

Macrolíquenes Cortícolas en Dos Especies de Coníferas del Parque Nacional Lagunas de Zempoala

Rosa Emilia Pérez-Pérez*, Noemí Miramontes-Rojas*, Jehro Aguilar-Rosales* y Héctor Quiroz-Castelán**

RESUMEN

En este estudio se analizaron las comunidades de macrolíquenes cortícolas y su relación con la estructura del bosque en áreas con *Abies religiosa* y *Pinus ayacahuite*. Se recolectaron 33 especies, 25 en *A. religiosa* y 20 en *P. ayacahuite*, con diferencias significativas en el número de especies de líquenes y la cobertura entre las diferentes alturas y orientaciones de los árboles, resultados similares se obtuvieron con el modelo en bloques completamente aleatorizados, al ser significativos tanto la altura como la orientación en *A. religiosa*, mientras que en *P. ayacahuite* solo es significativa la orientación. En estos sitios se ha producido un mosaico de parches heterogéneos con características ecológicas y micro-climáticas diferentes, afectando la distribución de los macrolíquenes. El bosque de *A. religiosa* puede ser considerado como maduro y el de *P. ayacahuite* como perturbado, en donde se dificulta la dispersión, establecimiento y conservación de las comunidades líquénicas.

ABSTRACT

In this study communities of corticolous macrolichens and their relationship to the structure of the forest in areas with *Abies religiosa* and *Pinus ayacahuite* were analyzed. 33 species were collected, 25 in *A. religiosa* and 20 in *P. ayacahuite*, with significant differences in lichens species number and covered among the different heights and orientations of the trees, similarly results were obtained with the randomized block experimental design, which indicated significant differences among heights and orientations of the trees in *A. religiosa*, while in *P. ayacahuite* only orientation is significant. At these sites, a patchwork of heterogeneous patches have been induced with different ecological and micro-climatic characteristics, affecting the distribution of macrolichens. The *A. religiosa* forest can be considered as a mature forest and the *P. ayacahuite* as a disturbed forest, which makes the dispersal, establishment and maintenance of lichens communities difficult.

Recibido: 7 de Diciembre de 2007
Aceptado: 17 de Junio de 2008

INTRODUCCIÓN

Los Parques Nacionales no obstante que son áreas naturales protegidas, se enfrentan a grandes problemas como son el sobre-pastoreo, presión del visitante, contaminación del suelo y agua por desechos sólidos, cacería, incendios, extracción de tierra y tala clandestina (Vargas, 1984) factores que en conjunto provocan el deterioro y la fragmentación de los ecosistemas forestales.

La fragmentación y la reducción de los bosques en pequeñas parcelas, provoca la disminución de las poblaciones e incluso la extinción local de las especies (Tabarelli *et al.*, 2004). Para muchas epífitas la presencia de árboles es importante, ya que no solo afecta la presencia o ausencia de especies, sino que también involucra efectos en la frecuencia, fertilidad y habilidad para establecer nuevas colonias debido a la reducción de sustratos disponibles (Liu *et al.*, 2000, Flores-Palacios y Ortiz-Pulido, 2005), como es el caso de los macrolíquenes cortícolas.

Palabras clave:

Macrolíquenes cortícolas; Indicadores de conservación; Estructura forestal.

Keywords:

Corticolous macrolichens; Indicator of conservation; forest structure.

Los macrolíquenes cortícolas son un componente importante de la diversidad biológica de los ecosistemas forestales (Price y Hochachka 2001), llevan a cabo funciones vitales en el ciclo de nutrientes al absorber cantidades significativas de nutrientes de la atmósfera y contribuyen a la fija-

* Facultad de Ciencias Biológicas - UAEM. Correos electrónicos: emilia_xb@yahoo.com.mx, miji_ji@yahoo.com.mx y jethro_ar@hotmail.com.

** Centro de Investigaciones Biológicas-UAEM. Correo electrónico: quiroz@cib.uaem.mx.

ción de nitrógeno, proveen hábitat, alimento y material de anidación para algunos animales (Chatellena y Ferraro 2000). La dispersión, establecimiento y colonización de los líquenes depende directamente de las cualidades de la corteza, y en algunas ocasiones el tamaño de los árboles determina la gran variedad de especies, es por eso que para determinar la diversidad de macrolíquenes cortícolas es importante considerar la estructura de la vegetación, las especies de árboles así como las características de la corteza y el dosel (Kuusinen 1994; Hauck *et al.*, 2001; Flores-Palacios y García-Franco 2006).

En México el estudio de los líquenes es muy limitado y están enfocados principalmente a la taxonomía, sistemática e indicadores de contaminación; solo se tienen reportados dos trabajos sobre la ecología de líquenes, uno en el Desierto de los Leones (Zambrano *et al.*, 2000), y otro en los bosques manejados de Oaxaca (Pérez-Pérez, 2005). En Morelos este trabajo de investigación es pionero en el estudio de los macrolíquenes cortícolas y su uso como indicadores de continuidad ecológica.

El objetivo de este estudio fue analizar las comunidades de macrolíquenes cortícolas y su relación con la estructura del bosque en áreas con *Abies religiosa* y *Pinus ayacahuite* en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio y técnicas de muestreo: Este Trabajo se llevó a cabo durante la primavera del 2006. Se seleccionaron dos sitios en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala (PNLZ), uno fue un bosque de *Pinus ayacahuite* con perturbación antropogénica, corres-

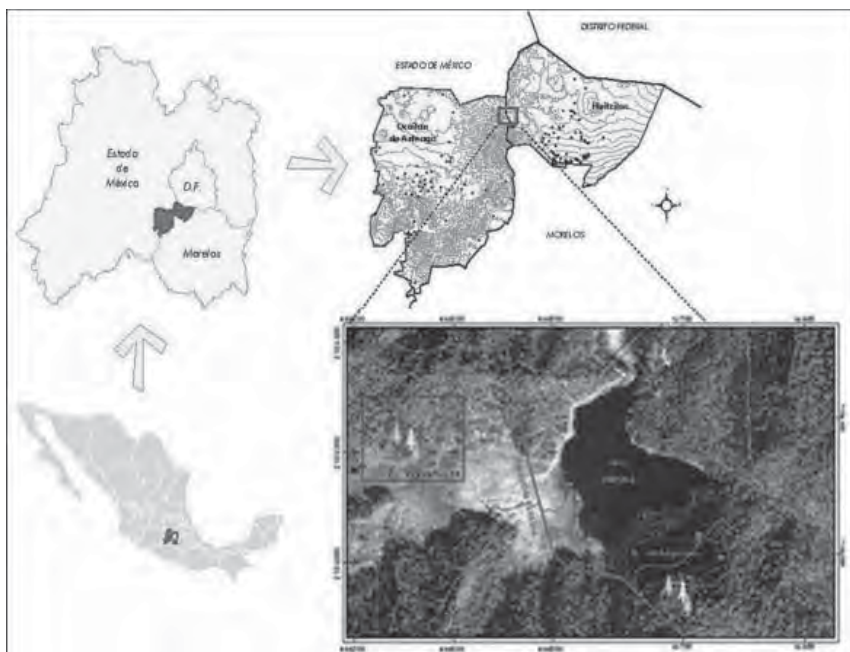


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio y del sitio de muestreo.

pondiente al Estado de México, localizado entre los paralelos 19°01'30" y 19°06' de latitud norte y los meridianos 99°16'20" y 99°21' de longitud oeste. El segundo fue un bosque de *Abies religiosa* relativamente conservada por su difícil acceso, correspondiente al Estado de Morelos localizado en las coordenadas geográficas 19° 02' 50.82" de latitud norte y 99° 18' 56.05" de longitud oeste (Vargas, 1984) (Figura 1).

En cada uno de los sitios, se seleccionaron cinco cuadrantes en estos se eligió un árbol central, en este punto se obtuvo la altitud y la posición geográfica, a partir de aquí se seleccionaron 12 árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) > 20 cm, tratando de que éstos estuvieran dispuestos en tres transectos paralelos y en la misma orientación, con un total de 60 árboles por sitio; a cada árbol marcado se le midió la altura, DAP y pendiente, así como la distancia y orientación entre ellos para conocer su distribución en el cuadrante. Para reducir variación debido a las diferencias del sustrato, las mediciones de la cobertura y riqueza de los macrolíquenes cortícolas se hicieron únicamente en *P. ayacahuite* y *A. religiosa* (Zambrano *et al.*, 2000; Pérez-Pérez, 2005).

La cobertura líquénica se estimó en cada árbol marcado, las mediciones se realizaron a dos alturas (sin exceder los dos metros) y dos orientaciones del tronco (norte y sur) resultando en cuatro micro-cuadrantes por árbol y un total de 240 micro-cuadrantes por sitio (Kuusinen, 1994; Zambrano *et al.*, 2000; Pérez-Pérez, 2005). En cada micro-cuadrante se utilizó un plástico transparente de 20 cm x 50 cm subdividido en cuadros de 2 cm x 2 cm que resultan en 250 cuadros y 1000 cm², que entre los cuatro micro-cuadrantes constituyen el 100 % de cobertura por árbol (Kuusinen, 1994; Pérez-Pérez, 2005).

Análisis de datos: La estructura del bosque se analizó mediante la comparación de las distribuciones del DAP, la altura y la pendiente de cada árbol entre sitios y entre cuadrantes con la prueba de Kruskal-Wallis (KW). Para cada sitio se comparó la cobertura y diversidad de los líquenes entre las posiciones del árbol, la primera con la prueba de KW y la segunda siguiendo un modelo en bloques completamente aleatorizados. Los análisis estadísticos se hicieron con los programas Statistica 6 y PCOrd 4.

RESULTADOS

Estructura del bosque: El sitio correspondiente al bosque de *P. ayacahuite* se encuentra cercano al área principal de descanso turístico del PNLZ, es una zona perturbada debido al daño antropogénico y a los incendios recientemente ocurridos (Salazar, Com. Pers. 2006), como consecuencia de esto hay una baja densidad de árboles, algunos con las cortezas quemadas, muy dispersos, con claros grandes y poco sotobosque, y una alta incidencia de luz. Los cuadrantes de muestreo se encuentran en una altitud promedio de 2 738 m.s.n.m. con pendientes que van del 40 % a 70 % (Tabla 1).

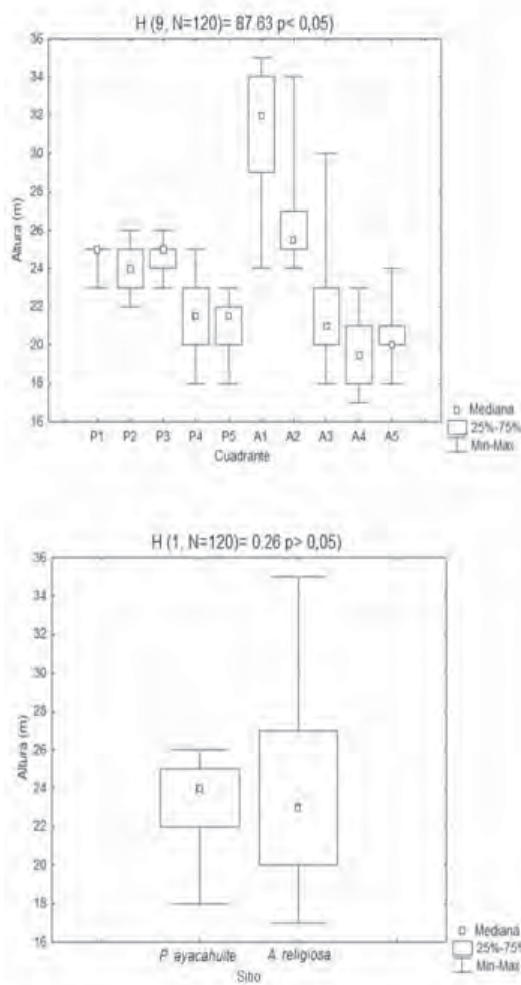
En contraste, el bosque de *A. religiosa* en un área relativamente conservada debido a su posición dentro del parque y a su difícil acceso por las pendientes pronunciadas. Es un bosque húmedo y cerrado, con algunos claros pequeños debido a la caída de algún árbol, con árboles altos y maduros; el terreno muestra pendientes desde 55 % hasta el 75 %, con zonas accidentadas y las altitudes oscilaron alrededor de los 2 750 m.s.n.m. (Tabla 1).

Tabla 1. Características físicas de los cuadrantes muestreados en cada sitio.

Bosque	Cuadrante	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	Orientación (°)
<i>P. ayacahuite</i>	1	2 714	47	295
	2	2 729	70	330
	3	2 737	60	263
	4	2 775	70	52
	5	2 735	50	52
<i>A. religiosa</i>	6	2 733	55	154
	7	2 770	60	149
	8	2 751	63	140
	9	2 736	75	137
	10	2 726	65	125

Altura

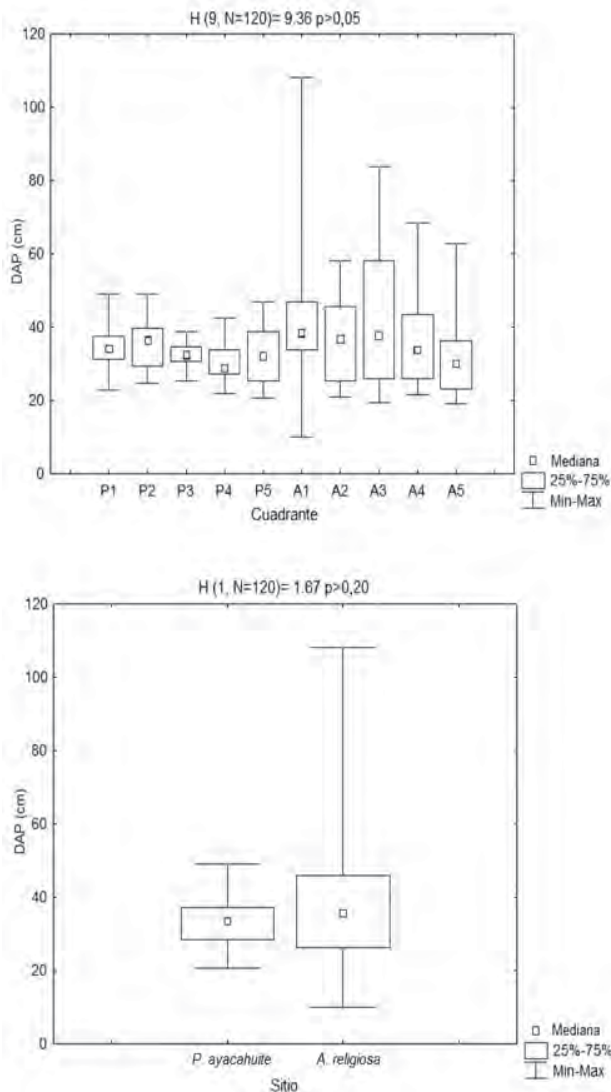
En *P. ayacahuite* la altura promedio fue de 22 m. Al realizar las comparaciones de sus distribuciones con la prueba de KW, los resultados indicaron diferencias significativas entre los cuadrantes ($H(4, N=60) = 36.42, p < 0,05$). La altura promedio de los árboles de *A. religiosa* fue de 24 m ($\pm 4,98$), y también se encontraron diferencias significativas entre los cuadrantes de muestreo ($H(4, N=60) = 43.15, p < 0,05$). Estos resultados se observan cuando se hace la comparación entre todos los cuadrantes; sin embargo, cuando se comparan los dos sitios de muestreo, la prueba de KW no muestra diferencias significativas entre ellos (Figura 2).



Donde: P = *P. ayacahuite*; A = *A. religiosa*
 Figura 2. Comparación de las alturas entre los árboles muestreados de las especies de *P. ayacahuite* y *A. religiosa* por cuadrante y por sitio de muestreo.

Diámetro Altura Pecho

El DAP de **P. ayacahuite** varío de los 19 cm a 48 cm ($\pm 6,73$ cm), no obstante la prueba de *KW*, no indicó diferencias significativas entre los cuadrantes (H (4, N=60) = 4,55 $p > 0,05$). **A. religiosa** tuvo en promedio un DAP de 38 cm ($\pm 17,07$), sin embargo, al aplicar la prueba de *KW* esta no mostró diferencias significativas entre los cuadrantes (H (4, N=60)=3.59 $p > 0,05$). Al analizar el DAP entre los 10 cuadrantes y entre los sitios se encontraron diferencias significativas, tal y como se muestra en la Figura 3.



Donde: P = *P. ayacahuite*; A = *A. religiosa*
 Figura 3. Comparación del DAP entre los árboles muestreados de las especies de *P. ayacahuite* y *A. religiosa* por cuadrante y por sitio de muestreo.

Con respecto a las pendientes, también se encontraron diferencias significativas entre cuadrantes (H (9, N = 120) = 69,03 $p < 0,05$) y entre sitios (H (1, N = 120) = 40.54 $p < 0,05$).

Diversidad de macrolíquenes cortícolas: Se recolectaron 36 especies, 20 en **P. ayacahuite** y 25 en **A. religiosa**. En ambos sitios dominaron los líquenes foliosos pertenecientes a los géneros **Flavoparmelia**, **Heterodermia**, **Hypotrachyna**, **Parmotrema** y **Punctelia**, seguido por los fruticosos (p. ej. **Usnea** sp., **Ramalina**) y un solo compuesto (**Cladonia** sp.), siendo los géneros más frecuentes **Hypotrachyna** con siete especies, **Parmotrema** con cinco y **Punctelia** con cuatro (Tabla 2).

Del total de especies, 11 (30,6 %) se encontraron únicamente en **P. ayacahuite**, 16 (44,4 %) en **A. religiosa** y 9 (25 %) son compartidas entre los dos sitios de muestreo (Tabla 2).

De los 60 árboles de **P. ayacahuite** muestreados (12 por cuadrante), dos fueron excluidos de los análisis al mostrar ausencia total de líquenes. Las 20 especies reportadas se podrían encontrar en promedio en 12,6 árboles, y el número promedio de especies por árbol fue de 4,3. Al comparar la diversidad de especies entre los cuadrantes los resultados no mostraron diferencias significativas (H (4, N= 58) = 3.42 $p > 0,05$).

En el bosque de **A. religiosa** un árbol fue excluido al no mostrar líquenes. Las 25 especies registradas se podrían encontrar aproximadamente en 10,9 árboles, y el número promedio de especies encontradas por árbol fue de 4.6 especies. Al aplicar la prueba de *KW* a los datos de diversidad por cuadrante, esta indica que no existen diferencias significativas entre ellos (H (4, N= 59) = 7.07204 $p > 0,05$).

Al analizar la diversidad de especies por micro-cuadrantes (norte alto, norte bajo, sur alto, sur bajo), se observó que en **P. ayacahuite** el mayor número de especies de líquenes se encontró al norte más que al sur, sin observarse una diferencia clara entre las posiciones (alto y bajo). En **A. religiosa** también se observó la misma preferencia por la orientación (norte y sur), sin embargo el número de especies mostró el siguiente orden: na > nb > sa > sb.

Estos resultados, se comprobaron al aplicar el modelo en bloques aleatorizados completo, que indica que mientras para **P. ayacahuite** es importante la orientación, para **A. religiosa** también lo es la posición en el árbol (Tabla 3).

Tabla 2.
Listado de especies de macrolíquenes cortícolas presentes en los sitios de estudio

Especie	<i>P. ayacahuite</i>			<i>A. religiosa</i>		
	Frecuencia (n)	Cobertura total (cm ²)	Cobertura relativa (%)	Frecuencia (n)	Cobertura total (cm ²)	Cobertura relativa (%)
<i>Cladonia</i> sp	25	1 424	15,5	4	740	5,4
<i>Everniastrum sorocheilum</i> (Vain.) Hale ex Sipman				2	12	0,1
<i>E. vexans</i> (Zahlbr. ex W. L. Culb. & C. F. Culb.)				2	52	0,4
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	44	1 690	18,4	19	1 320	9,6
Folioso				2	204	1,5
Folioso 1	7	210	2,3			
Fruticoso 1	1	12	0,1			
<i>Heterodermia obscurata</i> (Nyl.) Trevis	2	20	0,2	29	1 060	7,7
<i>Hypotrachyna</i> sp. 1a	28	1 180	12,9			
<i>Hypotrachyna</i> sp. 2a	28	1 652	18,0			
<i>Hypotrachyna</i> sp.				11	584	4,2
<i>Hypotrachyna</i> sp. 1				33	2 024	14,7
<i>Hypotrachyna</i> sp. 2				19	552	4,0
<i>Hypotrachyna</i> sp. 3				4	168	1,2
<i>Hypotrachyna</i> sp. 4				15	544	4,0
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S. F. Meyer	8	172	1,9			
<i>Lasallia papulosa</i> (Ach.) Llano	3	32	0,3			
<i>Pannaria conoplea</i> (Ach.) Bory				7	90	0,7
<i>Parmelia flaventior</i> Stirt.	1	8	0,1			
<i>P. sulcata</i> Taylor				3	100	0,7
<i>Parmelinopsis minarum</i> (Vain) Elix & Hale	3	80	0,9			
<i>P. horrescens</i> (Tayl.) Elix & Hale	4	372	4,1			
<i>Parmotrema</i> sp.	16	262	2,9	10	296	2,1
<i>P. arnoldii</i> (Du Rietz) Hale	8	160	1,7	25	3 016	21,9
<i>P. cristiferum</i> (Taylor) Hale				9	282	2,0
<i>P. moreliense</i> (de Lesd.) W. L. Culb. & C. F. Culb.				3	212	1,5
<i>P. paramoreliense</i> W. L. Culb. & C. F. Culb.	11	322	3,5	16	1 212	8,8
<i>Pseudevernia consocians</i> (Vain.) Hale & Culb.	17	422	4,6	1	8	0,1
<i>Punctelia</i> sp.	12	388	4,2			
<i>P. hypoleucites</i> (Nyl.) Krog				1	4	0,05
<i>P. subrudecta</i> (Nyl.) Krog	14	492	5,4	14	428	3,1
<i>P. rudecta</i> (Ach.) Krog.				5	124	0,9
<i>Ramalina intermedia</i> (Delise ex Nyl.) Nyl.				33	616	4,5
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	6	40	0,4			
<i>Sticta</i> sp.				4	28	0,2
<i>Usnea</i> sp.	11	222	2,4	2	96	0,7
Total		9 160	100		13 772	100
Media		458			550,88	
Desviación Estándar		554,87			716,51	

Los talos pequeños no pudieron ser identificados a nivel de especie.
n= 60 árboles muestreados
± 1 árbol= 4 posiciones= 4 000cm²

Tabla 3.
Resultados de la prueba univariada de significancia para la variable dependiente del número de especies de macrolíquenes cortícolas del modelo en bloques aleatorizados completo

SITIO	PREDICTORES	SS	DF	MS	F	p
<i>P. ayacahuite</i>	POSICIÓN	0,20	1	0,20	0,21	0,64
	ORIENTACIÓN	196,20	1	196,20	137,73	0,00
<i>A. religiosa</i>	POSICIÓN	7,00	1	7,00	5,42	0,02
	ORIENTACIÓN	10,84	1	10,84	7,76	0,01

Resultados similares al número de especies por micro-cuadrantes se obtuvieron al analizar la cobertura de los macrolíquenes cortícolas en ambos sitios, la prueba de KW indicó diferencias significativas entre las diferentes posiciones y alturas del árbol, observándose valores bajos hacia el lado sur de los árboles y los mayores en el lado norte, siendo los resultados para *P. ayacahuite* (H (3, N=232) = 108.47 p < 0,05) y para *A. religiosa* (H (3, N= 236) = 17.60 p < 0,05).

DISCUSIÓN

Kuusinen (1994) indica que en las áreas expuestas a una mayor incidencia de luz, se afecta el establecimiento de las comunidades de epífitas; caso contrario ocurre en las áreas mejor conservadas, en donde un dosel homogéneo, con eficiente cobertura foliar atenúa el impacto pluvial y solar (Vargas, 1984). Tal es el caso del bosque de *A. religiosa* que presentó un menor tiempo de exposición solar debido a su orientación, y a su topografía pronunciada que lo mantiene en un mejor estado de conservación con árboles grandes y robustos, caso contrario de los árboles de *P. ayacahuite* que presentaron valores inferiores en cuanto a su altura y DAP.

De las principales causas de la pérdida y transformación del hábitat provocadas por el hombre, los incendios son los que modifican de manera más drástica el ambiente y ocasionan una mayor pérdida de biodiversidad (Sechrest y Brooks, 2002; Sax y Gaines, 2003), en los sitios de muestreo, el bosque de *A. religiosa* es más húmedo y por lo tanto es difícil que sufra de alguna alteración por fuego, caso contrario en el sitio con *P. ayacahuite* que mostró una mayor perturbación debido principalmente al fuego y a las actividades humanas. El haber recolectado líquenes foliosos en este sitio es probable que se deba a que las especies estaban fuertemente arraigadas a la corteza y lograron sobrevivir al fuego en las grietas de la misma (Wolseley y Aguirre-Hudson, 1997).

Brunialti y Giordani (2003) coinciden con Peterson y McCune (2001) al indicar que la diversidad líquénica se predice con base en variables ambientales; y que las especies se agrupan y/o distribuyen de acuerdo a las condiciones de humedad e incidencia de luz; Kuusinen (1994) por su parte considera que las diferencias climáticas entre la exposición norte y sur son más pronunciadas en hábitats abiertos, la presencia de vegetación epífita puede variar ligeramente entre el lado norte y sur del tronco e incluso los lados más iluminados pueden carecer totalmente de vegetación epífita. Resultados similares se obtuvieron en este estudio, siendo el lado sur el que tuvo menor número de especies de líquenes.

Kivistö y Kuusinen (2000) consideran que los bosques con árboles maduros son los que presentan un mayor número de especies de líquenes, y esto concuerda con lo obtenido por Zambrano *et al.*, (2000) para el Parque Nacional El Chico. Pérez-Pérez (2005) encuen-

tra un menor número de especies (48) en un bosque maduro que en un bosque manejado (51), debido a que los árboles están muy separados y no hay restos de troncos y ramas que sirvan para la dispersión de los líquenes. En este estudio, el número de especies de líquenes, fue mayor en el bosque de *A. religiosa* que en el bosque perturbado de *P. ayacahuite*, y fueron pocas las especies compartidas (Tabla 2).

CONCLUSIONES

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala es centro de un embate antropogénico persistente, a pesar de lo cual aún existen sitios conservados como es el caso del bosque de *Abies religiosa* que no presenta un grado de perturbación grave, la poca afectación que tiene es mínima comparada con el bosque de *Pinus ayacahuite*.

La estructura forestal indica que en efecto, ésta afecta directamente el establecimiento de las comunidades de macrolíquenes cortícolas, ya que fue en el bosque maduro en donde se encontró la mayor composición de especies líquénicas (25) comparado con las encontradas (20) en el bosque perturbado, que presenta una mayor incidencia de luz lo que provocó que la diversidad de líquenes sea mayor hacia el lado norte que es el más protegido y húmedo que hacia el lado sur. Y que es en el bosque maduro y poco perturbado, donde se facilita la dispersión, establecimiento y desarrollo de las comunidades líquénicas.

Con este estudio queda de manifiesto que los líquenes pueden ser utilizados como indicadores de bosques conservados y/o perturbados, y la importancia de continuar con estudios taxonómicos y ecológicos que permitan ampliar el conocimiento de los líquenes en las Áreas Naturales Protegidas.

REFERENCIAS

- Brunialti, G. y Giordani, P. (2003). Variability of lichen diversity in a climatically heterogeneous area (Liguria, NW. Italy). *Lichenologist*. 35: 55-69
- Chatellenaz, M. L. y Ferraro, L. I. (2000). Materiales vegetales y fúngicos en nidos de aves del noreste Argentino y Paraguay. *FACENA*. 16: 103-119.
- Flores-Palacios, A. y Ortiz-Pulido, R. (2005). Epiphyte orchid establishment on termite carton trails. *Biotropica*. 37: 457-461.
- Flores-Palacios, A. y García-Franco, J. G. (2006). The relation between tree size and epiphyte species richness: testing tour different hypotheses. *Journal of Biogeography*. 33: 323-330.

- Hauck, M., Jung, R. y Runge, M. (2001). Relevance of element content of bark for the distribution of epiphytic lichens in a Montane spruce forest affected by forest dieback. *Environmental pollution*. 112: 221-227.
- Kivistö, L. y Kuusinen, M. (2000). Edge effects on the epiphytic lichen flora of *Picea abies* in middle boreal Finland. *Lichenologist* 32: 387-398.
- Kuusinen, M. (1994). Epiphytic lichen diversity on *Salix caprea* in old-growth southern and middle boreal forests of Finland. *Annales Botanici Fennici* 31: 77-92.
- Liu, Ch., Ilvesniemi, H. y Westman, C. J. (2000). Biomass of arboreal lichens and its vertical distribution in a boreal coniferous forest in central Finland. *Lichenologist* 32: 495-504.
- Pérez-Pérez, R. E. (2005). *Impacto del manejo forestal en los macroliques cortícolas de Pinus patula (SCHL. Y CHAM) en la Sierra de Juárez, Oaxaca*. Tesis Doctoral. Doctorado en Recursos Bióticos. Facultad de Ciencias Biológicas-UAEM.
- Peterson, E. B. and McCune, B. (2001). Diversity and succession of epiphytic macrolichen communities in low-elevation managed conifer forest in Western Oregon. *Journal of vegetation science*. 12: 511-524.
- Price, K. and Hochachka, G. (2001). Epiphytic lichen abundance: effects of stand age and composition in Coastal British Columbia. *Ecological Applications* 11: 904-913.
- Sax, D. F. y Gaines, S. D. (2003). Species diversity: from global decreases to local increases. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 18: 561-566.
- Sechrest, W. W. y Brooks, T. M. (2002). Biodiversity-Threats. *ENCICLOPEDIA OF LIFE SCIENCES*. Nature publishing Group. www.els.net
- Tabarelli, M., Cardoso Da Silva, J. M. and Gascon, C. (2004). Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity and Conservation* 13: 1419-1425.
- Vargas, F. M. (1984). *Parques Nacionales de México y reservas equivalentes*. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, 266p.
- Wolseley, P. A. and Aguirre-Hudson, B. (1997). Fire in tropical dry forests: corticolous lichens as indicators of recent ecological changes in Thailand. *Journal of biogeography*. 24: 345-362.
- Zambrano-García, A., Nash III, T.H. and Herrera-Campos, M. A. (2000). Lichen Decline in Desierto de los Leones (Mexico city). *The bryologist*. 103: 428-441.