

LÍQUENES EPÍFITOS EN *Juniperus flaccida* Schldl. (Cupressaceae) – COMPONENTE IMPORTANTE DE LOS BOSQUES TEMPLADOS DE OAXACA, MÉXICO

Epiphytic lichens on *Juniperus flaccida* Schldl. (Cupressaceae) – important component of the temperate forest from Oaxaca, Mexico

Daniela LEÓN-GONZÁLEZ¹ y Rosa Emilia PÉREZ-PÉREZ^{1*}

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edificio 1 BIO 1, Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio, Ciudad Universitaria, Col. Jardines de San Manuel, C.P. 72570, Puebla, México

*For correspondence: emilia.perez@correo.buap.mx

Received: 14th January 2019, Returned for revision: 27th February 2019, Accepted: 31st March 2019.

Associate Editor: Francisco José Martínez Pérez.

Citation/Citar este artículo como: León-González D, Pérez-Pérez RE. Líquenes epífitos en *Juniperus flaccida* Schldl. (Cupressaceae) – componente importante de los bosques templados de Oaxaca, México. Acta biol. Colomb. 2020;25(2):235-245. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.77238>

RESUMEN

Se presenta el estudio de la comunidad de líquenes epífitos de *Juniperus flaccida*, especie endémica de México. Se analiza la influencia del Diámetro Altura Pecho en la riqueza de la comunidad líquénica. Los forofitos seleccionados se clasificaron en siete clases diamétricas. Se comparan las clases diamétricas con la riqueza de líquenes aplicando la prueba de Mann-Whitney U-test. Se utilizó la composición de especies para clasificar a las clases diamétricas con el análisis de conglomerados de doble vía. Se determinó la diversidad alfa, beta y gamma. Se registran 49 especies de hongos liquenizados alrededor de *J. flaccida* y 65 líquenes epífitos; de estos, 59 fueron nuevos registros asociados a *J. flaccida*. Se reportan seis nuevos registros para Oaxaca (*Caloplaca ferruginea*, *Dermatocarpon americanum*, *Lecanora albella*, *Lecanora helva*, *Ochrolechia mexicana* y *Parmotrema neotropicum*) y tres nuevos registros para México (*Diploschistes scruposus*, *Traponora varians* y *Chaenotheca trichialis*). No obstante a que *J. flaccida* se encuentra en parches entre los bosques de pino, encino y pino-encino, es un forofito que ha permitido el mantenimiento de la comunidad líquénica a pesar de la fragmentación de los bosques.

Palabras clave: Comunidad líquénica, DAP, índices de diversidad.

ABSTRACT

The study of the epiphytic lichen community on *Juniperus flaccida*, an endemic species from Mexico, is investigated. We analyzed the influence of diameter at breast height (DBH) in the lichen community richness. Phorophytes selected was classify in seven diametric classes. The Mann-Whitney U-test was used to compare the diametric classes with the lichen richness. Species composition were using to classified the diametric classes with the Two Way Cluster Analysis. We calculated the alfa, beta and, gamma diversity. Forty-nine species were collected around to *J. flaccida*. A total of 65 species of corticolous lichens were collected on *J. flaccida*. 59 were new records to *J. flaccida*, while six are new records for Oaxaca (*Caloplaca ferruginea*, *Dermatocarpon americanum*, *Lecanora albella*, *Lecanora helva*, *Ochrolechia mexicana* y *Parmotrema neotropicum*) and, three are new records to Mexico (*Diploschistes scruposus*, *Traponora varians* y *Chaenotheca trichialis*). Nevertheless that *J. flaccida* is found in patches immersed in the pine, oak and pine-oak forest, it is a phorophyte that has allowed the maintenance of the lichen community spite of the fragmentation of the forest.

Keywords: DBH, diversity index, lichen community.

INTRODUCCIÓN

Juniperus flaccida Schltdl. es una especie endémica de México, pertenece a la familia Cupressaceae sección Sabina, árbol de 5 a 15 (20) m de alto, tronco de 30 a 70 (100) cm de diámetro, corteza rasgada longitudinalmente, con fibras largas que se entrelazan, de color café claro a rojizo. Se encuentra distribuido en pequeños manchones entre los bosques templados de pino y encino, o bien formando parches en zonas perturbadas por la tala en la Mixteca Alta del estado de Oaxaca (García *et al.*, 1994; Zamudio y Carranza, 1994; Ayerde *et al.*, 2002; Fonseca, 2006).

El estado de Oaxaca es uno de los estados más biodiversos de México (García *et al.*, 2004), y los líquenes son un componente importante de esta diversidad (Herrera *et al.*, 2014). Para el estado, se ha documentado la riqueza de líquenes foliícolas (Herrera y Lücking, 2003; Herrera *et al.*, 2004; 2005) y cortícolas (Pérez y Herrera, 2004), y se han hecho estudios sobre el impacto del manejo forestal en la riqueza de macrolíquenes cortícolas (Pérez *et al.*, 2011), así como estudios taxonómicos (Herrera *et al.*, 2016). La mayoría de estos trabajos se han llevado a cabo principalmente en los bosques de pino y encino (Herrera *et al.*, 2014).

Los estudios en los que se hace referencia al género *Juniperus* se han desarrollado en países europeos. Los autores mencionan que la importancia del estudio de la flora líquénica asociada al género *Juniperus* radica en que son árboles resistentes, relictos de ecosistemas antiguos e incluso en algunos países ciertas especies son consideradas como vulnerables; no obstante han sido muy poco estudiados (Crespo y Vezda, 1985; Monsó, 1991; Gallego y Díaz, 1997; Christensen, 2000; Fos, 2000; Zedda y Sipman,

2001; Aragón *et al.*, 2004; Cataldo y Minissale, 2015; Jüriado *et al.*, 2015). En México se tienen pocos registros en *Juniperus* en bosques templados (Herrera *et al.*, 2016). Los estudios llevados a cabo en otras latitudes indican que el género *Juniperus* alberga una gran riqueza líquénica, por lo que se espera que en *J. flaccida* la situación sea similar. De ahí el interés en documentar a la comunidad de líquenes epífitos asociados a *Juniperus flaccida* y analizar si la riqueza que presenta está influenciada por el diámetro altura pecho (DAP) de los forofitos seleccionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los muestreos se realizaron en la comunidad de San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México (Fig. 1), la cual tiene una superficie de 91,44 km² (corresponde al 0,1 % del estado). Se encuentra entre las coordenadas 17°27' N y 97°27' W, a una altitud que varía de 2200 a 3200 m.s.n.m. Posee un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de entre 12 °C a 18 °C y una precipitación de 800 a 1000 mm anuales. La localidad pertenece a la Provincia Sierra Madre del Sur y a las subprovincias Sierras Centrales de Oaxaca y Mixteca Alta. El tipo de vegetación corresponde a bosques de *Pinus*, *Quercus* y *Pinus-Quercus* (Torres, 2004; INEGI, 2010).

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN DE LÍQUENES

Se realizaron cuatro salidas de campo, entre noviembre de 2017 a marzo de 2018. Durante el recorrido de la primer

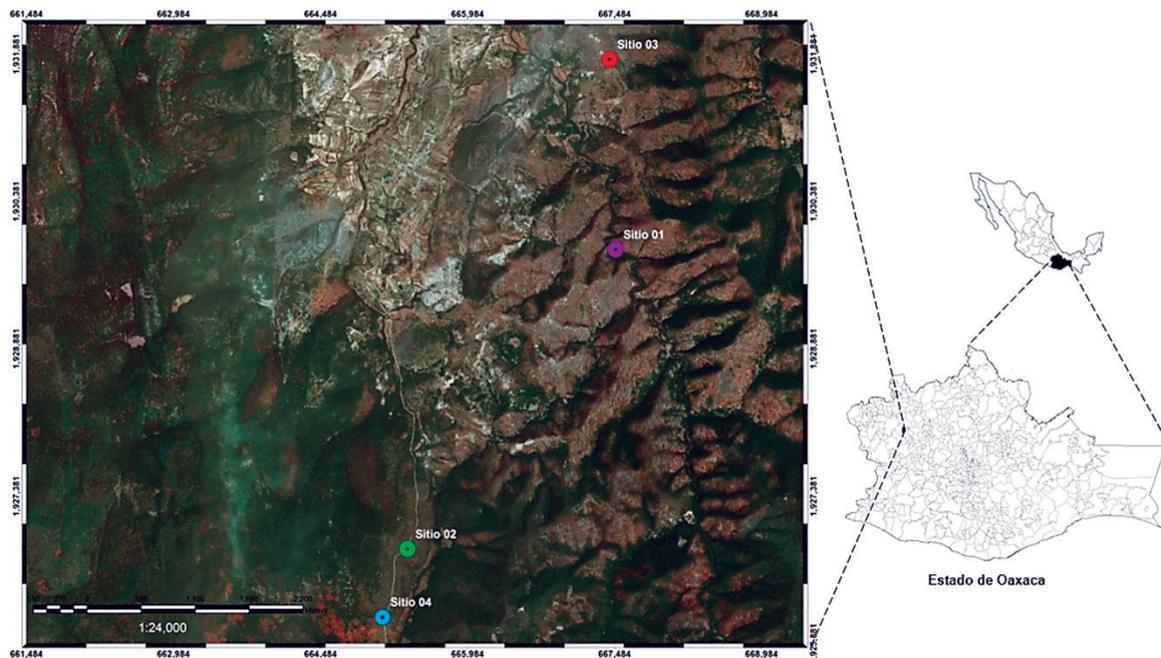


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio y sitios de muestreo

salida y debido a lo accidentado del terreno, solo fue posible muestrear en 11 forofitos de *J. flaccida*. Se seleccionó el mismo número de individuos en el resto de los sitios para tener el mismo tamaño de muestra ($n = 44$). Los forofitos quedaron dispuestos en cuatro transectos que tuvieron en promedio 1,7 km de longitud. Los forofitos se seleccionaron considerando la abundante presencia de líquenes. Se hizo un muestreo oportunista a lo largo del tronco y en las ramas bajas (Sipman, 1996). Posteriormente, a cada forofito se le midió el diámetro altura pecho (DAP). Para complementar la recolecta de la comunidad líquénica presente en los manchones de bosque de *J. flaccida*, se tomaron muestras de líquenes edafícolas, saxícolas y en las ramas caídas alrededor del forofito seleccionado (Cataldo y Minissale, 2015). Las muestras se identificaron utilizando la literatura especializada, para lo cual se hizo la revisión detallada de los caracteres morfológicos y anatómicos, se hicieron pruebas de tinción (hidróxido de potasio al 10 % (KOH), hipoclorito de sodio (NaOCl) y p-felilendiamina (P)), y se observaron bajo la lámpara de luz ultravioleta de onda larga (UV 365 nm). Es importante mencionar que los talos muy pequeños o sin estructuras se identificaron a nivel de género (Sipman, 2005; Cáceres, 2007; Mongkolsuk *et al.*, 2015; Brodo, 2016; Herrera *et al.*, 2016). Las muestras recolectadas están depositadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Análisis de datos

Para agrupar y ordenar los valores de DAP de los 44 forofitos en intervalos de clases diamétricas, se aplicó la regla de Sturges, cuya expresión es $K = 1 + 3,3 \log n$; donde K es el número de intervalos; n es el número de datos, \log es el logaritmo en base 10 (Céspedes *et al.*, 2011). Una vez obtenidas las clases, se comparó la riqueza de especies de hongos liquenizados entre las clases diamétricas, para lo cual se utilizó la prueba de Mann-Whitney U-test (Prinzing, 1999). La riqueza de especies se estimó con la prueba no paramétrica de Jackknife de primer orden (Neitlich y McCune, 1997; McCune y Grace, 2002; Córdova *et al.*, 2016). La diversidad alfa se calculó como la riqueza de especies para cada clase; la diversidad gamma fue el número total de especies presentes en el conjunto de individuos de *J. flaccida* muestreados. Para analizar la diversidad de la comunidad líquénica se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Watteijne y Pérez-Quintero, 2009; Jost, 2010; Pérez *et al.*, 2015); para conocer la disimilitud entre los grupos se aplicó el índice de diversidad beta de Whittaker (B_w); dependiendo de los resultados la diversidad se considera baja si $B_w < uno$, moderada si $B_w < cinco$ y alta si $B_w > cinco$ (McCune y Grace, 2002). Para conocer la similitud entre las clases diamétricas de acuerdo a la composición de especies, se utilizó el análisis de conglomerados de doble vía, el cual combina las unidades de muestreo (clases diamétricas) y la presencia/ausencia de líquenes dentro de un solo

diagrama; los rangos de similaridad entre los grupos va de 0 (disimilares) al 100 % (totalmente similares), teniendo como método de clasificación el coeficiente relativo de disimilitud de Sorensen; se utilizó un Beta flexible de -0,25 como algoritmo de agrupamiento (McCune y Grace, 2002; Cáceres *et al.*, 2008; Peck, 2010). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con los programas PC-ORD 7,07® (McCune y Mefford, 2018) y STATISTICA 7® (StatSoft, 2004).

RESULTADOS

Los valores de DAP de los 44 forofitos de *J. flaccida* oscilaron entre 7,6 y 94,9 cm de diámetro. Después de aplicar la regla de Sturges se formaron siete clases diamétricas, de las cuales, las clases dos y tres fueron las que tuvieron mayor número de individuos (13 y diez respectivamente) así como la mayor riqueza líquénica (44 y 33 especies respectivamente) (Fig. 2). Las clases del cinco al siete fueron las que exhibieron el rango mayor de DAP; sin embargo, presentaron menos individuos y exhibieron menor riqueza de líquenes (Tabla 1). A pesar de estas diferencias que se observan en cuanto al DAP y la riqueza de líquenes, la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon U-test indicó que no existieron diferencias significativas en la riqueza de líquenes considerando las diferentes clases diamétricas ($U_{(6)} = 10,99$, $p = 0,089$, $n = 44$). En la Tabla 1 se puede observar que los valores más bajos del índice de diversidad de Shannon-Wiener correspondieron a las clases uno, cuatro y siete, que fueron las que presentaron menor número de forofitos; no obstante los valores que corresponden a la equitatividad para todas las clases fueron cercanos a uno, lo que indica que la mayoría de las especies presentes en las diferentes clases diamétricas de *J. flaccida* poseyeron una cantidad similar de individuos.

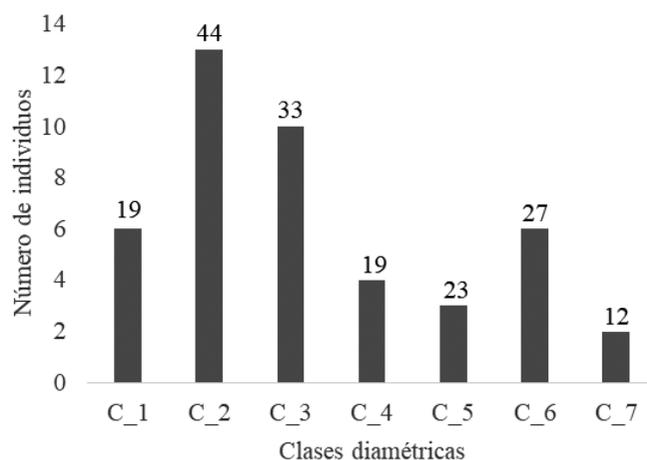


Figura 2. Número de individuos de *Juniperus flaccida* distribuidos en las diferentes clases diamétricas. Los números arriba de las barras indican el número de líquenes encontrados en cada clase.

Tabla 1. Clases diamétricas de los forofitos de *Juniperus flaccida* obtenidos después de aplicar la Regla de Sturges, en donde se indica el número de individuos, el promedio de DAP y los valores de diversidad de la comunidad líquénica presente.

Clases diamétricas	<i>Juniperus flaccida</i>			Líquenes			
	Número de Individuos	DAP Media (\pm Error estándar)	α	E	H	β_w	γ
1	6	11,9 (\pm 1,2)	19	0,99	2,9		
2	13	20,5 (\pm 0,6)	44	0,93	3,5		
3	10	28,5 (\pm 0,7)	33	0,96	3,4		
4	4	35,8 (\pm 1,3)	19	0,96	2,8	1,6	65
5	3	43,3 (\pm 1,4)	23	0,98	3,1		
6	6	52,0 (\pm 1,0)	27	0,98	3,2		
7	2	88,5 (\pm 6,4)	12	0,99	2,5		

α = riqueza de especies en cada grupo

E = Equitatividad H / \ln (Riqueza)

H = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

β_w = Índice de diversidad beta de Whittaker

γ = Diversidad gamma

Tabla 2. Flora líquénica presente en *Juniperus flaccida*, así como en todos los sustratos disponibles alrededor de los forofitos seleccionados en San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México. Los nombres en negritas corresponden a los nuevos registros para el estado (+) y para el país (++)

Familia	Género/especie	No. de colecta	<i>Juniperus flaccida</i>	Colecta complementaria	
Agaricomycetidae	<i>Cora guzmaniana</i> Moncada, R.-E. Pérez & Lücking	1323		RT	
Caliciaceae	<i>Buellia</i> sp.	5712; 5807	*	RT	
Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) Stein	5714; 5715	*	RT	
Catillariaceae	<i>Catillaria</i> cf. <i>nigroclavata</i> (Nyl.) J. Steiner	1461		RT	
Coenogoniaceae	<i>Coenogonium</i> sp.	5802		RT	
Cladoniaceae	<i>Cladonia didyma</i> (Fée) Vain.	5819		S	
	<i>Cladonia</i> cf. <i>chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Sprengel	5820		S	
	<i>Cladonia macilenta</i> Hoffm.	5821; 5822; 5823; 5824		S, RT	
	<i>Cladonia</i> cf. <i>subsquamosa</i> Krempelh.	5825; 5826; 5827		S, RT	
	<i>Cladonia carneola</i> (Fr.) Fr.	5828; 5829; 5830; 5831		S, RT	
	<i>Cladonia</i> cf. <i>squamosa</i> Hoffm.	5832; 5833; 5834		S	
	<i>Cladonia</i> sp.	5716; 5835; 5836; 5837; 5838; 5839		*	S, RT
	Collema sp.	5717; 5718			S
Collemataceae	<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.	5719; 5720; 5721		S, RT	
	<i>Chaenotheca trichialis</i> (Ach.) Th. Fr. ++	1478; 1479	*	RT	
Graphidaceae	<i>Diploschistes scruposus</i> (Schreber) Norman ++	1462		R	
Gyalectaceae	<i>Traponora varians</i> (Ach.) J. Kalb & Kalb ++	5818		RT	
Lecanoraceae	<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach. +	1465; 1466; 1470	*	RT	
	<i>Lecanora</i> cf. <i>miculata</i> Ach.	1472		RT	
	<i>Lecanora helva</i> Stizenb. +	1468	*	RT	

(Continúa)

Tabla 2. Flora líquénica presente en *Juniperus flaccida*, así como en todos los sustratos disponibles alrededor de los forofitos seleccionados en San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México. Los nombres en negritas corresponden a los nuevos registros para el estado (+) y para el país (++)

Familia	Género/especie	No. de colecta	<i>Juniperus flaccida</i>	Colecta complementaria
Lecanoraceae	<i>Lecanora</i> sp.	5727; 5806	*	RT
	<i>Lecidella</i> sp.	1464		RT
Lecideaceae	<i>Lecidea</i> s.l. sp.	1469a; 1469b		RT
Lobariaceae	<i>Crocodia aurata</i> (Ach.) Link,	1207; 1268; 1270; 1272; 1283; 1284; 1231; 1236; 1239; 1208; 1223; 1224; 1225; 1226; 1227; 1229		RT
	<i>Crocodia clathrata</i> (De Not.) Trevis.	1206		RT
	<i>Sticta</i> sp.	1293		RT
Ochrolechiaceae	<i>Ochrolechia mexicana</i> Vain. +	5728; 5729	*	RT
	<i>Ochrolechia</i> sp.	5730	*	RT
Parmeliaceae	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	5732; 5733	*	RT
	<i>Flavoparmelia</i> cf. <i>subcapitata</i> (Nyl. ex Hasse) Hale ex dePriest & B. Hale	5734	*	RT
	<i>Flavoparmelia leucoxantha</i> (Müll. Arg.) Hale ex dePriest & B.W. Hale	5735		RT
	<i>Flavoparmelia rutidota</i> (Hook. F. & Taylor) Hale	5817	*	RT
	<i>Flavoparmelia</i> sp. 1	5736	**	
	<i>Flavoparmelia</i> sp. 2	5737	*	RT
	<i>Flavopunctelia</i> cf. <i>borrerioides</i> Kurok.	5738	*	RT
	<i>Flavopunctelia darrowii</i> (J.W. Thomson) Hale	5739	*	RT
	<i>Flavopunctelia flaventior</i> (Stirton) Hale	5740	*	RT
	<i>Flavopunctelia praesignis</i> (Nyl.) Hale	5808	*	RT
	<i>Flavopunctelia soledica</i> (Nyl.) Hale	5741	*	RT
	<i>Flavopunctelia</i> sp.	5805	*	RT
	<i>Hypotrachyna revoluta</i> (Flörke) Hale	5742	**	
	<i>Hypotrachyna</i> sp. 1	5743	*	RT
	<i>Hypotrachyna</i> sp. 2	5744	**	
	<i>Parmotrema austrosinense</i> (Zahlbr.) Hale	5745; 5746; 5747; 5633; 5634	*	RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>conferendum</i> Hale	5809		RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>coralliforme</i> (Hale) Hale	5748; 5749; 5630		RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>despectum</i> Kurok.	5629; 5628		RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>dilatatum</i> (Vain.) Hale	5614	**	
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>eciliatum</i> (Nyl.) Hale	5750	**	
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>grayanum</i> (Hue) Hale	5598; 5599	**	
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>louisianae</i> (Hale) Hale	5810	**	
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>margaritatum</i> (Hue) Hale	5751	*	RT

(Continúa)

Tabla 2. Flora líquénica presente en *Juniperus flaccida*, así como en todos los sustratos disponibles alrededor de los forofitos seleccionados en San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México. Los nombres en negritas corresponden a los nuevos registros para el estado (+) y para el país (++).

Familia	Género/especie	No. de colecta	<i>Juniperus flaccida</i>	Colecta complementaria
Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> cf. <i>mesogenes</i> (Nyl.) Hale	5615; 5589	**	
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>muelleri</i> (Vain.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Elix & Lumbsch	5752; 5600	*	RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>rubifaciens</i> (Hale) Hale	5753; 5604; 5606	*	RT
	<i>Parmotrema</i> cf. <i>viridiflavum</i> (Hale) Hale	5754	*	RT
	<i>Parmotrema cooperi</i> (J. Steiner & Zahlbr.) Sérus	5811		RT
	<i>Parmotrema crinitum</i> (Ach.) M. Choisy	5812		RT
	<i>Parmotrema cristiferum</i> (Taylor) Hale	5813; 5603	*	RT
	<i>Parmotrema eurysacum</i> (Hue) Hale	5517; 5516; 5616	**	
	<i>Parmotrema hababianum</i> (Gyelnik) Hale	5627		RT
	<i>Parmotrema hypotropum</i> (Nyl.) Hale	5814		RT
	<i>Parmotrema moreliense</i> (B. de Lesd.) W.L. Culb. & C.F. Culb	5515; 5514		RT
	<i>Parmotrema neotropicum</i> Kurok. +	5625		RT
	<i>Parmotrema paramoreliense</i> W. Culb. & C. Culb.	5755; 5809; 5620	**	
	<i>Parmotrema perlatum</i> (Hudson) M. Choisy	5756; 5593	*	RT
	<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale	5815	*	RT
	<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	5816		RT
	<i>Parmotrema stuppeum</i> (Taylor) Hale	5759; 5621; 5622	*	RT
	<i>Parmotrema subrigidum</i> Egan	5615		RT
	<i>Parmotrema subsumptum</i> (Nyl.) Hale	5761		RT
	<i>Parmotrema xanthinum</i> (Müll. Arg.) Hale	5631		RT
	<i>Parmotrema</i> sp.	5757; 5758	*	RT
	<i>Polyblastidium hypoleucum</i> (Ach.) Kalb	5762; 5780	*	RT
	<i>Pseudevernia consocians</i> (Vain.) Hale & Culb.	5763	*	RT
	<i>Pseudevernia</i> sp.	5764	*	RT
	<i>Punctelia</i> cf. <i>caseana</i> Lendemmer & Hodk.	5765	*	RT
	<i>Punctelia</i> cf. <i>perreticulata</i> (Räsänen) G. Wilh. & Ladd	5766	*	RT
	<i>Punctelia</i> sp.	5767	*	RT
	<i>Remototrachyna costaricensis</i> (Nyl.) Divakar & A. Crespo	5686	**	
	<i>Usnea</i> sp. 1	5768	*	RT
	<i>Usnea</i> sp. 2	5769	*	RT
	<i>Usnea</i> sp. 3	5770	*	RT
	<i>Xanthoparmelia</i> sp.	5771		R
	Peltigeraceae	<i>Peltigera collina</i> (Ach.) Schrad.	5772; 5773	
<i>Peltigera</i> sp.		5774		S

(Continúa)

Tabla 2. Flora líquénica presente en *Juniperus flaccida*, así como en todos los sustratos disponibles alrededor de los forofitos seleccionados en San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México. Los nombres en negritas corresponden a los nuevos registros para el estado (+) y para el país (++)

Familia	Género/especie	No. de colecta	<i>Juniperus flaccida</i>	Colecta complementaria
Pertusariaceae	<i>Pertusaria aff. texana</i> Müll. Arg.	1474		RT
	<i>Pertusaria</i> sp.	5775; 5804	*	RT
Physciaceae	<i>Heterodermia cf. comosa</i> (Eschw.) Follm. & Redón	5776	*	RT
	<i>Leucodermia appalachensis</i> (Kurok.) Kalb	5777; 5778	*	RT
	<i>Leucodermia leucomelos</i> (L.) Kalb	5779	*	RT
	<i>Leucodermia</i> sp.	5781	*	RT
	<i>Phaeophyscia cf. orbicularis</i> (Necker) Moberg	5731		RT
	<i>Phaeophyscia cf. sonorae</i> Essl.	5782	*	RT
	<i>Physcia alba</i> (Fée) Müll. Arg.	5783		RT
	<i>Physcia biziana</i> (A. Massal.) Zahlbr.	5784	*	RT
	<i>Physcia cinerea</i> Moberg	5785	*	RT
	<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lyngé	5786		RT
	<i>Physcia integrata</i> Nyl.	5787		RT
	<i>Physcia tretiachii</i> Moberg	5789; 5790	*	RT
	<i>Physcia</i> sp.	5788		RT
	<i>Physciella cf. nepalensis</i> (Poelt) Essl.	5791	**	
	<i>Physciella</i> sp.	5792	**	
<i>Rinodina</i> sp.	1458; 1469	*	RT	
Psoraceae	<i>Psora</i> sp.	5793		S
Ramalinaceae	<i>Japewia cf. tornoensis</i> (Nyl.) Tønsberg	5817		RT
	<i>Ramalina</i> sp. 1	5794; 5795	*	RT
	<i>Ramalina</i> sp. 2	5796	*	RT
Teloschistaceae	<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th. Fr. +	1463		R
	<i>Teloschistes</i> sp.	5797	*	RT
Umbilicariaceae	<i>Umbilicaria</i> sp.	5798		R
Verrucariaceae	<i>Dermatocarpon americanum</i> Vain. +	5799		R
	<i>Dermatocarpon cf. muhlenbergii</i> (Ach.) Müll. Arg.	5800		R
	<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	5801		RT

* Especies colectadas en *J. flaccida* y en la colecta complementaria** Especies colectadas únicamente en *J. flaccida*

RT = Ramas Tiradas

S = Suelo

R = Roca

+ Nuevos registros para Oaxaca

++ Nuevos registros para México

En la tabla 2, se enlista a la comunidad líquénica de San Vicente Nuñú, Teposcolula, Oaxaca, México; se indican cuáles fueron los líquenes recolectados en *J. flaccida* y cuáles

estuvieron alrededor de los forofitos seleccionados, lo que permite visualizar qué especies se encontraron en ambas colectas. La prueba de Jackknife de primer orden estimó

que la comunidad líquénica asociada a *J. flaccida* podría ser de 81 especies; no obstante, las especies recolectadas fueron 65 (80 %). Es importante hacer notar que de éstas, 52 especies estuvieron presentes en la colecta adicional y 13 especies solo se encontraron en *J. flaccida* (p. ej. *Hypotrachyna revoluta*, *Parmotrema* cf. *dilatatum*, *Parmotrema eurysacum*, *Remototrachyna costaricensis*, *Physciella* cf. *nepalensis*). El índice de diversidad beta de Whittaker arrojó un valor de 1,6; de acuerdo con la escala ($B_w < 5$), se puede considerar que el recambio de especies entre las clases diamétricas es de moderado a bajo, es decir, que la composición de especies entre las diferentes clases es muy similar. La similitud que tienen las clases se puede observar con más detalle en la Fig. 3, en la que se enlistan las especies asociadas a *J. flaccida* y se muestra la distribución de los líquenes en las diferentes clases diamétricas. En el dendrograma se pueden observar tres clados principales: en el clado A (clase 1 y 7) la similitud fue del 50 %, el clado B (clase 2-3 y 4) presentó una similitud aproximada del 80 % y el clado C (Clase 5 y 6) tuvo una similitud aproximada del 70 %, esto dado por el alto número de especies compartidas. De las 65 especies, solo 19 (29 %) no fueron compartidas entre las diferentes clases. Por otro lado, considerando a las especies recolectadas alrededor de los forofitos seleccionados, se tuvo un total de 101 especies, de las cuales 52 se compartieron con *J. flaccida*. Las familias con el mayor número de especies, tanto en *J. flaccida* como en la colecta complementaria, fueron Parmeliaceae (41 y 45 especies) y Physciaceae (11 y 14 especies respectivamente).

DISCUSIÓN

Sin duda, la riqueza de especies en un forofito es algo complejo que está influenciado por factores a diferentes escalas, como puede ser la historia del manejo del bosque (Ellis y Coppins, 2009), así como de una serie de condiciones complejas e interrelacionadas que incluyen desde las propiedades del sustrato y las características del entorno hasta aspectos biogeográficos (Gallego y Díaz, 1997; Christensen, 2000; Aragón *et al.*, 2004; Galloway, 2008; Jüriado *et al.*, 2015). De aquí que los resultados de este estudio difieran con los obtenidos en los trabajos que se han llevado a cabo en Europa, ya que se está hablando de áreas geográficas y condiciones de bosque diferentes.

Después de haber recopilado el nombre de las especies reportadas para España, Estonia, Italia y Grecia (Crespo y Vezda, 1985; Monsó, 1991; Gallego y Díaz, 1997; Christensen, 2000; Fos, 2000; Zedda y Sipman, 2001; Aragón *et al.*, 2004; Cataldo y Minissale, 2015; Jüriado *et al.*, 2015) se tiene un listado de aproximadamente 250 especies en 65 géneros. Considerando las 65 especies reportadas en este estudio, solo se presentan tres especies en común: *Candelaria concolor* (Dicks.) Arnold, *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale y *Physcia biziana* (A. Massal.) Zahlbr.). Esto varía cuando se hace la revisión a nivel de género, ya que se comparten

14 (*Buellia*, *Candelaria*, *Chaenotheca*, *Cladonia*, *Flavoparmelia*, *Lecanora*, *Ochrolechia*, *Pertusaria*, *Physcia*, *Phaeophyscia*, *Pseudevernia*, *Ramalina*, *Rinodina* y *Usnea*), lo cual no es raro si se considera que algunos de ellos pertenecen a las familias Parmeliaceae y Physciaceae, que son consideradas cosmopolitas (Galloway, 2008).

Una de las características distintivas de *J. flaccida* es su corteza rasgada longitudinalmente, con fibras largas que se entrelazan (Zamudio y Carranza, 1994), por lo que se podría pensar que esto es un factor limitante para el establecimiento de los líquenes; sin embargo, Monsó (1991) indica que este tipo de corteza permite el asentamiento de diversas especies de líquenes, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio. Por otro lado, Jüriado *et al.* (2015) mencionan que la comunidad líquénica se incrementa cuando aumenta la altura y el diámetro de los forofitos; los resultados obtenidos en este estudio difieren en parte con esto, dado que no se encontraron diferencias significativas en la riqueza líquénica entre los grupos de DAP. Sin embargo, es importante considerar que los forofitos de *J. flaccida* se encuentran dispersos y en pequeños parches, resultado de la extracción local (García *et al.*, 1994), por lo que no es raro que los árboles con clases diamétricas pequeñas (ver Tabla 1) sean los más abundantes.

Diversos autores coinciden en la diversidad líquénica del género *Juniperus*; no obstante su importancia, dicha diversidad ha sido muy poco estudiada (Christensen, 2000; Zedda y Sipman, 2001; Aragón *et al.*, 2004; Jüriado *et al.*, 2015). En México, este es el primer reporte que se hace sobre la flora líquénica de *J. flaccida*. Los resultados indican que se tienen 65 especies en nueve familias y 23 géneros. De las 13 especies previamente reportadas en México asociadas al género *Juniperus* (Herrera *et al.*, 2016), solo seis se recolectaron en este estudio, lo que indica que se tienen 59 nuevos registros asociados a *J. flaccida*. Ahora bien, si se consideran las siete especies que no se encontraron en este sitio (*Hypotrachyna horrescens* (Taylor) Krog & Swinscow, *H. rockii* (Zahlbr.) Hale, *Parmotrema cetratum* (Ach.) Hale, *P. reticulatum* (Taylor) M. Choisy, *P. subrigidum* Egan, *P. subtinctorium* (Zahlbr.) Hale y *Usnea rubicunda* (Stirt.)), la comunidad líquénica asociada a forofitos del género *Juniperus* aumenta a 72 especies. Al igual que Cataldo y Minissale (2015), aquí también se tiene un registro adicional de especies, en este caso de las que estuvieron alrededor de los forofitos seleccionados y en todos los sustratos disponibles. Algunas de ellas bien podrían haber estado en los forofitos de estudio, lo que sugiere que la comunidad líquénica de *J. flaccida* puede ser aún mayor.

Herrera *et al.* (2014) reportan que de las 5000 especies de líquenes que probablemente existan en México, se tienen registradas 2722 especies, de las cuales 440 se han reportado para el estado de Oaxaca. Con este estudio se hace una pequeña contribución al conocimiento de la flora líquénica del país, al reportar seis nuevos registros para Oaxaca: *Caloplaca ferruginea* (Huds.) Th. Fr., *Dermatocarpon*

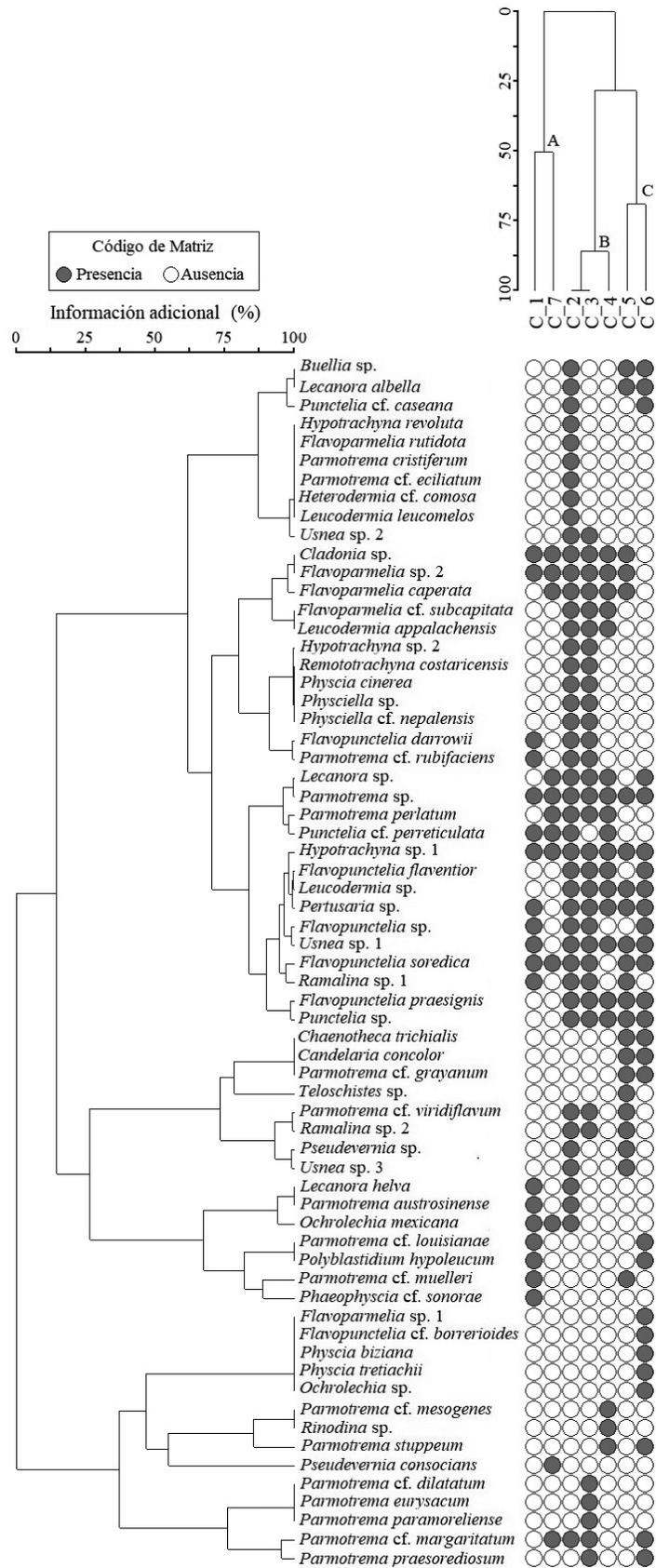


Figura 3. Representación gráfica de la distribución de la comunidad líquénica a partir de su presencia/ausencia en las diferentes clases diamétricas de *Juniperus flaccida*.

americanum Vain., *Lecanora albella* (Pers.) Ach., *Lecanora helva* Stizenb., *Ochrolechia mexicana* Vain. y *Parmotrema neotropicum* Kurok. y tres nuevos registros para México: *Diploschistes scruposus* (Schreber) Norman, *Traponora varians* (Ach.) J. Kalb & Kalb y *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Hellb.

CONCLUSIONES

El estudio de la flora líquénica epífita en *Juniperus flaccida* permitió el registro de 65 especies recolectadas en 44 forofitos con diferentes valores de diámetro altura pecho (DAP). No obstante a que *J. flaccida* está distribuido en pequeños manchones y a exhibir diferentes DAPs, la flora líquénica asociada a este forofito parece ser mayor a lo reportado, sobre todo considerando el número de especies encontradas alrededor de los forofitos seleccionados, por lo que bien vale la pena ampliar el muestreo a otras zonas de bosque, sobre todo considerando que de las especies muestreadas tanto en los forofitos como en su entorno, 59 fueron nuevos registros para *J. flaccida*, seis nuevos registros para Oaxaca y tres para México.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el apoyo financiero para el trabajo de campo, becas, equipo y material de laboratorio brindado por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (Folio: BUAP-PTC-555, número de autorización 511-6/17-8017). A J. Ramírez Juárez, X. Sánchez Girón y M.J. Zárate Gutiérrez por su apoyo en campo. A R. Lücking, B. Moncada, HJM. Sipman y F. Ramírez Guillén por su apoyo en la revisión del material líquénico. A los revisores cuyas sugerencias enriquecieron este trabajo. Especial agradecimiento a los miembros del Comisariado de Bienes Comunales y al Presidente Municipal de la localidad de San Vicente Nuñú por el permiso para recolectar el material líquénico, así como por todas las facilidades otorgadas para que se llevara a cabo este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Hacemos mención que el material fue recolectado por las autoras y no existe ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS

Aragón G, Sarrión FJ, Martínez I. Epiphytic lichens on *Juniperus oxycedrus* L. in the Iberian Peninsula. *Nova Hedwigia*. 2004;78(1-2):45-56. Doi: <http://doi.org/10.1127/0029-5035/2004/0078-0045>

Ayerde LD, Manjarrez SM, Serrano AV, Borja RA, Quintero AA. El cedro (*Juniperus flaccida* Schld.) en el estado de Guerrero. Guerrero, México: SAGARPA-INIFAP, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Chilpancingo. 2002;34 p.

Brodo IM. Keys to Lichens of North America: Revised and Expanded. New Haven and London: Yale University Press; 2016. 422 p.

Cáceres MES. Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil. Alemania: IHW-Verlag; 2007. 168 p.

Cáceres MES, Lücking R, Rambold G. *Corticolous microlichens* in Northeastern Brazil: Habitat differentiation between Coastal Mata Atlántica, Caatinga and Brejos de Altitude. *Bryologist*. 2008;111(1):98-117.

Cataldo D, Minissale P. The lichens in a relic wood of *Juniperus turbinata* Guss. (Pinales, Cupressaceae) with a new record for Sicily. *Biodivers J*. 2015;6(4):795-802.

Céspedes RE, Lannacone J, Salas A. Helminthos parásitos de *Dosidicus fifas* "Pota" eviscerada en Arequipa, Perú. *Ecol Apli*. 2011;10(1):1-11. Doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v10i1-2.408>

Christensen SN. Lichens from thickets of *Buxus*, *Carpinus* and *Juniperus* on Mt Vourinos, Makedhonia, North Central Greece. *Willdenowia*. 2000;30(2):375-386. Doi: <http://doi.org/10.3372/wi.30.30215>

Córdova CO, Castillo CG, Pérez PRE, García FJG, Cáceres MES. Alpha diversity of lichens associated with *Quercus laurina* in a Mountain Cloud Forest at Cofre de Perote eastern slope (La Cortadura), Veracruz, Mexico. *Cryptogamie Mycol*. 2016;37(2):1-12. Doi: <https://doi.org/doi/10.7872/crym/v37.iss2.2016.193>

Crespo A, Vézda A. *Pertusaria paramerae* sp. nov., un líquen epífito de los sabinares españoles. *An Jardín Bot Madrid*. 1985;41(2):251-255.

Ellis CJ, Coppins BJ. Quantifying the role of multiple landscape-scale drivers controlling epiphyte composition and richness in a conservation priority habitat (juniper scrub). *Biol. Conserv*. 2009;142(7):1291-1301. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.036>

Fonseca RM. *Juniperus*, la ginebra, el incienso, los lápices y los repelentes. *Ciencias*. 2006;81:44-47.

Fos S. Estudio de la diversidad líquénica epífita de los sabinares y pinares de la Sierra de Javalambre (Sudeste de Teruel). *Teruel*. 2000;88-89(1): 213-245.

Gallego Fernández JB, Díaz BMC. Lichens as indicators of a perturbation/stability gradient in the Asperillo dunes, SW Spain. *J Coast Conserv*. 1997;3(1):113-118. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02908186>

Galloway DJ. Lichen biogeography. En: Nash III TH, editor. *Lichen Biology*. 2a Edición. United Kingdom: Cambridge University Press; 2008. p. 315-335.

García-Mendoza A, Tenorio LP, Reyes SJ El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Bot Mex*. 1994;27:53-73. Doi: <https://doi.org/10.21829/abm27.1994.710>

García MAJ, Ordóñez MJ, Briones SM. Biodiversidad de Oaxaca. México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund; 2004. p. 19-28.

Herrera-Campos MA, Lücking R. The foliicolous lichen flora of Mexico. II. New species from the montane forest in Oaxaca and Puebla. *Bryologist*. 2003;106(1):1-8. Doi: [http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745\(2003\)106\[0001:TFLFO M\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1639/0007-2745(2003)106[0001:TFLFO M]2.0.CO;2)

- Herrera-Campos MA, Lücking R, Pérez PRE, Campos A, Martínez Colín P, Bárcenas Peña A. The foliicolous lichen flora of Mexico. V. Biogeographical affinities, altitudinal preferences, and an updated checklist of 293 species. *Lichenologist*. 2004;36(5):309-327. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0024282904014483>
- Herrera-Campos MA, Huhndorf S, Lücking R. The foliicolous lichen flora of Mexico. IV: a new, foliicolous species of *Pyrenothrix* (Chaetothyriales:Pyrenothrichaceae). *Mycologia*. 2005;97(2):356-361.
- Herrera-Campos MA, Lücking R, Pérez PRE. Biodiversidad de líquenes en México. *Rev Mex Biodivers*. 2014;85(supl. 1):82-99. Doi: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.37003>
- Herrera-Campos MA, Pérez PRE, Nash III T.H. Lichens of Mexico: The Parmeliaceae- Key, distribution and specimen descriptions. 1 ed. Alemania: Bibliotheca Lichenologica, J Cramer in Borntraeger Science Publishers, Stuttgart; 2016. 723 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Vicente Nuñú, Oaxaca. Clave geoestadística 20536. [Versión online] 2010. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20536.pdf. Citado: 27 marzo 2019.
- Jost L. The relation between evenness and diversity. *Diversity*. 2010;2(2):207-232. Doi: <https://doi.org/10.3390/d2020207>
- Jüriado I, Leppick E, Löhmus P, Randle T, Liira J. Epiphytic lichens on *Juniperus communis* – an unexplored component of biodiversity in threatened alvar grassland. *Nord J Bot* 2015,33(2):128-139. Doi: <http://dx.doi.org/10.1111/njb.00650>
- McCune B, Grace JB. Analysis of ecological communities. Glenden Beach, OR: MjM Software Design; 2002. 300 p.
- McCune B, Mefford MJ. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, [Programa estadístico] Version 7.07. Wild Blueberry Media, Corvallis, Oregon, U.S.A. 2018.
- Moncada B, Pérez PRE, Lücking R. The lichenized genus *Cora* (Basidiomycota: Hygrophoraceae) in Mexico: high species richness, multiple colonization events, and high endemism. *Plant and Fungal Systematics*. 2019;64(2): 393-411. Doi: <https://doi.org/10.2478/pfs-2019-0026>.
- Mongkolsuk P, Meesim S, Poengsungnoen V, Buaruang K, Schumm F, Kalb K. The lichen family Physciaceae in Thailand-II. Contributions to the genus *Heterodermia* sensu lato. *Phytotaxa*. 2015;235(1):001-066. Doi: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.235.1.1>
- Monsó SMA. Flora líquénica de los sabinars españoles. *Acta Bot Malac*. 1991;16(1):185-187.
- Neitlich P, McCune B. Hotspots of epiphytic lichen diversity in two young managed forests. *Conserv. Biol*. 1997;11(1):172-182. Doi: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.95492.x>
- Peck JE. Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD. Glenden Beach, OR: MjM Software Design; 2010. 162 p.
- Pérez PRE, Herrera CMA. Macrolíquenes de la Sierra de Juárez. En: García MAJ, Ordóñez MJ, Briones SM, editores. Biodiversidad de Oaxaca. México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund; 2004. p 327-332.
- Pérez-Pérez RE, Quiroz CH, Herrera CMA, García BR. Scale-dependent effects of management on the richness and composition of corticolous macrolichens in pine-oak forests of Sierra de Juárez Oaxaca Mexico. En: Nash III, TH, Bates ST, Bungartz F, Lücking R, Herrera CMA, Zambrano A, editores. Biomonitoring, Ecology, and Systematics of Lichens. Alemania: Bibliotheca Lichenologica, J Cramer in Borntraeger Science Publishers; 2011. p. 243-258.
- Pérez-Pérez RE, Castillo CG,, Herrera CMA. Diversity of corticolous lichens in cloud forest remnants in La Cortadura, Coatepec, Veracruz, México in relation to phorophytes and habitat fragmentation. *Cryptogamie Mycol*. 2015;36(1):79-92. Doi: <http://dx.doi.org/10.7872/crym.v36.iss1.2015.79>
- Prinzling JA. Wind-acclimated thallus morphogenesis in a lichen (*Evernia prunastri*, Parmeliaceae) probably favored by grazing disturbances. *Am J Bot*. 1999;86(2):173-183. Doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2656934>
- Sipman HJM. Corticolous lichens. En Gradstein SR, Hietz P, Lücking R, Lücking A, Sipman HJM, Vester HFM, Wolf JHD, Gardette E. editores. How to sample epiphytic diversity of tropical rainforest. Alemania: Ecotropica 1996. p. 59-72.
- Sipman HJM. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics. Provisional version. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem. Free University of Berlin. 2005. <http://www.bgbm.org/sipman/keys/neokeyA.htm>
- StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system) [Programa estadístico]. versión 7. www.statsoft.com. 2004.
- Torres CR. Tipos de vegetación. En: García MAJ, Ordóñez MJ, Briones SM, editores. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund; 2004. . 105-117.
- Zamudio S, Carranza E. Cupressaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología, A.C.; 1994. p. 1-20.
- Zedda L, Sipman H. Lichens and Lichenicolous fungi on *Juniperus oxycedrus* L. in Campu Su Disterru (Sardinia, Italy). *Boccone*. 2001;13:309-328.
- Watteijne CB, Pérez QAL. Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (STICTACEAE) en un gradiente altitudinal. *Acta Biol Colomb*. 2009;14(3):157-170.