

Especies de hongos liquenizados asociadas a diferentes usos de suelo en el partido de Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina)

Rocío GARCÍA, Maira GOLLO, Elizabeth VILLAGRA & Jonatan GOMEZ*

Departamento de Cs. Básicas, Universidad Nacional de Luján (UNLu), Ruta 7 y Constitución, Luján, 6700, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Autor de correspondencia: gomezjonatanjose@yahoo.com.ar

Abstract: Species of lichenized fungi associated with different land uses in the Luján district (Buenos Aires Province, Argentina). In the district of Luján (Buenos Aires Province, Argentina), the lichen community is almost unknown. Even more unknown is its relationship with the different land uses. The objectives of the present work are: (1) to identify the species of lichenized fungi associated with the different land uses within the territory belonging to this district and (2) to extend the knowledge about the lichenized fungi community of the district. Corticolous lichenized fungi have been surveyed in areas with different land uses (urban, residential, and agricultural) and the association between the recorded species has been statistically explored, as well as the identity of indicator species for each type of land use. A total of 41 species were recorded. All indicator species recorded here are considered toxitolerant. The Urban zone can be clearly separated from the other zones by the presence of the species that inhabit it. The Agricultural and Residential zones cannot be clearly separated. The Residential zone is surrounded by large areas of agricultural and livestock use. This situation is common in the town of Luján, where the transition from residential to agricultural areas is abrupt and this would explain the difficulty in separating the agricultural and residential areas through their lichenized fungi community. In the present work, we are able to determine which are the indicator species of each zone according to their land use and for the first time we list corticolous lichenized fungi species belonging to the Luján district.

Keywords: bioindicadores, land use, lichens, richness, toxitolerance.

Resumen: En el partido de Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina) la comunidad de líquenes es casi desconocida. Aún más desconocida es su relación con los diferentes usos del suelo. Los objetivos del presente trabajo son: (1) identificar las especies de hongos liquenizados asociados a los diferentes usos del suelo dentro del territorio perteneciente a este partido y (2) ampliar el conocimiento sobre dicha comunidad. Se relevaron los hongos liquenizados cortícolas en zonas con diferente uso del suelo (Casco Urbano, Residencial y Agropecuario) y se exploró estadísticamente la asociación entre las especies registradas, así como la identidad de aquellas especies indicadoras para cada tipo de uso del suelo. Un total de 41 especies fueron registradas. Todas las especies indicadoras registradas aquí son consideradas toxitolerantes. La zona Casco Fundacional puede ser claramente separada del resto de zonas por la presencia de las especies que la habitan. La zona Agropecuaria y Residencial no pueden ser separadas claramente. La zona Residencial está rodeada de superficies de uso Agropecuario amplias. Esta situación es común en la localidad de Luján, donde el paso de zonas residenciales a agropecuarias es abrupto, y esto explicaría, la dificultad de separar las zonas agropecuarias de las residenciales a través de su comunidad de hongos liquenizados. En el presente trabajo, se logró determinar cuáles son las especies indicadoras de cada zona según su uso del suelo y se lista por primera vez especies de hongo liquenizados cortícolas pertenecientes al partido de Luján.

Palabras Claves: bioindicadores, líquenes, riqueza, toxitolerancia, uso del suelo.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades biológicas difícilmente escapan al accionar de las actividades humanas. Los estudios que consideran al uso de suelo como parte de las fuerzas que moldean y determinan la composición de las comunidades biológicas

son cada vez más frecuentes (Karp *et al.*, 2018; Jakovac *et al.*, 2021; Romdhane *et al.*, 2022). Los hongos liquenizados, organismos simbióticos complejos que consisten en asociaciones entre hongos (micobiontes) y algas o cianobacterias (fotobiontes) (Grube & Berg, 2009), forman parte de las comunidades más afectadas por los

cambios en el uso del suelo. Existen numerosos estudios que relacionan la composición de comunidades de hongos liquenizados con diferentes tipos de usos de suelo (Stofer *et al.*, 2006; Pinho *et al.*, 2012; Chuquimarca *et al.*, 2019; Filippini *et al.*, 2020; Rai *et al.*, 2021). Los diferentes tipos de usos del suelo generan distintos efectos sobre las comunidades de hongos liquenizados. Según Zarabska-Bożejewicz & Kujawa (2018) los paisajes agropecuarios pueden afectar la diversidad funcional de hongos liquenizados. Por otro lado, en áreas de uso agropecuario en la República Argentina, podemos encontrar especies que son severamente afectadas por el uso de agroquímicos, tales como *Usnea amblyoclada* (Carrera & Carreras, 2011) mientras que otras resultan tolerantes a estas condiciones (Filippini *et al.*, 2020), como tal es el caso de *Ramalina celastri* (Krog & Swinscow, 1976).

Los hongos liquenizados pueden ser una valiosa herramienta para monitorizar los cambios ambientales en los entornos urbanos (Koch *et al.*, 2019). En este sentido, se han encontrado diferencias sobre los rasgos del fotobionte y la forma de crecimiento del hongo liquenizado en respuesta a la densidad de las urbanizaciones (Koch *et al.*, 2019). En la Argentina existen numerosos trabajos en los que se han estudiado las comunidades de hongos liquenizados en relación con las urbanizaciones y sus cambios asociados (*e.g.*, González *et al.*, 1998; Carreras *et al.*, 2005; Mateos & Gonzalez 2016; Marié *et al.*, 2016).

El partido de Luján, en la provincia de Buenos Aires, está conformado por pequeñas localidades emplazadas en una vasta matriz agropecuaria. En base a las diferentes intervenciones y acciones en el territorio, podemos encontrar en líneas generales tres tipos de uso del suelo: Agropecuario o Agrícola, Residencial y Urbano (Código de Ordenamiento Urbano, 2019). Esta caracterización ha permitido la exploración de la asociación de los diferentes usos del suelo con la biodiversidad local (Di Ciocco *et al.*, 2014; Gantes *et al.*, 2014; Sarti *et al.*, 2022). Particularmente para dicho partido, existe una única referencia sobre la composición de la comunidad de líquenes locales (Bardelás, 2012) para la cual se registraron siete especies de líquenes cortícolas. Por lo tanto, hasta el momento, las comunidades de hongos liquenizados no han sido exploradas en profundidad y, particularmente, no existen trabajos que las relacionen con los diferentes usos del suelo.

En este marco, el objetivo del presente trabajo es identificar las especies de hongos liqueniza-

dos asociadas a diferente uso del suelo dentro del territorio perteneciente a Luján. Los resultados obtenidos permitirán obtener, por primera vez, información referente a la composición de la comunidad de hongos liquenizados locales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde al Partido de Luján, ubicado en la Provincia de Buenos Aires al Oeste de la Ciudad de Buenos Aires, entre los 34° 20' - 34° 54' Latitud Sur y los 58° 55' - 59° 20' Longitud Oeste. Cuenta con una superficie de 777,13 km² (Bonvecchi *et al.*, 2006). Tiene una población estimada de 120.000 habitantes y se encuentra ubicada a 67 km de la ciudad de Buenos Aires, República Argentina. Este partido se asienta sobre la Pampa Ondulada (Ferro & Minaverri, 2019) y forma parte de la cuenca media del río Luján. El clima, de acuerdo con la clasificación climática de Köepen, es templado húmedo con veranos muy cálidos (Carballo & Goldberg, 2014). El partido de Luján forma parte de una gran matriz agropecuaria donde los cultivos son los que ocupan la mayor superficie (Bonvecchi *et al.*, 2006).

Utilizando como base el Código de Ordenamiento Urbano (2019) del partido de Luján, en el presente trabajo se relevaron tres zonas: Casco Fundacional Extendido (CFE), Zona Agropecuaria Extensiva (ZAE), Zona Residencial (ZR). En base a esta Zonificación, la ZAE es definida como promotora del desarrollo de actividades agropecuarias intensivas y de la transición entre la ciudad y el campo. La zona del CFE contiene el casco fundacional de la localidad de Luján e incluye la zona residencial adyacente que presenta la mayor actividad comercial, de tránsito y actividades humanas de la ciudad de Luján (Fig. 1). Las ZR son aquellas en las que se prioriza la localización de viviendas con el fin de garantizar y preservar las buenas condiciones de habitabilidad. Para este estudio escogimos a Villa Flandria Norte (Localmente denominada "Pueblo Nuevo") como representante de la ZR, los campos experimentales de la Universidad Nacional de Luján (UNLu) como representante de la ZAE y el Casco Urbano de la localidad de Luján, como representante de la zona del CFE (Fig. 1).

Muestreo

Cada una de las zonas de estudio fue dividida en celdas de 0,25 km². Dentro de cada área



Fig. 1. (A) Posición del área de estudio dentro de la provincia de Bs. As., Argentina. (B) Área y zonas de estudio dentro del partido de Luján.

se seleccionaron al azar tres celdas. Estas celdas fueron denominadas “sitios”. Dentro de cada uno de los sitios se seleccionaron entre 7 y 20 forófitos (árboles en los que crecen los hongos liquenizados) (Fig. 1) que cumplieron con los siguientes requisitos: organismo aparentemente vivo, diámetro del tronco a altura del pecho (1,50 m) igual o mayor a 10 cm, sin daños en la corteza particularmente en la zona de extracción de muestras, y con tronco sin pinturas ni cartelerías sobre su superficie. El diseño original del muestreo implicaba la selección de 20 árboles por celda. Sin embargo, dada que la elección de las celdas fue al azar, en número de árboles disponibles fue variable, encontrando en una de las celdas un máximo de 7 árboles que cumplían con todos requisitos mencionados. La conformación de especies del arbolado en las zonas bajo estudio es significativamente heterogénea y no fue posible utilizar una sola especie arbórea para muestrear en todos los tipos de uso de suelo (ver Análisis estadístico).

Durante el muestreo se determinó la presencia de cada especie de hongo liquenizado creciendo sobre cada forófito muestreado. Los datos se obtuvieron mediante el uso de un rectángulo de cartón de 10×50 cm (Ochoa-Jiménez *et al.*, 2015). Este rectángulo se colocó sistemáticamente en el lado del tronco con mayor cobertura de líquenes visibles en cada árbol (Sáenz *et al.*, 2007), con el borde superior a 1,5 m sobre el suelo (Sáenz *et al.*, 2007; Estrabou *et al.*, 2005). Se realizaron en total siete campañas a lo largo de seis meses (2019–2020). La información obtenida por rectángulo fue la siguiente: fecha de registro, ubi-

cación geográfica, tipo de corteza del forófito (rugoso, liso), forófitos caducifolios o perennes y por último la presencia de cada una de las especies de hongos liquenizados identificados. La identificación de los hongos liquenizados se realizó utilizando como referencia la colección depositada en “Laboratorio B” perteneciente a la UNLU. Además, se efectuaron reacciones puntuales de color con hidróxido de potasio (K) y de hipoclorito de sodio (C) para la identificación de las sustancias líquénicas las cuales además han sido utilizadas con mucha frecuencia para la identificación de especies (*e.g.*, Suebsri & Wanchai, 2021; Fayyaz *et al.*, 2022; Rosli & Zulkifly, 2022). Los diferentes caracteres morfológicos (Grassi, 1950; Osorio, 1976; Adler, 1992; Scutari, 1992; Scutari, 1995; Scutari & Theinhardt, 2001; Calvelo & Liberatore 2002) se observaron mediante microscopio estereoscópico Zeiss STEMI 2000C. Por último, se construyó una curva de acumulación de especies para determinar si el muestreo fue capaz de relevar la totalidad o la mayor parte de las especies del conjunto de las zonas de muestreo.

Análisis estadístico

Se aplicó un escalamiento multidimensional no métrico utilizando dos índices de asociación (Bray-Curtis y Morisita). En el nuevo espacio de ordenación se representaron los sitios ordenados según la frecuencia de cada una de las especies de hongos liquenizados registrados (número de forófitos que presentaron presencia de una especie). Solo se representaron en el espacio de ordenación los vectores de aquellas especies con un aporte significativo a la construcción del espacio de ordena-

miento, traducido en un valor de $p < 0,05$. En este análisis se incluyeron covariables complementarias en cada una de las celdas con el objetivo de determinar si alguna de las mismas presenta algún efecto sobre la ordenación. Las covariables incluidas fueron: (1) frecuencia de forófitos con corteza lisa, (2) frecuencia de forófitos con corteza rugosa, (3) frecuencia de forófitos perennes y (4) frecuencia de forófitos caducifolios. Se realizó un análisis de especies indicadoras medido con el coeficiente phi de Pearson para explorar qué especies de hongos liquenizados están relacionadas con cada una de las zonas (Wietrzyk-Pelka *et al.*, 2018). Los análisis estadísticos se realizaron con CRAN R-3.4.2.

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 202 registros (ocurrencias de especies) de hongos liquenizados en el área de estudio, 55 de los cuales correspondieron al Casco Fundacional Extendido, 75 a la zona Residencial y 72 a la zona Agropecuaria Extensiva (Tabla 1). Un total de 23 géneros fueron registrados. Los géneros más frecuentes fueron *Physcia* (Michaux, 1803) con 39 registros (CFE: 14, ZR: 15, ZAE: 10) *Candelaria* (Massalongo, 1852) con 26 registros (CFE: 16, ZR: 9, ZAE: 1), *Phaeophyscia* (Moberg, 1977) con 23 registros (CFE: 16, ZR: 4, ZAE: 3), *Caloplaca* (Fries, 1860) con 21 registros (CFE: 0, ZR: 12, ZAE: 9) e *Hyperphyscia* (Argoviensis, 1894) con 16 registros (CFE: 4, ZR: 7, ZAE: 5). En total, se encontraron 41 especies de hongos liquenizados. La curva de acumulación de especies indica que a través del muestreo se han relevado la mayoría de las especies del área de estudio (Fig. 2).

El análisis de ordenamiento indica que el Casco Fundacional Extendido se separó claramente de las restantes zonas (Fig. 3). Ninguna de las covariables aportó significativamente al espacio de ordenamiento ($p > 0,05$). Las zonas Residencial y Agropecuaria Extensiva no pudieron ser claramente separadas en el espacio de ordenamiento (Fig. 3). El Casco Fundacional Extendido y la zona Residencial presentaron solo una especie indicadora, *Phaeophyscia hirsuta* (Esslinger, 1978) y *Hyperphyscia Syncolla* (Kalb, 1983), respectivamente (Tabla 2). El análisis de escalamiento multidimensional no métrico mostró un resultado similar donde *Phaeophyscia hirsuta* está fuertemente vinculada a los sitios dentro de la zona del Casco Fundacional Extendido. Sin embargo, a través de este análisis, no se observa una clara separación entre los sitios dentro

de la zona Agropecuaria Extensiva con respecto a la zona Residencial (Fig. 3). Al observar la distribución de los sitios y su relación con las especies con respecto al primer eje de coordenadas, podemos observar que las especies *Caloplaca scabrada* (Magnusson, 1950) y *Physcia lacinulata* (Argoviensis, 1891) están relacionadas negativamente con dicho eje y se presentan en oposición a los sitios correspondientes al Casco Fundacional (Fig. 3). La especie *C. scabrada* también se presenta como especie indicadora de la intersección entre las zonas Agropecuaria y Residencial (Tabla 2). Se registraron tres especies comunes entre la zona Residencial y la Agropecuaria Extensiva (Tabla 2). La zona Residencial comparte una única especie con la zona del Casco Fundacional Extendido: *Candelaria concolor* (Arnold, 1879); mientras que la zona Agropecuaria Extensiva no presenta especies indicadoras (Tabla 2).

DISCUSIÓN

Casi todas las especies indicadores registradas aquí han sido frecuentemente relacionadas a usos del suelo relacionado a actividades humanas (ver descripción de especies). Este tipo de especies pueden tolerar altos niveles de contaminación, pero desaparecerían si las condiciones cambian (Fernández-Salegui *et al.*, 2007). Haremos una breve mención a cada una de ellas. Entre paréntesis, a continuación del nombre de la especie, se indica a que zona está se relaciona la misma.

***Phaeophyscia hirsuta* (CFE).** Esta especie es cosmopolita (Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad, 2022). Desde los años 80 se reconoce a *P. hirsuta* como una especie afín a sustratos con enriquecimiento por nutrientes (Atienza & Barreno, 1989; Frati *et al.*, 2007). McCune *et al.* (1998) determinó que esta especie es indicadora de zonas Urbanas e Industriales en Colorado, Estados Unidos. Munzi *et al.* (2014) incluyen a *P. hirsuta* como especie indicadora de un área metropolitana en Lisboa en el suroeste de Europa. Esto es coincidente con los resultados encontrados en el presente trabajo, donde *P. hirsuta* es la única especie indicadora del área del Casco Fundacional Extendido (Tab. 2). Según Scutari (1995), esta especie es rara en la provincia de Buenos Aires, creciendo mezclada con los talos de *P. chloantha*. En la localidad de Luján, esta especie solo ha sido registrada en el Casco Fundacional Extendido (Tab. 1). En la República Argentina, *P. hirsuta*, ha sido registrada en ambientes relativamente poco per-

Tabla 1. Especies registradas en el área de estudio. Se presenta la frecuencia (número de árboles o forófitos en los que se ha registrado). Entre paréntesis se indica el número de forófitos muestreados. Abreviaturas: CFE, Casco Fundacional Extendido; ZR, Residencial; ZAE, Agropecuaria Estricta.

Especies	CFE			ZR			ZAE		
	Sitios			Sitios			Sitios		
	1(16)	2(15)	3(15)	1(7)	2(20)	3(14)	1(14)	2(14)	3(13)
<i>Bacidia heterochroa</i> (Müll. Arg.) Zahlbr.	0	0	0	1	2	1	2	2	0
<i>Bagliettoa calciseda</i> (DC.) Gueidan & Cl. Roux	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lecanora erythrantha</i> Tuck.	0	0	0	1	3	0	2	3	0
<i>Caloplaca scabrida</i> H. Magn.	0	0	0	0	4	4	0	0	4
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	7	1	7	0	6	1	1	0	0
<i>Candelaria fibrosa</i> (Fr.) Müll. Arg.	1	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Parmotrema consors</i> (Nyl.) Krog & Swinscow	0	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Parmotrema ventanicum</i> (Adler & Elix) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Elix & Lumbsch	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J.R.Laundon	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Coenogonium pyrophthalmum</i> (Mont.) Lücking, Aptroot & Sipman	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Dirinaria applanata</i> (Fée) D.D. Awasthi	0	0	0	1	1	0	0	3	2
<i>Dirinaria confluens</i> (Fr.) D.D. Awasthi	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Heterodermia diademata</i> (Taylor) D.D. Awasthi	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Hyperphyscia coralloidea</i> (Lyngé) Scutari	0	1	0	0	0	1	2	1	0
<i>Hyperphyscia granulata</i> (Poelt) Moberg	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperphyscia pruinosa</i> Moberg	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperphyscia syncolla</i> (Tuck. ex Nyl.) Kalb	0	0	0	2	2	1	1	0	0
<i>Polyozosia albescens</i> (Hoffm.) S.Y. Kondr., Lőkös & Farkas	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Röhl.	0	0	0	2	1	2	0	3	1
<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Lecanora neonashii</i> Lumbsch.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Myelochroa lindmanii</i> (Lyngé) Elix & Hale	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	0	0	0	1	0	2	1	0	0
<i>Physciella chloantha</i> (Ach.) Essl.	1	2	3	0	3	1	1	0	2
<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) COMPLETAR	4	3	3	0	0	0	0	0	0
<i>Physcia alba</i> (Fée) Müll. Arg.	0	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Physcia biziana</i> (A. Massal.) Zahlbr.	1	1	1	0	3	1	3	1	0
<i>Physcia crispa</i> Nyl.	0	1	2	0	1	0	0	0	0
<i>Physcia erumpens</i> Moberg	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Physcia lacinulata</i> Müll. Arg.	0	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>Physcia sinuosa</i> Moberg	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Physcia undulata</i> Moberg	3	2	0	1	5	0	0	0	2
<i>Punctelia constantimontium</i> Sérus.	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Punctelia microsticta</i> Müll. Arg.	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pyxine petricola</i> Nyl.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ramalina elastris</i> (Spreng.) A. Massal.	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Orcularia insperata</i> (Nyl.) Kalb & Giralt	0	0	0	0	2	0	0	4	0
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Oxneria fallax</i> (Arnold) S.Y. Kondr. & Kärnefelt	0	3	0	2	0	0	0	4	0

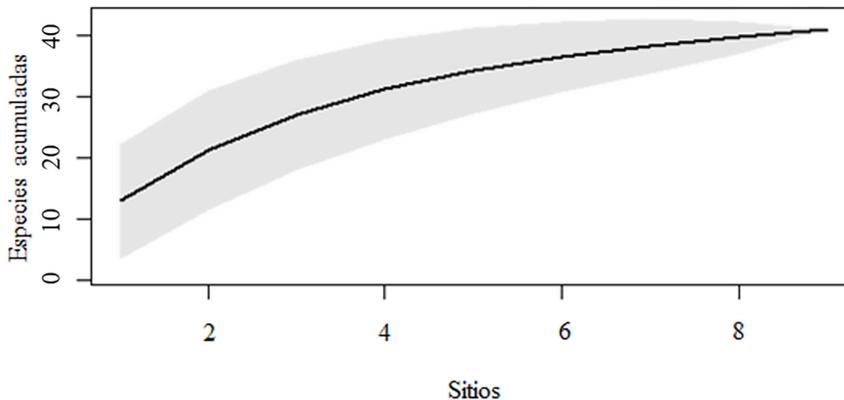


Fig. 2. Curva de acumulación de especies para los 9 sitios relevados en toda el área de estudio (todas las zonas en conjunto).

turbados como Sierra Chica, Córdoba, Argentina (Estrabou & García, 1995), así como como en ambientes urbanos (García, 2018).

***Hyperphyscia syncolla* (ZR).** Esta especie ha sido mencionada en otros estudios como indicadora de zonas urbanas (Estrabou *et al.*, 2005; Canseco *et al.*, 2006; Filippini, 2017). Nuestros resultados soportan esta afirmación, aunque parcialmente. En nuestro estudio, *H. syncolla* no fue registrada en el Casco Fundacional Extendido. En cambio, esta especie fue registrada frecuentemente en la zona Residencial (Tabla 1). Según Estrabou *et al.* (2005) aunque las zonas urbanas pueden reducir la fertilidad de esta especie, esto no interfiere en la presencia de la misma. Este resultado, se opone a la ausencia de *H. syncolla* en el Casco Fundacional. Sin embargo, como menciona Filippini (2017) es posible que existan factores desconocidos hasta el momento que puedan reducir o eliminar la presencia de esta especie en algunas zonas urbanas. Esta última autora, por ejemplo, registró la presencia de espacios verdes urbanos como un factor que impacta negativamente en la presencia de *H. syncolla*.

***Candelaria concolor* (ZR + CFE).** Esta es una especie cosmopolita (Er *et al.*, 2015) frecuente en ambientes urbanos, considerada toxitolero, capaz de colonizar en los límites de los desiertos líquénicos (Conti & Cecchetti, 2001; Nimis *et al.*, 2002; LijteRoff *et al.*, 2009). Su frecuencia disminuye al aumentar la ruralidad de las zonas de estudio, es decir, desde la zona del Casco Fundacional Extendido hasta la zona

Agropecuaria Extensiva, pasando por la zona Residencial (Tabla 1). Esto coincide con los descrito por Filippini (2017), donde la frecuencia de *C. concolor* disminuye al aumentar las áreas cultivadas. Una posible razón de este patrón puede estar relacionada con el aumento del pH en los sustratos dentro de las matrices agropecuarias, donde la producción de compuestos nitrogenados, como el amoníaco, es dominante (Sparrius, 2007). *Candelaria concolor* es una especie que frecuentemente se asocia a sustratos ácidos (Reed, 2006) por lo que su presencia debería verse afectada en matrices agropecuarias donde el pH de los sustratos aumenta.

***Lecanora argentata* (Röhling, 1813) (ZR + AE).** Esta especie cosmopolita de distribución templada a subtropical ha sido registrada frecuentemente en forófitos con corteza lisa, ligeramente ácida, caducifolios, en ambientes abiertos y bien iluminados (Malíček, 2014). En la Argentina ha sido encontrada en regiones templadas a subtropicales de las provincias fitogeográficas de las Yungas, Puneña, Chaqueña y Pampeana (Lumbsch, 1994; Guderley & Lumbsch, 1999; De la Rosa & Messuti, 2014). Habita en sustratos moderadamente enriquecidos con nutrientes (Ungethüm *et al.*, 2011). Esta especie se propaga en hábitats poco a moderadamente perturbados (Agnan *et al.*, 2017).

***Caloplaca scabrida* (ZR + ZAE).** Osorio (1970) reportó a esta especie por primera vez en la provincia de Buenos Aires sobre corteza. Desde entonces, esta especie solo ha sido regis-

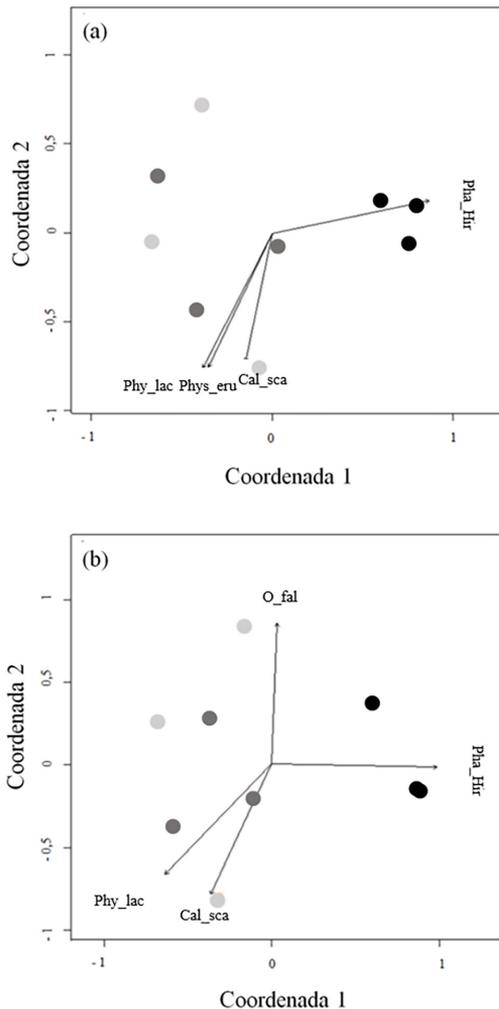


Fig. 3. (A–B) Escalamiento multidimensional no métrico de los sitios de muestreo, ordenamos según la frecuencia de ocurrencia de las especies de líquenes registrados en los forófitos: índices diferentes de similitud (A) Bray-Curtis y (B) Morisita. Abreviaturas: Pha_Hir, *Phaeophyscia hirsuta*; Cal_sca, *Caloplaca scabrada*, O_fal, *Oxneria fallax*; Phy_lac, *Physcia lacinulata*; Phys_eru, *P. erumpens*.

trada en las provincias de Entre Ríos y Buenos Aires (Liberatore *et al.*, 2012). También ha sido registrada en Uruguay (Osorio, 1970). Se cree que es una especie toxitolerante, debido a que soporta grados de contaminación que son letales para otras especies (Pérez de la Torre, 1985).

***Lecanora erythrantha* (Tuckerman, 1862) (ZR + ZAE).** Esta especie habita en zonas tropicales, subtropicales y templadas de América (Wetmore, 2007). En la Argentina ha sido fre-

cuentemente registrada en Buenos Aires (Rosato, 2006; Rosato & García, 2014). Hasta donde es conocimiento de los autores, no existe información referente a su toxitolerancia.

Las especies *Oxneria fallax* (Kondratyuk & Kärnefelt, 2003) y *Physcia lacinulata* no fueron escogidas como especies indicadoras. Sin embargo, aportan significativamente al ordenamiento generado cuando se utilizó el índice de similitud Morisita. *Oxneria fallax* se asocia fuertemente con uno de los sitios agropecuarios (Fig. 3). Esta especie es caracterizada como nitrófila y frecuente en ambiente agropecuarios (LeBlanc & Sloover, 1970; Kondratyuk, 1997; Thor, 1998). No se ha encontrado información referente a la toxitolerancia de *P. lacinulata*. En el mismo análisis de ordenamiento esta especie se encontró fuertemente vinculada a *C. scabrada* (Fig. 3b). La posición en el espacio de ordenamiento de *P. lacinulata* y *C. scabrada*, sugiere que estas dos especies ocupan nichos similares, por lo que podríamos inferir que *P. lacinulata* es una especie toxitolerante. A pesar de esta inferencia, será necesario realizar más estudios al respecto para tener una respuesta concreta.

No se pudo identificar alguna especie indicadora de la zona Agropecuaria Extensiva. Este patrón podría tener su origen en la identidad de las zonas de estudio. Si observamos los resultados de las especies indicadoras (Tab. 2) y el análisis multidimensional no métrico (Fig. 3), es clara la dificultad para separar la zona Residencial de la Agropecuaria Extensiva. La identidad de los sitios está determinada por (1) la caracterización dada por el código de ordenamiento urbano, es decir, si es considerada Casco Urbano, Residencial o Agropecuario por motivos catastrales y (2) la influencia ambiental que tiene cada tipo de uso del suelo sobre los forófitos relevados. Sin embargo, cuando un forófito relevado se encuentra cerca o en el límite de zonas según lo especifica el código de ordenamiento urbano, resulta que la influencia del uso del suelo sobre el forófito no tiene un solo origen. En consecuencia, aquellos forófitos que se encuentran, por ejemplo, cerca del límite de la zona Residencial, pueden presentar mayor influencia de la zona Agropecuaria que de la misma zona Residencial. Esto parece ser muy común en la localidad de Luján, donde los ejidos urbanos se desarrollan dentro de una matriz agropecuaria extensa y el paso de zonas residenciales a agropecuarias es, en muchos casos, abrupto. Esto apoya los resultados que muestran la dificultad para diferenciar las zonas Residencial de la Agropecuaria Extensiva según su composición

Tabla 2. Resultado del análisis de especies indicadoras medido con el coeficiente ϕ de Pearson para explorar que especies de líquenes estaban relacionadas con cada una de las zonas. En negrita las especies indicadoras para cada zona (o combinación de zonas). Referencias: CFE, Casco Fundacional Extendido; ZR, Residencial; ZAE, Agropecuaria Estricta.

zona	p < 0,05	phi
CFE	<i>P. hirsuta</i>	0,466
	<i>P. crispa</i>	0,218
	<i>H. granulata</i>	0,147
	<i>H. pruinoso</i>	0,147
	<i>P. sinuosa</i>	0,147
ZR	<i>H. syncolla</i>	0,319
	<i>H. diademata</i>	0,234
	<i>N. pulchella</i>	0,234
	<i>D. confluens</i>	0,156
	<i>P. reticulatus</i>	0,156
ZAE	<i>D. applanata</i>	0,295
	<i>C. candelaris</i>	0,221
	<i>C. pyrophthalmum</i>	0,221
	<i>P. muralis</i>	0,221
	<i>P. petricola</i>	0,221
	<i>R. celastrii</i>	0,221
	<i>S. chlorococcum</i>	0,221
	<i>H. coralloides</i>	0,221
	<i>H. coralloides</i>	0,212
	<i>B. calciseda</i>	0,156
	<i>P. ventanicum</i>	0,156
	<i>L. neonashii</i>	0,156
	ZR + ZAE	<i>C. scabrada</i>
<i>L. erythrantha</i>		0,331
<i>L. argentata</i>		0,331
<i>B. heterochroa</i>		0,312
<i>R. insperata</i>		0,271
<i>P. lacunculata</i>		0,221
<i>M. lindmanii</i>		0,191
<i>P. erumpens</i>		0,191
<i>P. albescens</i>		0,156
<i>P. constantimotium</i>		0,156
ZR + CFE	<i>C. concolor</i>	0,491
	<i>P. undulata</i>	0,326
	<i>C. fibrosa</i>	0,186
	<i>P. consors</i>	0,186
	<i>P. alba</i>	0,186
ZAE + CFE	<i>P. microsticta</i>	0,186

liquélica. La influencia de la actividad agropecuaria en la zona Residencial de muestreo parece ser lo suficientemente grande como para que no se la pueda distinguir de la zona Agropecuaria Estricta.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se logró determinar cuáles son las especies asociadas a diferentes usos del suelo en el partido de Luján. Además, se presenta por primera vez una lista de especies de hongos liquenizados cortícolas de dicho partido, ampliando la información preexistente. En base a estos resultados consideramos que este trabajo puede aportar al conocimiento de la distribución de las especies de hongos liquenizados de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Respecto a las especies indicadoras, con alguna excepción, la mayoría de estas especies son consideradas toxitolerantes en diferente grado. Este resultado, aunque nuevo, no es sorprendente. El partido de Luján se caracteriza por su predominante actividad agropecuaria. Muchas localidades dentro del partido son relativamente pequeñas comparadas con la superficie utilizada para actividades agropecuarias. Las especies de hongos liquenizados cortícolas en el partido se enfrentan, por un lado, a la contaminación asociada a las zonas urbanizadas intensamente, como es el caso del Casco Urbano de la localidad de Luján y, por otro lado, al enriquecimiento por nutrientes de las cortezas de los árboles en las zonas de uso agropecuario en los que se desarrollan. Estas condiciones ambientales influyen en la composición de las especies locales dejando lugar solo a especies que se encuentran relacionadas fuertemente con las actividades humanas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los evaluadores del artículo. Sus contribuciones mejoraron sustancialmente el presente artículo científico.

REFERENCIAS

- Adler, M.T. 1992. Clave de los géneros y las especies de Parmeliaceae (Lichenes, Ascomycotina) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 28(1-4): 11-17.
- Agnan, Y., A. Probst & N. Séjalon-Delmas. 2017. Evaluation of lichen species resistance to atmospheric metal pollution by coupling diversity and bioaccumulation approaches: A new bioindication scale for French forested areas. *Ecological*

- Indicators* 72: 99–110.
- Argoviensis, J.M. 1891. *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique*. Société royale de botanique de Belgique, Bruxelles, 245 pp.
- Argoviensis, J.M. 1894. Tribus IX. *Bulletin de l'Herbier Boissier* 2(1): 10–41.
- Arnold, V.D.F. 1879. Lichenologic Fragmente. *Flora oder Botanische Zeitung: welche Recensionen, Abhandlungen, Aufsätze, Neuigkeiten und Nachrichten, die Botanik betreffend, enthält* 62: 362–365.
- Atienza, V. & E. Barreno. 1989. Estudio morfológico al MEB y comportamiento ecológico de algunos táxones epífitos del género *Physcia* (s.l.). *Anales del Jardín Botánico* 46: 283–294.
- Bardelás, A. 2012. Desarrollo y puesta a prueba de un nuevo método para utilizar líquenes como bioindicadores de contaminación. *Memoria de Licenciatura en Ecología Urbana*. En: http://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/documentos/2013_AnaliBardel%C3%A1s.pdf
- Bonvecchi, V.E., M.C. Serafini & G. Zuleta. 2006. Fragmentación del paisaje en el partido de Luján, provincia de Buenos Aires: patrones y procesos. *Selper* 23: 58–72.
- Calvelo, S. & S. Liberatore. 2002. Catálogo de los líquenes de la Argentina. *Kurtziana* 29(2): 7–170.
- Canseco, A., R. Anze & M. Franken. 2006. Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Acta Nova* 3(2): 286–307.
- Carballo, C.T. & S. Goldberg. 2014. *Comunidad e información ambiental del riesgo: las inundaciones y el río Luján*. Dunken, Luján, 168 pp.
- Carrera, M.F., & H.A. Carreras. 2011. Efectos de la aplicación de glifosato sobre parámetros químico-fisiológicos en *Usnea amblyoclada* (Müll. Arg.) Zahlbr. *Ecología austral* 21(3): 353–361.
- Carreras, H.A., E.D. Wannaz, C.A. Perez & M.L. Pignata. 2005. The role of urban air pollutants on the performance of heavy metal accumulation in *Usnea amblyoclada*. *Environmental Research* 97(1): 50–57.
- Chuquimarca, L., F.P. Gaona, C. Iñiguez-Armijos & A. Benítez. 2019. Lichen responses to disturbance: clues for biomonitoring land-use effects on riparian Andean ecosystems. *Diversity* 11(5): 73–88.
- Código de Ordenamiento Urbano. 2019. En Línea: <http://luj-bue-datos.paisdigital.innovacion.gob.ar>
- Conti, M.E. & G. Cecchetti. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment—a review. *Environmental pollution* 114(3): 471–492.
- De la Rosa, I.N. & M.I. Messuti. 2014. Las especies del género *Lecanora* (Ascomycota, Lecanoraceae) en la provincia de Tucumán (Argentina). *Lilloa* 51: 33–45
- Di Ciocco, C.A., R.V. Sandler, L.B. Falco & C.E. Coviella. 2014. Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo* 46(1): 73–85.
- Er, O.A., C. Reynolds & D. Blanchon. 2015. Additional lichen records from New Zealand 49. *Pertusaria pufina* AW Archer y Elix. *Australasian Lichenology* 77: 28–31.
- Esslinger, T.L. 1978. Studies in the lichen family Physciaceae. II. The genus *Phaeophyscia* in North America. *Mycotaxon* 7(2): 302.
- Estrabou, C. & L. García. 1995. Comunidades líquénicas cortícolas sobre *Lithraea ternifolia* (Gill.) Barkley y Rom. en las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba, Argentina. *Botanica complutensis* (20): 35–44.
- Estrabou, C., L. Stiefkens, M. Hadid, J.M. Rodríguez & A. Pérez. 2005. Estudio comparativo de la comunidad líquénica en cuatro ecosistemas de la provincia de Córdoba. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40(1–2): 3–12.
- Fayyaz I., F. Iftikhar, A.R. Niazi, K. Habib & A.N. Khalid. 2022. Some new lichen records from Pakistan. *Folia Cryptogamica Estonica* 59: 11–15.
- Fernández-Salegui, A.B., A. Terrón, E. Barreno & P.L. Nimis. 2007. Biomonitoring with cryptogams near the power station of La Robla (León, Spain). *The Bryologist* 110(4): 723–737.
- Ferro, M. & C.M. Minaverry, C. M. 2019. Aportes normativos, institucionales y sociales a la gestión del agua y el enfoque ecosistémico en la Cuenca del Río Luján, Argentina. *Revista de Derecho (Universidad Católica Dámaso A. Larrañaga, Facultad de Derecho)* 20: 25–55.
- Filippini, E., J.M. Rodríguez, G. Quiroga & C. Estrabou. 2020. Differential response of epiphytic lichen taxa to agricultural land use in a fragmented forest in central Argentina. *Cerne* 26: 272–278.
- Filippini, E.R. 2017. Bases para un sistema de monitoreo de calidad de aire con bioindicadores en área bajo diferentes usos de suelo. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Córdoba, 124 pp.
- Fрати, L., S. Santoni, V. Nicolardi, C. Gaggi, G. Brunialti, A. Guttova & S. Loppi. 2007. Lichen biomonitoring of ammonia emission and nitrogen deposition around a pig stockfarm. *Environmental Pollution* 146(2): 311–316.
- Fries T.M. 1860. *Lichenes Arctoi Europae Groenlandiaeque hactenus cogniti*. Harvard, Massachusetts, 298 pp.
- Gantes, P., L. Falco & A.S. Caro. 2014. Efecto del ganado sobre la estructura de la vegetación en las riberas de un arroyo pampeano. *Biología Acuática* 30: 123–131.
- Gonzalez, C.M., L.C. Orellana, S.S. Casanovas. & M.L. Pignata. 1998. Environmental conditions and chemical response of a transplanted lichen to an urban area. *Journal of environmental management* 53(1): 73–81.
- Grassi, M. 1950. Contribución al catálogo de los líquenes argentinos, I. *Lilloa* 24: 5–294.
- Grube, M. & G. Berg. 2009. Microbial consortia of bacteria and fungi with focus on the lichen symbiosis. *Fungal biology reviews* 23(3): 72–85.
- Guderley, R. & H.T. Lumbsch. 1999. Notes on mul-

- tispored species of *Lecanora sensu stricto*. *The Lichenologist* 31(2): 197–203.
- Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad. 2022. En: <https://www.gbif.org/es/species/8330770>. Acceso: 12 de agosto de 2022.
- Jakovac, C.C., A.B. Junqueira, R. Crouzeilles, M. Peña-Claros, R.C. Mesquita & F. Bongers. 2021. The role of land-use history in driving successional pathways and its implications for the restoration of tropical forests. *Biological Reviews* 96(4): 1114–1134.
- Kalb, K. 1983. Fascicle VI. *Lichenes Neotropici* 230: 201–250.
- Karp, D.S., R. Chaplin-Kramer, T.D. Meehan, E.A. Martin, F. DeClerck, H. Grab & J.B. Wickens. 2018. Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(33): E7863–E7870.
- Koch, N.M., P. Matos, C. Branquinho, P. Pinho., F. Lucheta, S. M. de Azevedo Martins & V.M.F. Vargas. 2019. Selecting lichen functional traits as ecological indicators of the effects of urban environment. *Science of the Total Environment* 654: 705–713.
- Kondratyuk, S. & Kärnefelt, I. (2003). Revision of three natural groups of xanthoroid lichens (Teloschistaceae, Ascomycota). *Ukrayins' kyi Botanichnyi Zhurnal* 60(4): 427–437.
- Kondratyuk, S. 1997. Notes on *Xanthoria* Th. Fr. III. Two new species of the *Xanthoria candelaria* group. *The Lichenologist* 29(5): 431–440.
- Krog, H. & T.D.V. Swinscow. 1976. The genus *Ramalina* in East Africa. *Norwegian Journal of Botany* 23(3): 153–175.
- LeBlanc, S.F. & J.D. Sloover. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian journal of botany* 48(8): 1485–1496.
- Liberatore, S., S. Calvelo & A. Passo. 2012. Biodiversidad, Líquenes de la Argentina. Consejo Federal de Inversiones. República Argentina. En: <http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2012/01/49577.pdf>
- LijteRoff, R., L. Lima & B. Prieri. 2009. Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 25(2): 111–120.
- Lumbsch, H.T. 1994. Die *Lecanora subfusca*-Gruppe in Australasien. *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 77: 1–175.
- Magnusson, H. 1950. Index Nominum Lichenum Inter Annos 1932 et 1960 Divulgatorum. *Meddn Göteborgs Botaniska Trädgård* 18: 218.
- Malíček, J. 2014. A revision of the epiphytic species of the *Lecanora subfusca* group (Lecanoraceae, Ascomycota) in the Czech Republic. *The Lichenologist* 46(4): 489–513.
- Marié, D.C., M.A. Chaparro, M. A. Irurzun, J.N. Lavornia, C. Marinelli, R. Cepeda, H.N. Böhnell, A.G.C. Miranda & A.M. Sinito. 2016. Magnetic mapping of air pollution in Tandil city (Argentina) using the lichen *Parmotrema pilosum* as biomonitor. *Atmospheric Pollution Research* 7(3): 513–520.
- Massalongo, A. 1852. Synopsis Lichenum Blateniospororum. *Flora oder Botanische Zeitung: welche Recensionen, Abhandlungen, Aufsätze, Neuigkeiten und Nachrichten, die Botanik betreffend, enthält* 35: 561–567.
- Mateos, A.C. & C.M. Gonzalez. 2016. Physiological response and sulfur accumulation in the biomonitor *Ramalina celastri* in relation to the concentrations of SO₂ and NO₂ in urban environments. *Microchemical Journal* 125: 116–123.
- McCune, B., P. Rogers, A. Ruchty & B. Ryan. 1998. Lichen communities for forest health monitoring in Colorado, USA. A Report to the USDA Forest Service. En línea: <http://fia.fs.fed.us/lichen>. Acceso: 12 de agosto de 2022.
- Michaux, A. 1803. *Flora Boreali-americana – Tomo 2*. Biblioteca Pública de Lyon, París, 670 pp.
- Moberg, R. 1977. The lidien genus *Physcia* and allied genera in Pennoskandia. *Symbolae Botanicae Upsalienses* 22(1): 1–108.
- Munzi, S., O. Correia, P. Silva, N. Lopes, C. Freitas, C. Branquinho & P. Pinho. 2014. Lichens as ecological indicators in urban areas: beyond the effects of pollutants. *Journal of Applied Ecology* 51(6): 1750–1757.
- Nimis, P.L., C. Scheidegger & P. Wolseley. 2002. Monitoring with lichens—Monitoring lichens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 7: 408–409.
- Ochoa-Jiménez, D.A., A. Cueva-Agila, M. Prieto, G. Aragón & A. Benitez. 2015. Cambios en la composición de líquenes epífitos relacionados con la calidad del aire en la ciudad de Loja (Ecuador). *Caldasia* 37(2): 333–343.
- Osorio, H.S. 1970. Contribution to the lichen flora of Argentina. IV. New or additional records. *The Bryologist* VOLUMEN: 392–394.
- Osorio, H.S. 1976. Contribution to the lichen flora of Argentina. VIII. Lichens from Punta Lara, Buenos Aires Province. *The Bryologist* VOLUMEN: 358–360.
- Pérez de la Torre, O. 1985. La flora líquénica epífita y su relación con la contaminación atmosférica en La Plata y alrededores (Provincia de Buenos Aires). *Contribución del Centro Nacional Patagónico* 106: 1–34.
- Pinho, P., A. Bergamini, P. Carvalho, C. Branquinho, S. Stofer, C. Scheidegger & C. Maguas. 2012. Lichen functional groups as ecological indicators of the effects of land-use in Mediterranean ecosystems. *Ecological indicators* 15(1): 36–42.
- Rai, H., R. Khare, D. Upadhyay, R.K. Gupta, A.B. Ade, S. Singh & D.K. Upreti. 2021. Lichen communities as a multiscale correlative indicator of elevational and land use–land cover gradients in the Himalayas. *Research Square* VOLUMEN: 1–18.
- Reed, M.K. 2006. The influence of feedlots on Epiphytic lichen species composition and cover in eastern Nebraska. *Student Work* 338: 1–71.
- Röhling, J.C. 1813. *Deutschlands Flora*. Pritzel,

- Frankfurt am Main, 573 pp.
- Romdhane, S., A. Spor, S. Banerjee, M.C. Breuil, D. Bru, A. Chabbi & L. Philippot. 2022. Land-use intensification differentially affects bacterial, fungal and protist communities and decreases microbiome network complexity. *Environmental microbiome* 17(1): 1–15.
- Rosato, V.G. 2006. Diversity and distribution of lichens on mortar and concrete in Buenos Aires province, Argentina. *Darwiniana* 44: 89–97.
- Rosato, V.G. & R.A. García. 2014. Clave de líquenes creciendo sobre cemento y hormigón en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Galatia* 6(1): 1–14.
- Rosli, N.S. & S. Zulkifly, S. 2022. Application of Index of Atmospheric Purity (IAP) along elevation gradients in Gunung Jerai, Kedah, Malaysia. *Environmental Monitoring and Assessment* 194(7): 1–10.
- Sáenz, A.E., F. Flores, L. Madrigal & J.F. Di Stefano. 2007. Estimación del grado de contaminación del aire por medio de la cobertura de líquenes sobre troncos de árboles en la ciudad de San José, Costa Rica. *Brenesia* 68(68): 29–35.
- Sarti, G. C., A.E.J.C. Miguez, V.L. Piñero, L.V. Palazzesi, E.P. Rudz, C. Quinteros & D.N. Efron. 2022. Impacto de especies forestales exóticas sobre la calidad microbiológica de un suelo de Buenos Aires, Argentina. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 5(1): 1079–1089.
- Scutari, N.C. & N.I. Theinhardt. 2001. Identification of urban lichens in the field: a case study for Buenos Aires city (Argentina). *Mycotaxon* 80: 427–445.
- Scutari, N.C. 1992. Estudios sobre Pyxinaceae foliosas (Lecanorales, Ascomycotina) de la Argentina, iv: claves de los géneros y las especies de la provincia de Buenos Aires. *Médula* 3(4): 169–173.
- Scutari, N.C. 1995. Los hongos liquenizados de Buenos Aires, II: Phaeophyscia, Physcia y Pyxine (Physciaceae, Ascomycotina). *Darwiniana* volumen: 211–231.
- Sparrius, L. B. 2007. Response of epiphytic lichen communities to decreasing ammonia air concentrations in a moderately polluted area of The Netherlands. *Environmental Pollution* 146(2): 375–379.
- Stofer, S., A. Bergamini, G. Aragon, P. Carvalho, B.J. Coppins, S. Davey & C. Scheidegger. 2006. Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity. *The Lichenologist* 38(4): 331–353.
- Suebsri, H. & P. Wanchai. 2021. Species Diversity of Lichens in Rongkho Conserved Forest, Ubon Ratchathani University. *Burapha Science Journal* 26(2): 941–954.
- Thor, G.O. 1998. Red-listed lichens in Sweden: habitats, threats, protection, and indicator value in boreal coniferous forests. *Biodiversity and conservation* 7(1): 59–72.
- Tuckerman, E. 1860. Observations on North American and other Lichenes. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 5: 383–423.
- Ungethüm, K., H.U. Kison & R. Stordeur. 2011. Die epiphytischen Flechten in drei verschiedenen Laubwaldgesellschaften im Nationalpark Harz. *Hercynia-Ökologie und Umwelt in Mitteleuropa* 44(2): 191–210.
- Wetmore, C.M. 2007. Notes on *Caloplaca cerina* (Teloschistaceae) in North and central America. *The Bryologist* 110(4): 798–807.
- Wietrzyk-Pelka, P., V. Otte, M.H. Wegrzyn & M. Olech. 2018. From barren substrate to mature tundra-lichen colonization in the forelands of Svalbard glaciers. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 87(4): 1–20.
- Zarabska-Bożejewicz, D. & K. Kujawa. 2018. The effect of land use on taxonomical and functional diversity of lichens in an agricultural landscape. *Fungal Ecology* 33: 72–79.

Doi: 10.22179/REVMACN.25.780

Recibido: 16-IV-2022
Aceptado: 28-III-2023