



Fundación
Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

doi

Estudio preliminar sobre las preferencias microambientales de líquenes y briófitos en la selva montana del Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina)

Preliminary study on the microenvironmental preferences of lichens and bryophytes in the montane forest of El Rey National Park (Salta, Argentina)

Borja, Claudia N.^{1*}; Florencia S. Alvarez Dalinger^{1,2}; Liliana B. Moraña¹

¹ Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Avenida Bolivia 5150, 4400 Salta Capital, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

* Autor corresponsal: <claudiaborja.unsa@gmail.com>

Resumen

La selva montana del Parque Nacional El Rey (PNER) se extiende sobre laderas húmedas entre los 950 y 1600 msnm, donde el estrato epífita adquiere una notable importancia, destacándose la presencia de musgos, líquenes, y pequeñas Bromeliaceae entre las epífitas vasculares. Dada la importancia del rol de las epífitas en estos ecosistemas y al efecto de las condiciones que presenta cada hospedero intrínsecamente para albergarlas, este trabajo analizó la relación de las comunidades de líquenes y briófitos en dos especies forofitas dominantes, teniendo en cuenta que diferentes tipos de forofitos determinan condiciones microambientales (microclimáticas y del micrositio) particulares. El área de estudio se ubicó en el sendero Pozo Verde. Se evaluaron los cambios en la cobertura de líquenes y briófitos en dos especies arbóreas representativas, *Ocotea porphyria* y *Juglans australis*. Para ello, se utilizó una grilla de 10 x 100 cm, colocada a 50 cm del nivel del suelo en cada una de las orientaciones cardinales de cada forofito. Se midieron las variables microambientales: temperatura, humedad, luminosidad, diámetro a la

► Ref. bibliográfica: Borja, C. N.; Alvarez Dalinger, F. S.; Moraña, L. B. 2025. Estudio preliminar sobre las preferencias microambientales de líquenes y briófitos en la selva montana del Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina). *Lilloa* 62 (1): 285-296. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2117>

► Recibido: 30 de enero 2025 – Aceptado: 13 de mayo 2025 – Publicado: 7 de junio 2025.

► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>



OPEN ACCESS

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

altura del pecho (DAP) y pH. Las variables microambientales se diferenciaron entre forofitos, en *O. porphyria* fueron superiores los parámetros del micrositio (DAP y pH) además de la temperatura, mientras que en *J. australis* resultó mayor la humedad relativa. Las abundancias de las comunidades epífitas variaron significativamente con el cambio de forofito. La cobertura de briófitos superó en ambos casos a la cobertura de líquenes, y el escaso desarrollo de estos últimos estuvo restringido hacia las formas crustosas y microfoliosas (microlíquenes). Estas diferencias estarían asociadas a la estructura vegetal diferente, lo que destaca la importancia del mosaico de vegetación presente en la selva montana del PNER en el resguardo de las comunidades epífitas umbrófilas.

Palabras clave: Briófitos; forofitos; líquenes.

Abstract

The montane forest of El Rey National Park (PNER) extends along humid slopes between 950 and 1600 meters above sea level, where the epiphytic stratum acquires notable importance, with the presence of mosses, lichens, and small Bromeliaceae species standing out among the vascular epiphytes. Given the importance of the role of epiphytes in these ecosystems and the effect of the conditions that each host intrinsically presents for harboring them, this study analyzed the relationship of lichen and bryophyte communities on two dominant phorophyte species, considering that different types of phorophytes determine specific microenvironmental (microclimatic and microsite) conditions. The study area was located along the Pozo Verde trail. Changes in the cover of lichens and bryophytes were evaluated on two representative tree species, *Ocotea porphyria* and *Juglans australis*. For this purpose, a 10 x 100 cm grid was used, placed 50 cm above ground level on each of the cardinal orientations of each phorophyte. The following microenvironmental variables were measured: temperature, humidity, light intensity, diameter at breast height (DBH), and pH. The microenvironmental variables differed between phorophytes: in *O. porphyria*, the microsite parameters (DBH and pH) as well as temperature were higher, while in *J. australis*, relative humidity was greater. The abundances of the epiphytic communities varied significantly with the change in phorophyte. Bryophyte cover exceeded lichen cover in both cases, and the limited development of the latter was restricted to crustose and microfoliose forms (microlichens). These differences may be associated with the different vegetative structure, highlighting the importance of the vegetation mosaic present in the montane forest of PNER in preserving shade-loving epiphytic communities.

Keywords: Bryophytes; lichens; phorophytes.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional El Rey (PNER) está ubicado dentro de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas (Cabrera, 1994), conocida también como selva tucumano-boliviana o selva tucumano-oranense. Estas selvas se forman como resultado de la sombra orográfica que provoca precipitaciones entre 1000 y 3000 mm anuales, concentradas principalmente en verano (Bianchi y Yañez, 1992). La descripción de ambientes para esta área protegida es la de Chalukián *et al.* (2007) quienes describen diez tipos considerando la fisonomía, la composición florística dominante y variables como grado de alteración y sucesión: bosques secundarios, bosques de cebil, selva de tipas, selva montana, bosques de pino del cerro, bosques de aliso, pastizales serranos, playas de inundación y bordes de arroyos, cuerpos de agua lénticos y ambientes alterados.

La selva montana ocupa laderas húmedas entre los 950 y 1600 msnm. Está formada por diferentes asociaciones de especies según la exposición y altitud. El estrato arbóreo incluye especies de gran porte como *Cedrela angustifolia* DC., *Ocotea porphyria* (Griseb.) van der Werff, *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg, *Juglans australis* Griseb y otras. El sotobosque está dominado por herbáceas, destacándose los helechos. El estrato epífita es importante, predominando musgos, líquenes y epífitas vasculares entre las que destacan las pequeñas Bromeliaceae.

Las epífitas no vasculares (líquenes y briófitos) constituyen un grupo poco estudiado y subestimado debido a su pequeño tamaño, al desconocimiento de su importancia ecológica y a las dificultades de muestreo (Gradstein *et al.*, 2003). Sin embargo, el interés en su conservación ha aumentado, con una mayor representación en los planes de manejo y las prioridades de conservación (Soto Medina *et al.*, 2023).

Estos organismos forman parte importante de la sucesión ecológica primaria, contribuyen sustancialmente a la diversidad de especies de plantas ya que facilitan la colonización y la sucesión de epífitas vasculares formando un sustrato adecuado para que las plántulas vasculares puedan establecerse (Affeld *et al.*, 2008). Además, contribuyen al ciclo del agua a través de las precipitaciones horizontales y pueden utilizarse como organismos bioindicadores de contaminación y perturbación (Conti y Cecchetti, 2001).

Las epífitas no vasculares dependen en gran medida de factores deterministas como el microclima mostrando cambios en la composición de su comunidad con pequeños cambios ambientales (Soto Medina *et al.*, 2023). Sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas dependen mucho de las características del forofito u hospedero, además de las condiciones ambientales donde se distribuye la comunidad hospedadora (Granados Sánchez *et al.*, 2003).

Algunos estudios evaluaron la preferencia de especies líquénicas por algún forofito particular (Zárate Arias *et al.*, 2019; Rosabal *et al.*, 2020), señalando que los líquenes exhiben preferencias por el sustrato, debido a las características de la corteza -entre ellas el pH- y del microclima (Oran y Öztürk, 2012; Garrido Benavent *et al.*, 2013).

Por su parte, los briófitos epífitos son un grupo altamente sensible a las condiciones microambientales. Los cambios relacionados con la humedad, luz y temperatura, producto de la alteración de los bosques determinan que aquellos de hábitats sombreados sean más vulnerables, mientras que los del dosel son más tolerantes al estrés por desecación. Adicionalmente, los factores relacionados con los rasgos del hospedador (DAP, pH y textura de la corteza) son factores limitantes (Guerra *et al.*, 2020).

Teniendo en cuenta la importante presencia de epífitos no vasculares en la selva montana del PNER y considerando la necesidad de poder contribuir al conocimiento sobre las condiciones que presenta cada hospedero intrínsecamente para albergarlos, se analizó la relación de las comunidades de líquenes y briófitos con dos de las especies forofitas dominantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y forofitos seleccionados.— Se seleccionó la zona correspondiente al sendero Pozo Verde (24°43'46"S; 64°41'31"O) desde su intersección con el sendero Chorro de Los Loros perteneciente a la selva montana del PNER (Fig. 1). En las márgenes del sendero, se seleccionaron dos especies forofitas dominantes, cinco ejemplares de *Ocotea porphyria* y cinco de *Juglans australis*, separadas a una distancia de 15 m, con DAP entre 35 y 50 cm.

Caracterización de los forofitos seleccionados.— *O. porphyria*: Árboles nativos. Elevación (msnm) Mín. 700 Máx. 1700, De 15-30 m de alto, troncos hasta 1,5 m de diámetro. Hojas alternas, con pecíolos de 1- 1,5 cm de largo. Flores perfectas, inconspicuas, de 3-4 mm de largo. Fruto: baya 1-seminada, elipsoide. *J. australis*: Árboles nativos. Elevación (msnm) Mín. 600 Máx. 1900. De 20-30 m de alto, con tronco de 50-80 cm de diámetro. Hojas de 30-50 cm de largo; folíolos de 3-15 × 1,5-4,5 cm. Drupas subglobosas de 3-4 cm de diámetro, endocarpo de 2,5-3 × 2 cm. Región Biogeográfica: Yungas.

Cobertura de líquenes y briófitos.— Se utilizaron grillas de muestreo de 10 x 100 cm, colocadas a 50 cm del nivel del suelo, orientadas según los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) en el tronco de cada forofito. Se registró en ellas la cobertura total de líquenes y la de briófitos. En el caso de los líquenes, se determinó, además, la cobertura de cada una de las formas de crecimiento o biotipos principales. Estas formas, tradicionalmente, se agrupan en tres: crustosos, foliosos y fruticosos (Nash, 2008), y están vin-

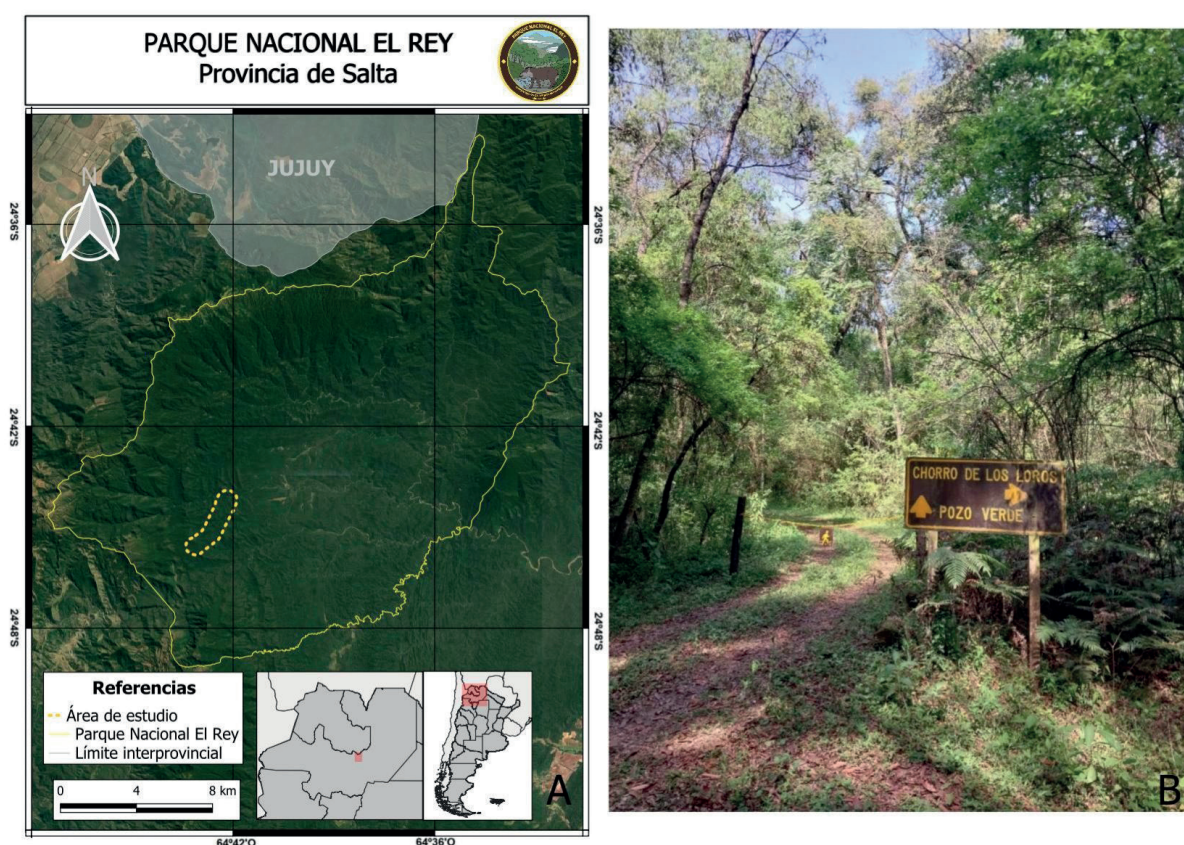


Fig. 1. Área de estudio. A) ubicación del sitio de muestreo en el Parque Nacional El Rey (Salta, Argentina). B) fotografía del sitio de muestreo.

Fig. 1. Study area. A) Location of the sampling site in El Rey National Park (Salta, Argentina). B) Photograph of the sampling site.

culadas a la adquisición de recursos en función de su tolerancia fisiológica a las condiciones ambientales locales (Garnier *et al.*, 2016).

Caracterización ambiental.— Las variables temperatura (°C), humedad (%) e intensidad lumínica (lux) se midieron en cada una de las cuatro orientaciones del forofito. Para estos parámetros microclimáticos se utilizó un medidor ambiental multifunción Lutron LM-8000^a (temperatura $\pm 1,2^{\circ}\text{C}$; humedad $\pm 4\%$; luminosidad ± 5). Entre las variables del micrositio, el DAP se registró con cinta métrica y el pH de la corteza aplicando el método de Mezger (1996) descrito en Pereira *et al.* (2014) utilizando un medidor multiparamétrico Oakton PC450 (± 0.01).

Análisis de datos.— El análisis estadístico para las variables microambientales se realizó utilizando el programa Infostat versión 2008 (Di Rienzo *et al.*, 2008). A fin de contrastar diferencias entre medias de dos muestras independientes, se utilizó T-test, cuando el conjunto de datos a analizar no cumplía con alguno de los supuestos para realizar la prueba paramétrica se utilizó la prueba de Mann-Whitney (U). Cuando se realizaron comparacio-

nes múltiples, como las comparaciones entre las distintas orientaciones del forofito, se realizó ANOVA, en los casos donde los datos no cumplían con alguno de los supuestos que exige el Análisis de la Varianza convencional, se recurrió a la estadística no paramétrica a través del Análisis de Varianza de un factor de Kruskal-Wallis (H).

Se ajustaron modelos lineales en el software R utilizando las variables cobertura de briófitos y líquenes como variables respuesta y especie y orientación como variables explicativas (modelo1 <- lm(Cobb ~ especie * orient y modelo2 <- lm(Cobl ~ especie * orient).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables microambientales

Las variables que presentaron diferencias significativas fueron pH, DAP, temperatura y humedad, las cuales fueron superiores en *O. porphyria* a excepción de la humedad que resultó mayor en *J. australis* (Tabla 1).

El pH de la corteza es característico de la especie entre las plantas leñosas (Hobohm, 1998), por lo que, al considerarse especies arbóreas diferentes, esta variable evidenció diferencias significativas entre ellas. La acidez de la corteza resulta determinante en la distribución de las comunidades líquénicas (Cáceres et al., 2007; Soto Medina et al., 2012; Simijaca et al., 2018) y de briófitas (Frahm et al., 2003; Pereyra et al., 2014). Sin embargo, se evidenció una falta de relación entre esta variable y la cobertura de las comunidades criptogámicas analizadas. De la misma forma, en un estudio realizado en Chile central, la riqueza de musgos, hepáticas y líquenes no se relacionó con el pH de las dos especies forofitas estudiadas, a pesar de las diferencias estadísticas entre el pH de las cortezas (Pereyra et al., 2014).

Tabla 1. Valores promedio de las variables microambientales registradas (OP: *Ocotea porphyria* y JA: *Juglans australis*; n.s: no significativo).

Table 1. Average values of the recorded microenvironmental variables (OP: *Ocotea porphyria* and JA: *Juglans australis*; n.s: not significant).

Variable	Forófito	Promedio	Desvío	Test	p
DAP (cm)	OP	43,54	3,58	T= 2,99	<0,05
	JA	33,22	5,02		
Temperatura(°C)	OP	26,40	2,77	T= 2,98	<0,05
	JA	24,56	2,36		
Humedad (%)	OP	62,90	5,99	T=-5,05	<0,05
	JA	80,75	5,59		
Luminosidad (lux)	OP	453,20	258,65	W= 365	n.s
	JA	538,30	575,54		
pH corteza	OP	7,93	0,23	W= 564	<0,05
	JA	7,41	0,69		

El DAP se relaciona con el desarrollo de los epífitos debido a un efecto especie-área, en el cual entre más grande sea el tronco hay una mayor probabilidad de que sea colonizado (Johansson *et al.*, 2007). Así, los mayores valores de DAP en *O. porphyria* podrían explicar el mayor desarrollo de líquenes (Fig. 2A). Sin embargo, la mayor abundancia de briófitos en *J. australis* donde los valores de DAP fueron menores podría ser atribuida a las diferencias en la cobertura del dosel (Upadhyay *et al.*, 2018).

Los valores de luminosidad registrados se encontraron por debajo del rango (701-1400 lux) reportado para un desarrollo favorable de líquenes (Rincón Espitia, 2011). Por el contrario, los briófitos prefieren estos estratos inferiores de los forofitos (tronco y base) debido a las condiciones microclimáticas que estas zonas presentan, como menor intensidad lumínica y mayor humedad (Gil Novoa y Morales Puentes, 2014).

La mayor cobertura de briófitos registrada en *J. australis* se corresponde también con su predominio en ambientes más frescos y húmedos, como en los bosques nubosos, donde estas epífitas prosperan debido a la estabilidad térmica y la alta humedad relativa (Soto Medina *et al.*, 2023).

En bosques montanos tropicales no alterados, se ha observado que la riqueza y cobertura de briófitos epífitos son mayores en áreas con alta humedad relativa, en contraposición, en los bosques alterados, con menor humedad y mayor exposición a la luz, muestran una reducción significativa (Guerra *et al.*, 2020).

Estos factores también son determinantes en la distribución de los líquenes; las zonas sombreadas y de elevada humedad permiten el desarrollo de formas crustosas en desmedro de las demás (Méndez y Vallejo, 2003). Estos talos repelen el agua creando una capa hidrófoba en la médula evitando con ello una sobresaturación que limitaría el éxito ecológico (Lakatos *et al.*, 2006).

Según la orientación cardinal del forofito se observó una falta de diferenciación entre las variables microambientales.

Cobertura de las comunidades epífitas

Los resultados muestran que la especie forofita afecta la cobertura de briófitos (ANOVA, $p=0,0428$) pero no de líquenes (ANOVA, $p=0,1172$), mientras que la orientación no influye. No se detectaron posibles interacciones entre los factores.

La cobertura promedio de líquenes registrada fue de $8,97 \pm 6,97\%$ en *O. porphyria* y $4,50 \pm 7\%$ en *J. australis*, con máximos de 32,50% y 27,50% respectivamente. La cobertura de briófitos superó ampliamente la cobertura de líquenes (Fig. 2A). En *O. porphyria* la cobertura promedio fue del 20% alcanzando valores máximos de 48,75%, mientras que en *J. australis* la cobertura promedio fue del 35,50% con máximos de 73,75%.

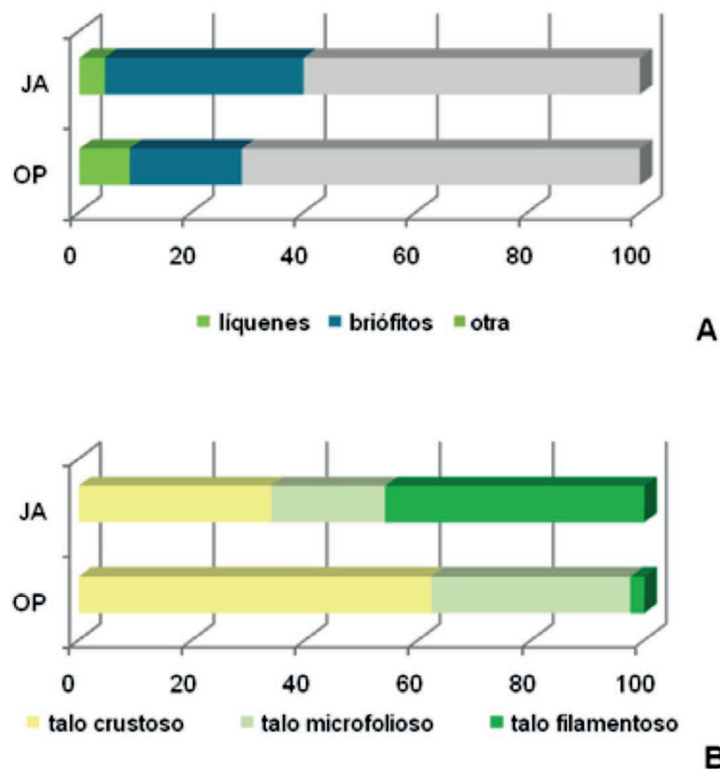


Fig. 2. Porcentaje de cobertura. A) De líquenes y briófitos. B) De las formas de crecimiento o biotipos de líquenes, en forófitos del PNER (OP: *Ocotea porphyria*, JA: *Juglans australis*, otra: porcentaje de superficie desnuda o cubierta por hongos no liquenizados).

Fig. 2. Percentage coverage. A) Of lichens and bryophytes. B) Of lichen growth forms or biotypes, on phorophytes from PNER (OP: *Ocotea porphyria*, JA: *Juglans australis*, other: percentage of surface bare or covered by non-lichenized fungi).

Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Soto Medina *et al.* (2012) en el Chocó biogeográfico de la zona del Valle del Cauca (Colombia), donde la alta cobertura de briófitos generó una baja cobertura de líquenes. Los briófitos tienden a ser abundantes en sitios húmedos (Lakatos *et al.*, 2006) e interactúan mediante una relación de competencia por espacio, restringiendo el desarrollo y afectando la composición de líquenes en dichas zonas (Kelly *et al.*, 2004; Díaz Escandón *et al.*, 2016).

De la misma manera, en los bosques sombríos del Parque Nacional Garajonay (España), los grandes troncos de la laurisilva se encuentran cubiertos de briófitos y sólo algunos pequeños líquenes (microlíquenes) llegan a sobrevivir (Etayo, 1998). Los macrolíquenes, en cambio, tienden a migrar hacia el dosel de los árboles al invertir más energía en la formación de sus talos (Araujo, 2016).

El predominio de talos crustosos (Fig. 2B), podría explicarse por el hecho de que este biotipo suele tener estrategias ecológicas desde ruderales hasta tolerantes al estrés, es decir, que varían entre zonas con alta perturbación y bajo estrés, hasta aquellas de baja perturbación y alto estrés (Rogers, 1990).

Esta última condición se presenta en los sotobosques o sitios cerrados (Lakatos *et al.*, 2006; Rincón Espitia, 2011) caracterizados por un alto estrés debido a la baja incidencia de luz, pero con baja perturbación en términos de la fluctuación de humedad (Cárdenas Henao, 2017). Así, también la presencia de talos filamentosos en ambos forofitos, con predominio en *J. australis*, se ha señalado como indicadora de ambientes con elevada humedad y baja luminosidad (Nash, 2008).

La cobertura total de líquenes y briófitos no se diferenció entre las orientaciones cardinales en correspondencia con la falta de diferenciación registrada en las variables microambientales. Se ha informado que aquellos parámetros tales como la especie forofita o las diferentes alturas del tronco, suelen resultar de mayor peso que la orientación cardinal (Molina Moreno y Probanza, 1992).

CONCLUSIONES

Las especies forofitas presentaron diferencias microambientales. En *O. porphyria* se registraron los mayores valores de las variables del micrositio (DAP y pH) y de temperatura, mientras que la humedad fue superior en *J. australis*.

Las comunidades epífitas variaron con el cambio de forofito. Si bien los briófitos dominaron sobre los líquenes en ambos forofitos, en *J. australis* alcanzaron mayor desarrollo y la cobertura de líquenes resultó inferior a *O. porphyria*.

Las condiciones microambientales características de la zona estudiada, baja luminosidad, elevada humedad, estabilidad térmica, promovieron el mayor desarrollo de briófitos en desmedro de una baja abundancia de líquenes restringidos hacia talos crustosos y microfoliosos (microlíquenes).

Las diferencias presentadas en las variables microambientales y en la composición de los epífitos serían consecuencia de la estructura vegetal diferente. Estos resultados evidencian la importancia del mosaico de vegetación presente en la selva montana del PNER en el resguardo de las comunidades epífitas umbrófilas.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declararan que no presentan ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Affeld, K., Sullivan, J., Worner, S. P. y Didham, R. K. (2008). ¿Es posible predecir la variación espacial en la diversidad de epífitas y la estructura de la comunidad únicamente mediante el muestreo de epífitas vasculares?. *Journal of Biogeography* 35: 2274-2288.
- Araujo, E. (2016). Sistemática integrada del género “*Usnea*” Dill.” Ex” Adans. [Doctoral dissertation]. Universidad Complutense de Madrid.
- Bianchi A. R. y Yáñez, C. E. (1992). Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA EEA Salta, 2ª ed.
- Cabrera, A. L. (1994). Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Primera reimpresión. Tomo II. Fascículo 1. Ed. ACME S.A.C.I. Buenos Aires.
- Cáceres, M., Lücking, R. y 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>
- Cárdenas Henao, L. M. (2017). Hongos liquenizados: adaptaciones y estrategias ecológicas. Seminario de grado de Maestría. Universidad Central de Venezuela.
- Chalukian, S. C., Cusato, L. I. y Malmierca, L. M. E. (2007). Ambientes y flora del Parque Nacional El Rey, Salta, Argentina.
- Conti, M. E. y Cecchetti, G. (2001). Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment - a review. *Environmental Pollution* 114 (3): 471-92.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2008). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz Escandón, D., Soto Medina, E., Lücking, R. y Silverstone Sopkin, P. (2016). Corticolous lichens as environmental indicators of natural sulphur emissions near the sulphur mine El Vinagre (Cauca, Colombia). *The Lichenologist* 46: 1-16. <https://doi.org/10.1017/S0024282915000535>
- Etayo, J. 1998. Aportación a la flora líquénica de las Islas Canarias. iv. Líquenes epífitos de La Gomera. *Tropical Bryology* 14: 85-107.
- Frahm, J., O'Shea, B., Pócs, T., Koponen, T., Piippo, S., Enroth, J., Rao, P. y Fang, Y.M. (2003). Manual of tropical bryology. *Tropical Bryology* 23: 1-196.
- Garnier, E., Navas, M. L. y Grigulis, K. (2016). Plant functional diversity: organism traits, community structure, and ecosystem properties. Oxford University Press, New York, US.

- Garrido Benavent, I., Llop, E. y Gómez Bolea, A. (2013). Catálogo de los líquenes epífitos de *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia* de la Vall d'Albaida (Valencia, España). *Botánica Complutensis* 37: 27-33.
- Gil Novoa, J. E. y Morales Puentes, M. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Biología Tropical* 62 (2): 719-727. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000100026&lng=en&tlng=es
- Gradstein, S., Nadkarni, N., Krömer, T., Holz, I. y Nöske, N. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. *Selbyana* 24: 105-111.
- Granados Sánchez, D., López Ríos, G. F., Hernández García, M. A. y Sánchez González, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 9 (2): 101-111.
- Guerra, G., Arrocha, C., Rodríguez, G., Déleg, J. y Benítez, A. (2020). Briófitos en los troncos de árboles como indicadores de la alteración en bosques montanos de Panamá. *Biología Tropical* 68 (2): 492-502.
- Hobohm, C. (1998). Epiphytische Kryptogamen und pH-Wert- ein Beitrag zur ökologischen Charakterisierung von Borkenoberflächen. *Herzogia* 13: 107-111.
- Johansson, P. (2007). Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life-history traits in southern Sweden. *Ecoscience* 14: 81-91. [https://doi.org/10.2980/1195-6860\(2007\)14\[81:TARWEL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2980/1195-6860(2007)14[81:TARWEL]2.0.CO;2)
- Kelly, D. L., O'Donovan, G., Feehan, J., Murphy, S., Drangeid, S. O. y Marciano Berti, L. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Tropical Ecology* 20: 643-666. <https://doi.org/10.1017/S0266467404001671>
- Lakatos, M., Rascher, U. y Budel, B. (2006). Características funcionales de líquenes cortícolas en el sotobosque de una tierra baja tropical. *Nuevo fitólogo* 172: 679-695. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01871.x>
- Méndez, P. y Vallejo, M. (2003). Evaluación de la presencia o ausencia de líquenes foliosos cortícolas en las especies *Pinus oocarpa* y *Heliocarpus popayanensis* en el Jardín Botánico de Popayán, Cauca (Doctoral dissertation). Fundación Universitaria de Popayán. Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Ecología.
- Mezger, U. (1996). Biomonitoring mit epilithischen und epiphytischen Flechten in einem Belastungsgebiet (Berlin). Ein Vergleich. *Bibliotheca Lichenologica* 63: 1-164.
- Molina Moreno, J. R. y Probanza, A. (1992). Pautas de distribución de biocenosis líquénicas epífitas de un robledal de Somosierra, Madrid. *Botánica Complutensis* 17: 65-78.
- Nash, T. (2008). Lichen biology. Second Edition. New York: Cambridge University Press.
- Oran, S. y Öztürk, S. (2012). Epiphytic lichen diversity on *Quercus cerris* and *Q. frainetto* in the Marmara region (Turkey). *Tübitak* 36: 175-190.

- Pereira, I., Müller, F. y Moya, M. (2014). Influencia del pH de la corteza de *Nothofagus* sobre la riqueza de líquenes y briófitos, Chile central. *Gayana Botanica* 71 (1):120-130.
- Rincón Espitia, A. J. (2011). Composición de la flora de líquenes corticícolas en el Caribe colombiano. Tesis Magíster en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia.
- Rogers, R. W. (1990). Ecological strategies of lichens. *Lichenologist* 22 (2): 149-162.
- Rosabal, D., Burgaz, A. R. y Reyes, O. J. (2020). Substrate preferences and phorophyte specificity of corticolous lichens on five tree species of the montane rainforest of Gran Piedra, Santiago de Cuba. *The Bryologist* 116 (2): 113-121.
- Simijaca, D., Moncada, B. y Lücking, R. (2018). Bosque de roble o plantación de coníferas, ¿qué prefieren los líquenes epífitos? *Colombia Forestal* 21 (2): 123-141. <https://doi.org/10.14483/2256201X.12575>
- Soto Medina, E., Lücking, R. y Bolaños Rojas, A. (2012). Especificidad de forofito y preferencias microambientales de los líquenes cortícolas en cinco forofitos del bosque premontano de finca Zíngara, Cali, Colombia. *Biología Tropical* 60 (2): 843-856. <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i2.4017>
- Soto Medina, E., Montoya C., Castaño, A. y Granobles J. (2023). Patrones de diversidad de epífitas vasculares y no vasculares en el bosque seco tropical. *Biología tropical* 71 (1): e53522. <http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.53522>
- Upadhyay, S., Jugran, A. K., Joshi, Y., Suyan, R. y Rawal, R. S. (2018). Ecological variables influencing the diversity and distribution of macrolichens colonizing *Quercus leucotrichophora* in Uttarakhand forest. *Journal of mountain science* 15 (2): 307-318.
- Zárate Arias, N., Moreno Palacios, M. y Torres Benítez, A. (2019). Diversidad, especificidad de forofito y preferencias microambientales de líquenes cortícolas de un bosque subandino en la región Centro de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 43: 737-74.