015); esto aunado a que, se reconoce que las espinas en las cactáceas actúan como un centro de condensación de agua de la atmósfera, lo que permite el establecimiento de los líquenes en este forofito (Rundel 1978). Por otro lado, en algunas especies de *Bursera* (Burseraceae) (Figura 1 B, G-M), que se caracterizan por presentar una corteza exfoliante, con apariencia de papel que se va desprendiendo de sus troncos (Rico 2021), se observó que los líquenes se encontraban generalmente en espacios lignificados, que se formaron aparentemente por daños en la cor-

teza o bien por cicatrices de la edad; aunque autores como Miranda-González y McCune (2020) consideran que algunas especies de *Bursera* presentes en la RBCC solo presentan líquenes en su etapa juvenil; sin embargo, el establecimiento de los líquenes en estos forofitos probablemente se deba a que en algunas partes lignificadas del tronco se tienen las condiciones para que las estructuras de fijación (ricinas), eviten que la corteza exfoliante del forofito se caiga y así los líquenes puedan continuar desarrollándose; lo cual se ha visto que puede ocurrir ocasionalmente en forofitos de *Arbutus xalapensis* como consta en los registros de la base de datos del Herbario de Líquenes (HUAPLI).

Otros forofitos representativos de las SBC, son el caloxuchitl (*Plumeria rubra*, Apocynaceae; Figura 1 D-E) y el cazahuate (*Ipomoea murucoides*, Convolvulaceae); sin embargo, la riqueza de líquenes en estos fue baja (10 y 2 especies respectivamente); esto puede deberse a que son plantas con follajes más abiertos y cortezas lisas, a diferencia de otros forofitos como el mezquite que tienen la corteza rugosa y un follaje más cerrado.



Figura 1. Ejemplos de algunos de los principales forofitos del cerro La Cruz y sus líquenes cortícolas. A: *Escontria chiotilla*. B: *Bursera* sp. 1. C: *Malpighia* sp. D: *Leptogium austroamericanum* sobre *Plumeria rubra*. E: *Pertusaria* sp. y *Bulbothrix* sp. 1 sobre *Plumeria rubra*. F: *Leptogium chloromelum* sobre *Ipomoea murucoides*. G: *Caloplaca* sp. y *Leptogium chloromelum* sobre *Bursera* sp. 1. H: *Flavopunctelia flaventior* sobre *Bursera* sp. 1. I: *Punctelia perreticulata* sobre *Bursera* sp. 2. J: *Hypotrachyna* sp. sobre *Bursera* sp. 2. K: *Heterodermia tropica* sobre *Bursera* sp. 2. L: *Parmotrema tinctorum* sobre *Bursera* sp. 3. M: *Flavopunctelia flaventior* sobre *Bursera* sp. 3. N: *Heterodermia* cf. *comosa* y *Usnea* sp. sobre *Vachellia farnesiana*. O: *Parmotrema austrosinense* sobre *Escontria chiotilla*.

Algunos autores consideran que la presencia o ausencia de líquenes cortícolas puede estar influenciada por las características que presentan los forofitos tales como la edad, la talla, la arquitectura del dosel, la capacidad de retención de agua, el pH, así como la estructura de la corteza (Pérez-Pérez et al. 2008, Nascimbene et al. 2008, González-Montelongo y Pérez-Vargas 2022, Rincón-Murillo et al. 2024). En el caso de los líquenes costrosos, los dos factores ambientales que pueden definir su presencia son las características de la corteza de los forofitos y el microclima (Cáceres et al. 2007). Sin embargo, aunque son capaces de colonizar ambientes extremos, tienen una baja tasa de crecimiento relativo (Armstrong y Bradwell 2009). Los líquenes foliosos y fruticosos presentan diásporas de reproducción vegetativa como los isidios, soredios y fragmentos del talo, y una mayor tasa de crecimiento relativa que los líquenes costrosos (Armstrong y Bradwell 2011).

Algunos géneros de líquenes foliosos que se distribuyen en la SBC son *Bulbothrix*, *Flavopunctelia*, *Parmotrema*, *Punctelia* y *Xanthoparmelia* (Herrera-Campos et al. 2016), lo cual coincide con Gunawardene y Wijeyaratne (2020) quienes indican que a altas elevaciones (>500 m), el microclima es caliente y seco y los árboles reciben más luz, lo cual favorece la presencia de especies fotófitas con fotobiontes trebouxioides tales como *Heterodermia*, *Bulbothrix*, *Parmotrema* y *Usnea*, géneros conocidos por su tolerancia a la sequía y su alta necesidad de luz, y que estuvieron presentes en este estudio.

La presencia de líquenes cortícolas puede estar determinada también por efectos estocásticos debido a la capacidad de dispersión de las especies, la tasa de crecimiento, la diversidad de especies de forofitos, la densidad arbórea, la heterogeneidad del hábitat y la presión antropogénica (Cáceres et al. 2007, Benítez et al. 2019, Miranda-González y McCune 2020, España-Puccini et al. 2024). De aquí la importancia de este estudio, ya que la diversidad alfa de líquenes presentes en los diferentes forofitos de la SBC muestra la importancia de tener acciones que permitan proteger y restaurar sitios fragmentados para mantener a la comunidad líquénica.

LITERATURA CITADA

- Armstrong R, Bradwell T. 2009. Growth of crustose lichens: a review. *Geographical Annals* 92A(1), 1-15.
- Armstrong RA, Bradwell T. 2011. Growth of foliose lichens: a review. *Symbiosis* 53, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s13199-011-0108-4>
- Bárceñas-Peña A, Lücking R, Miranda-González R, Herrera-Campos MA. 2014. Three new species of *Graphis* (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae) from Mexico, with updates to taxonomic key entries for 41 species described between 2009 and 2013. *The Lichenologist* 46, 69-82. <https://doi.org/10.1017/S0024282913000637>
- Benítez Á, Aragón G, Prieto M. 2019. Lichen diversity on tree trunks in tropical dry forests is highly influenced by host tree traits. *Biodiversity and Conservation* 28(11), 2909-2929. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01805-9>
- Brodo IM, Sharnoff SD, Sharnoff S. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven & London.
- Brodo IM. 2016. *Keys to lichens of North America: Revised and expanded*. Yale University Press, New Haven & London.
- Burgos A, Maass JM. 2004. Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of Western Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 104(3), 475-481. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.038>
- Cáceres MES, Lücking R, Rambold G. 2007. Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rain forest of Northeastern Brazil. *Mycological Progress* 6, 117-136. <https://doi.org/10.1007/s11557-007-0532-2>
- Castillo-Campos G, Pérez-Pérez RE, Córdova-Chávez O, García-Franco JG, Cáceres M. 2019. Vertical distribution of epiphytic lichens on *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. in a remnant of cloud forest in the state of Veracruz, México. *Nordic Journal of Botany* 37(12), 1-11. <https://doi.org/10.1111/njb.02459>
- Ceballos G, Martínez AL, García E, Creel JB, Dirzo R. 2010. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. Fondo de Cultura Económica, CONABIO, CONANP. México, D.F.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2022. *Selvas secas*. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>
- Córdova-Chávez O, Castillo-Campos G, Pérez-Pérez RE, García-Franco JG, Cáceres MES. 2016. Alpha diversity of lichens associated with *Quercus laurina* in a mountain cloud forest at Cofre de Perote eastern slope (La Cortadura), Veracruz, Mexico. *Cryptogamie, Mycologie* 37(2), 193-204. <https://doi.org/10.7872/crym/v37.iss2.2016.193>

- España-Puccini P, Gómez JP, Muñoz-Acevedo A, Posada-Echeverría D, Martínez-Habibe MC. 2024. Analysis of the diversity of corticolous lichens associated with tree trunks in the understories of four tropical dry forests of the Atlántico Department in Colombia. *Forest* 15(11), 2000. <https://doi.org/10.3390/f15112000>
- González-Montelongo C, Pérez-Vargas I. 2022. Together apart: Evaluating lichen-phrophyte specificity in the Canarian Laurel Forest. *Journal of Fungi* 8, 1031. <https://doi.org/10.3390/jof8101031>
- Gordillo Ruiz MC, Pérez Farrera MÁ, Castillo Santiago MÁ. 2020. Estructura y composición arbórea del bosque tropical caducifolio secundario en la Depresión Central, Chiapas, México. *Madera y Bosques* 26(3), 1-15. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632055>
- Gunawardene KW, Wijeyaratne SC. 2020. Species diversity and altitudinal preferences of lichens on selected substrata in Ritigala Strict Natural Reserve. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 48(1), 49-56. <https://doi.org/10.4038/jnsfsv48i1.9933>
- Herrera-Campos MA, Lücking R, Pérez-Pérez RE, Miranda-González R, Sánchez N, Barcenás-Peña A, Carriozos A, Zambrano A, Ryan D, Nash III TH. 2014. Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, S82-S99. <https://doi.org/10.7550/rmb.37003>
- Herrera-Campos MA, Pérez-Pérez RE, Nash III TH. 2016. Lichens of Mexico: The Parmeliaceae- Key, distribution and specimen descriptions. *Bibliotheca Lichenologica* J Cramer, Stuttgart.
- Herrera-Campos MA, Miranda-González R, Lücking R, Sánchez-Téllez N, Barcenás-Peña A. 2017. Inventario y base de datos de los líquenes de la selva seca de Jalisco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JF157. Ciudad de México.
- Herrera-Campos MA, Barcenás-Peña A, Miranda-González R, Altamirano Mejía M, Bautista González JA, Martínez Colín P, Sánchez Téllez N, Lücking R. 2019. New lichenized Arthoniales and Ostropales from Mexican seasonally dry tropical forest. *The Bryologist* 122(1), 62-83. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-122.1.062>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación: escala 1:250 000. Serie III (continuo nacional). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010, Santiago Huajolotitlán, Oaxaca.
- León-González D, Pérez-Pérez RE. 2020. Líquenes epífitos en *Juniperus flaccida* (Cupressaceae) – componente importante de los bosques templados de Oaxaca, México. *Acta Biológica Colombiana* 25(2), 235-245. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.77238>
- Lücking R, Rivas Plata E, Chaves JL, Umaña L, Sipman HJM. 2009. How many tropical lichens are there ... really?. *Bibliotheca Lichenologica* 100, 399-418.
- Michlig, A. 2014. *Canoparmelia* y *Crespoa* (Parmeliaceae, Ascomycota) en el nordeste de Argentina: *Canoparmelia caroliniana* y *C. cryptochlorophaea* nuevas citas para Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49(2), 161-172.
- Miranda-González R. 2012. Líquenes costrosos de la Estación de Biología Chamela: Un análisis de diversidad y composición de especies en diferentes microhábitats. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Miranda-González R, McCune B. 2020. The weight of the crust: Biomass of crustose lichens in tropical dry forest represents more than half of foliar biomass. *Biotropica* 52(6), 1298-1308. <https://doi.org/10.1111/btp.12837>
- Miranda F, Hernández XE. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28, 29-179.
- Nascimbene J, Marini L, Nimis PL. 2008. Epiphytic lichens in a riparian natural reserve of Northern Italy: species richness, composition and conservation. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 142(1), 94-98. <https://doi.org/10.1080/11263500701872556>
- Nash III TH, Ryan D, Gries C, Bungartz F. 2002. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol. 1. Arizona State University, Tempe, Arizona.
- Pennington TD, Sarukhán J. 2005. Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies. UNAM, FCE, México D.F.
- Pérez-Pérez RE, Herrera-Campos MA. 2004. Macrolíquenes de los bosques de la Sierra de Juárez. In: García-Mendoza A, Ordóñez MJ, Briones MA (eds.). Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza- World Wildlife Fund (WWF), México D.F. Pp. 327-332.
- Pérez-Pérez RE, Miramontes-Rojas N, Aguilar-Rosales J, Quiroz-Castelán H. 2008. Macrolíquenes cortícolas en dos especies de coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala. *Acta Universitaria* 18(2), 33-39.
- Pérez-Pérez RE, Quiroz Castelán H, Herrera-Campos MA, García Barrios R. 2011. Scale-dependent effects of management on the richness and composition of corticolous macrolichens in pine-oak forests of Sierra de Juárez, Oaxaca, Mexico. In: Bates ST, Bungartz F, Lücking R, Herrera-Campos MA, Zambrano A. (eds.). Biomonitoring, ecology, and systematics of lichens, *Festschrift Thomas H. Nash III*. *Bibliotheca Lichenologica* 106. J Cramer. Stuttgart. Pp. 243-258.

- Pérez-Pérez RE, Castillo-Campos G, Cáceres MES. 2015. Diversity of corticolous lichens in cloud forest remnants in La Cortadura, Coatepec, Veracruz, Mexico in relation to phorophytes and habitat fragmentation. *Cryptogamie, Mycologie* 36(1), 79-92. <https://doi.org/10.7872/crym.v36.iss1.2015.79>
- Rincón-Espitia A, Aguirre-C J, Lücking R. 2011. Líquenes corticícolas en el Caribe Colombiano. *Caldasia* 33(2), 331-347.
- Rico Y. 2021. Cuajotes y copales: Árboles sagrados del México antiguo, claves para el bienestar social y ambiental. *Ciencia y Sociedad. Universidad Autónoma de Nuevo León* 24, 8-13.
- Rincón-Murillo D, Simijaca D, Esquivel H, Lücking R, Moncada B. 2024. Diversity and phorophyte preferences of lichens in the Cerro Machín volcano cloud forest (Tolima, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 48(189), 831-851. <https://doi.org/10.18257/racce-fyn.2638>
- Rundel PW. 1978. Ecological relationships of desert fog zone lichens. *The Bryologist* 81(2), 277-293.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México D. F., México.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14(14), 3-21. <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- SEMARNAT-CONAFOR (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal). 2014. *Inventario estatal forestal y de suelos-Oaxaca 2013*. Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales - Comisión Nacional Forestal.
- Stanton DE. 2015. Small scale fog-gradients change epiphytic lichen shape and distribution. *The Bryologist* 118(3), 241-244. <https://doi.org/10.1639/0007-2745-118.3.241>
- Trejo Vázquez I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas* 39, 40-52. <https://doi.org/10.14350/rig.59082>
- Trejo I, Dirzo R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94(2), 133-142. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00188-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00188-3)
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21(2-3), 213-251. <https://doi.org/10.2307/1218190>