

NOTA CORTA

# Experimento de establecimiento de macro-líquenes en un área agropecuaria perteneciente a la República Argentina

Experiment of macro-lichen establishment in an agricultural area in the Republic of Argentina.

Jonatan Gómez <sup>1,2\*</sup>, Maira Gollo <sup>1,2</sup>, Rocío García <sup>1,2</sup>, María Eugenia García <sup>3</sup>, Sebastián Kravetz <sup>3</sup>, Elizabeth Villagra <sup>1,2</sup>

- Recibido: 26/Sep/2022
- Aceptado: 31/Oct/2024
- Publicación en línea: 06/Nov/2024

**Citación:** Gómez J, Gollo M, García R, García M, Kravetz S, Villagra E. 2024. Experimento de establecimiento de macro-líquenes en un área agropecuaria perteneciente a la República Argentina. *Caldasia* 46(3):707-711. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v46n3.103078>

## RESUMEN.

Los líquenes son utilizados como bioindicadores debido a sus características morfológicas, metabólicas y ecológicas. La relación entre el proceso de colonización de los macro-líquenes y las características de los agroecosistemas ha sido poco explorada. Entre los años 2018 y 2021 se llevó a cabo un experimento donde expusimos placas de madera en diferentes áreas (Ingreso, Agrícola, Tambo y Arroyo) de un agroecosistema y cuantificamos el número de talos establecidos para la totalidad de macro-líquenes y una especie particular, *Xanthoria ulophyllodes*. En las placas colocadas en el área Tambo, el número promedio de talos por placa, tanto de macrolíquenes totales (120 talos/placa) como para la especie *X. fallax* (80 talos/placa), fue más del doble de lo registrado para las otras áreas. Estos resultados sugieren que el establecimiento de macro-líquenes en el campo experimental está relacionado a la presencia del Tambo. Este establecimiento es una fuente puntual de compuestos nitrogenados y podría afectar a la composición de la comunidad líquénica y al proceso de colonización en sí mismo.

**Palabras clave:** agrícola, colonización, dispersión, hongos liquenizados

<sup>1</sup> Grupo de Estudio en Líquenes Argentinos, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina. [gomezjonatanjose@yahoo.com.ar](mailto:gomezjonatanjose@yahoo.com.ar), [rociolourdesgarcia@hotmail.com](mailto:rociolourdesgarcia@hotmail.com), [villagra.elb@gmail.com](mailto:villagra.elb@gmail.com)

<sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, La Plata (1900), Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján, Luján (6700), Buenos Aires, Argentina. [sebastiankravetz@yahoo.com.ar](mailto:sebastiankravetz@yahoo.com.ar), [eugeniagarcia1959@gmail.com](mailto:eugeniagarcia1959@gmail.com)

\* Autor para correspondencia.



## ABSTRACT

Lichens are commonly employed as bioindicators due to their unique morphological, metabolic, and ecological characteristics. However, the relationship between macrolichen colonization patterns and the specific characteristics of agroecosystems remains largely unexplored. To address this gap, we experimented between 2018 and 2021, exposing wooden plates in four distinct areas of an agroecosystem (Entrance, Agricultural, Dairy Farm, and Stream) and quantifying the number of established lichen thalli for both total macrolichens and a specific species, *Xanthoria ulophylloides*. The results revealed that the average number of thalli per plate in the Dairy Farm area was more than double that recorded in the other areas, reaching 120 thalli/plate for total macrolichens and 80 thalli/plate for *X. ulophylloides*. These findings suggest a strong correlation between macrolichen establishment and the presence of the Dairy Farm. This establishment could act as a point source of nitrogenous compounds, potentially influencing lichen community composition and colonization processes themselves.

**Keywords:** agricultural, colonization, dispersion, lichenized fungi

## INTRODUCCIÓN

La estructura y distribución de las comunidades de líquenes están fuertemente relacionadas con las características ambientales (Asif *et al.* 2018). En los agroecosistemas, la agricultura y el pastoreo han sido reconocidas como las fuerzas motrices más importantes para la riqueza y composición de las especies de líquenes epífitos, ya que modifican el pH y el contenido de nutrientes en los ambientes donde se desarrollan (Phoenix *et al.* 2006). Las características de los líquenes utilizadas como indicadores en agroecosistemas están generalmente relacionadas a la diversidad, cobertura líquénica y metabolismo (Conti y Cecchetti 2001). La relación entre el proceso de colonización (y establecimiento asociado) y las características de los agroecosistemas ha sido poco explorada. Una de las razones más importantes de esta situación es la dificultad y el tiempo necesario para que se desarrollen talos líquénicos a partir de propágulos (ej., soredios). Frente a esta falta de información, el presente trabajo tiene como objetivo analizar el establecimiento a largo plazo (tres años) de macrolíquenes de una comunidad de líquenes pertenecientes a un agroecosistema experimental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A finales del mes de agosto de 2018 se colocaron a lo largo de un camino interno (2,60 km) de un campo experimental agropecuario de 250 ha (Universidad Nacional de Luján,

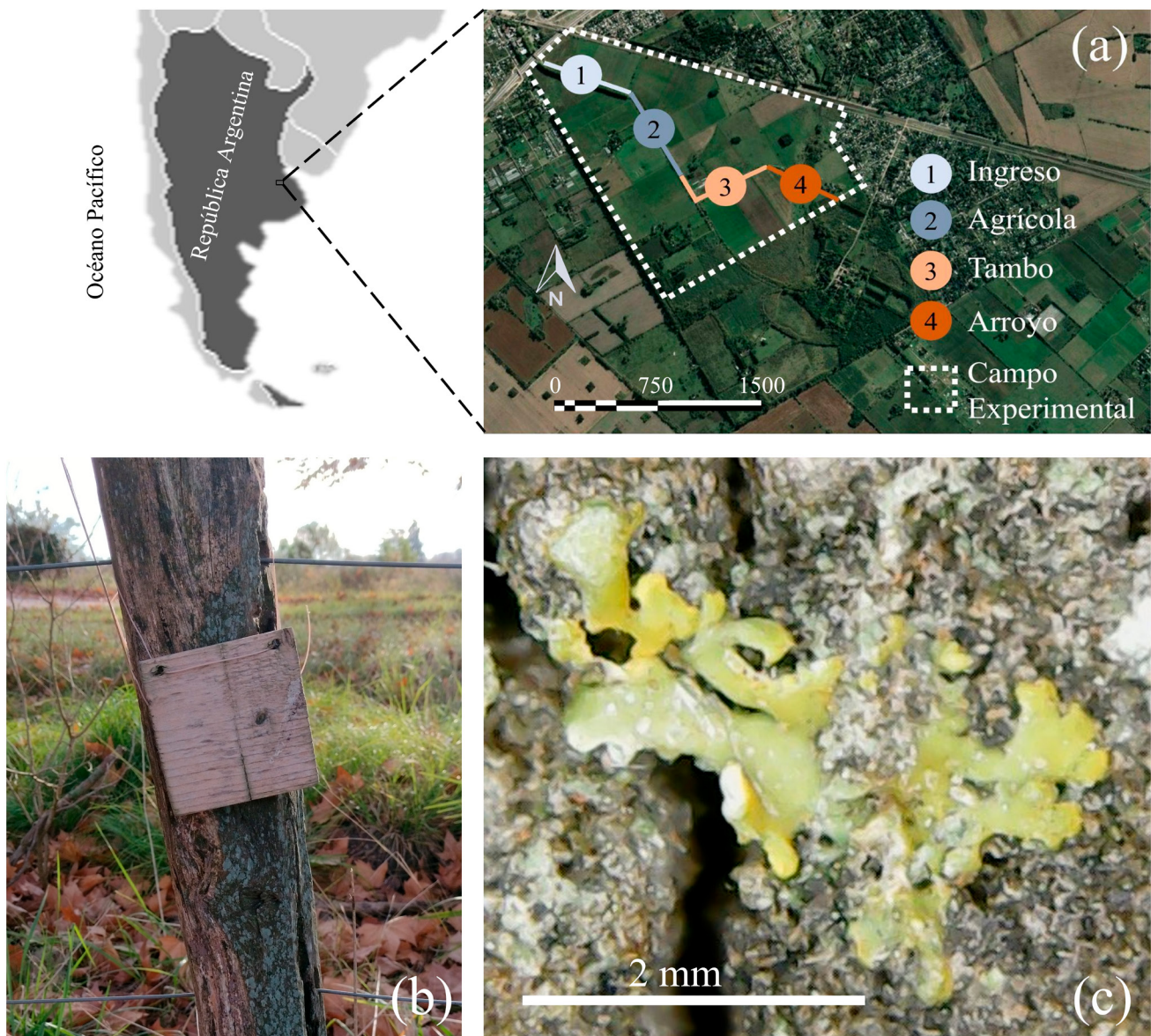
Luján, Buenos Aires, Argentina), un total de 43 placas de madera de pino de 8 cm x 8 cm y un espesor de 1 cm, distribuidas en cuatro áreas con diferentes actividades (Fig. 1). Las placas de pino fueron obtenidas en un aserradero local y fueron lijadas (lija hunter ® n°60) para aumentar la rugosidad de la superficie de cada placa. La madera de pino fue escogida como material para el experimento ya que, en el campo experimental, hemos encontrado estructuras de pino colonizadas por la comunidad de líquenes local, por lo que consideramos que era un sustrato apto para el establecimiento de talos. En este campo es posible delimitar cuatro áreas internas: (i) Ingreso, (ii) Agrícola, (iii) Tambo y (iv) Arroyo. Las placas se distribuyeron en todas las áreas ubicadas en postes cada 60 m. El área de ingreso se caracteriza por tener una hilera doble de *Platanus x hispánica* y el Jardín Botánico de la Universidad. En el área Agrícola se hacen cultivos en rotación con siembra directa. El área Tambo incluye un Tambo con cría y pastoreo de ganado. El área (iv) es similar al área (iii) pero incluye un pequeño arroyo de régimen intermitente que cruza parte del campo experimental. Las placas se colgaron en postes a una altura aproximada de 1 m desde el nivel del suelo. Esta disposición pretendió maximizar la llegada de estructuras de dispersión vegetativas y sexuales. Las placas fueron colocadas en dirección al interior de cada una de las parcelas que delimitaban los postes. En esta orientación se pretendió maximizar el efecto del uso del suelo dentro de cada una de las parcelas. Luego de aproximadamente tres años de exposición (junio de 2021) se retiraron las placas y se observaron bajo lupa binocular estereoscópica para de-

terminar: el número de talos de macro-líquenes totales y el número de talos de cada una de las especies identificadas. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar si había diferencias significativas respecto al número de talos de las especies efectivamente identificadas entre áreas. Se realizaron comparaciones múltiples utilizando la Prueba de Dunn. En todos los casos el nivel de confianza fue del 95 %.

## RESULTADOS

En este experimento se pudo registrar al nivel de especie únicamente el crecimiento de *Xanthoria ulophyllodes*

*Räsänen 1931* (talos completos de aprox. 1-2 mm) y no fue posible identificar las otras especies de macro-líquenes establecidos, debido a dos factores: (i) el tamaño de los talos (Fig. 1) y (ii) el escaso conocimiento sobre las especies potencialmente colonizadoras en la zona de estudio. *Xanthoria ulophyllodes* es fácilmente reconocible. Todos los talos que colonizaron las placas pertenecieron al morfotipo folioso. Las medias correspondientes al número de talos de macrolíquenes totales y los talos correspondientes a la especie *X. ulophyllodes* (Fig. 2) mostraron diferencias significativas entre áreas (Kruskal-Wallis\_MT:  $H = 13,465$ ;  $p = 0,0037$ ; Kruskal-Wallis\_XF:  $H = 9,434$ ;  $p = 0,024$ ). En el



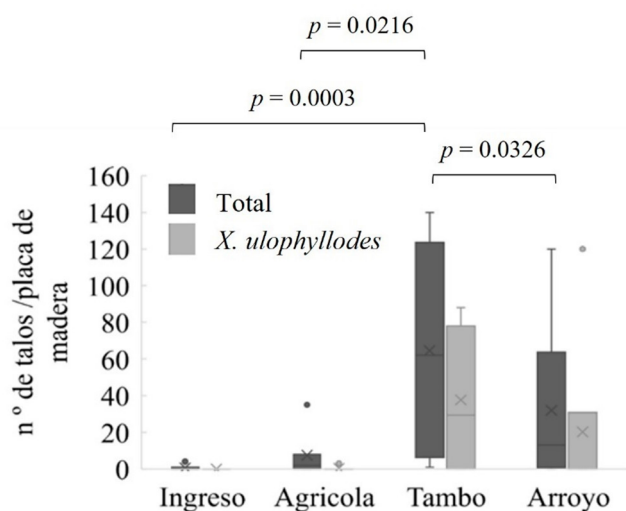
**Figura 1.** Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján, Bs. As., Argentina. (a). Placas de madera colocadas en los postes de las alambradas perimetrales (b). Imagen de un talo de *X. fallax* encontrado en una de las placas del área "Tambo" (c).

Tambo se observó un número significativamente mayor de talos establecidos respecto a las otras áreas para el total de los talos registrados ( $p < 0.005$ , Fig. 2), así como para los talos de *X. ulophyllodes* (Tambo – Agrícola:  $Z = 2.24$ ,  $p = 0.025$ ; Tambo – Arroyo:  $Z = 3.11$ ,  $p = 0.002$ ; Tambo – Ingreso:  $Z = 3.43$ ,  $p = 0.0006$ ). El resto de las comparaciones múltiples no fueron significativas. En las placas colocadas en el área Tambo el número promedio de talos por placa, tanto de macrolíquenes totales (120 talos/placa) como para la especie *X. ulophyllodes* (80 talos/placa), fue el doble de lo registrado para el área arroyo (60 y 40 talos/placa respectivamente); por el contrario, en las áreas Agrícola y de Ingreso el establecimiento de talos fue escaso (Fig. 2).

## DISCUSIÓN

Las condiciones de establecimiento-crecimiento de los macrolíquenes son específicas de cada especie (Hugron et al. 2013). Las epífitas nitrófilas están positivamente correlacionadas con el  $\text{NH}_3$  (Sparrius 2007). Según van Herk et al. (2003) las exposiciones prolongadas a concentraciones atmosféricas de amoníaco fomentan el desarrollo de líquenes nitrófilos desde una fuente puntual. El Tambo podría representar una fuente puntual de  $\text{NH}_3$ . Los Tambos y la actividad ganadera son fuentes de  $\text{NH}_3$  atmosférico dentro de las matrices agropecuarias (Cape et al. 2009). En nues-

tro trabajo, la comunidad completa de macrolíquenes presentó un establecimiento fuertemente relacionado a la presencia del Tambo (Fig. 2). *Xanthoria ulophyllodes* es una especie nitrófila (Allen y Lendemer 2021) que presenta un patrón de establecimiento fuertemente relacionado con la presencia del Tambo. Otro fenómeno estructurador de las comunidades liquénicas es la competencia interespecífica (Armstrong y Welch 2007). Sin embargo, descartamos que tenga un efecto significativo sobre el establecimiento de los macrolíquenes ya que las comunidades en etapas tempranas de colonización tienen bajas densidades de individuos y al estar lejos de la saturación, la competencia es baja (Gjerde et al. 2012). Este patrón fue observado en las placas de madera de nuestro experimento. Es importante mencionar que existen algunas consideraciones metodológicas a tener en cuenta. Muchas especies de macrolíquenes lignícolas también son cortícolas. Los líquenes considerados en este trabajo son lignícolas (colonizan los postes y las placas) y podría ocurrir que las comunidades de líquenes cortícolas de los árboles circundantes a cada zona sean fuentes de propágulos adicionales a tener en cuenta. Nosotros asumimos que el aporte de los propágulos provenientes de los postes perimetrales debería, en primera instancia, ser la principal fuente de colonización de las placas de madera. Por otro lado, las zonas con menor establecimiento de talos fueron Ingreso y Agrícola. Hipotetizamos que la baja tasa de establecimiento está relacionada con dos factores: (i) la distancia al Tambo y (ii) el grado de forestación del camino principal en estas dos áreas. El área Arroyo y el área Agrícola se encuentran a distancias similares respecto al Tambo. A priori esto implicaría un efecto similar de la presencia del Tambo. Sin embargo, la existencia de arboledas de *Platanus x Hispánica* (en el área Ingreso y parcialmente en área Agrícola) reduce durante parte del año el grado de exposición a la radiación solar a la que se encontrarían expuestos los talos liquénicos. Esto reduciría la aptitud de los sustratos para las especies locales. Por ejemplo, *X. ulophyllodes* es una especie heliófila y crece preferentemente en ambientes con radiación solar directa (Nimis 2024). Sin embargo, los tiempos de experimentación no han permitido identificar la totalidad de las especies establecidas en las placas, por lo que no podemos extrapolar esta hipótesis a la totalidad de las especies de la comunidad de líquenes locales. Futuros trabajos, con tiempos de exposición más extensos, podrían permitirnos apoyar o rechazar la hipótesis presentada.



**Figura 2.** Número de talos por placa de madera para todos los macrolíquenes (barras oscuras) y solo para la especie *X. ulophyllodes* (barras claras). Se representan los valores medios (y sus respectivos desvíos), además de los valores  $p$  que resultaron significativos en el análisis de comparaciones múltiples para la totalidad de los talos establecidos ( $p < 0.05$ ).

## PARTICIPACIÓN DE LOS AUTORES

JG concepción, diseño, análisis de datos y escritura del manuscrito; MG diseño y toma de datos; RG toma de datos y análisis de datos; MEG concepción, diseño y escritura del manuscrito; SK análisis de datos e identificación taxonómica; EV concepción, fotografías, toma de datos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dr. Vilma Rosato por brindarnos la formación taxonómica necesaria para poder llevar a cabo este artículo, QEPD. También un especial agradecimiento a la Sra. Olga Noemi Fernández, sin la cual no se podría haber realizado este artículo científico, QEPD.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés.

## LITERATURA CITADA

- Allen JL, Lendemer JC. 2021. *Urban Lichens: A Field Guide for Northeastern North America*. New Haven, Estados Unidos: Yale University Press. doi: <https://doi.org/10.12987/9780300263039>
- Armstrong RA, Welch AR. 2007. Competition in lichen communities. *Symbiosis*. 43(1): 1-12.
- Asif N, Malik MF, Chaudhry FN. 2018. A review of on environmental pollution bioindicators. *Pollut.* 4(1): 111-118. doi: <http://doi.org/10.22059/POLL.2017.237440.296>

- Cape JN, van der Eerden LJ, Sheppard LJ, Leith ID, Sutton MA. 2009. Evidence for changing the critical level for ammonia. *Environ. Pollut.* 157(3): 1033-1037. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.09.049>
- Conti ME, Cecchetti G. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment—a review. *Environ. Pollut.* 114(3): 471-492. doi: [http://doi.org/10.1016/S0269-7491\(00\)00224-4](http://doi.org/10.1016/S0269-7491(00)00224-4)
- Gjerde I, Blom HH, Lindblom L, Sætersdal M, Schei FH. 2012. Community assembly in epiphytic lichens in early stages of colonization. *Ecology*. 93(4): 749-759. doi: <http://doi.org/10.2307/23213724>
- Hugron S, Poulin M, Rochefort L. 2013. Organic matter amendment enhances establishment of reintroduced bryophytes and lichens in borrow pits located in boreal forest highlands. *Boreal Environ. Res.* 18 (3-4): 317-328. doi: <http://doi.org/10.10138/229442>
- Nimis PL. c2024. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 7.0. University of Trieste, Dept. of Biology, [Last accessed: 3 Jun 2024] <https://italic.units.it/>
- Phoenix GK, Hicks WK, Cinderby S, Kuylenstierna JCI, Stock WD, Dentener FJ, Guiller KE, Austin AT, Lefroy RDB, Gimeno BS, Ashmore MR, Ineson P. 2006. Atmospheric nitrogen deposition in world biodiversity hotspots: the need for a greater global perspective in assessing N deposition impacts. *Glob. Chang. Biol.* 12(3): 470-476. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01104.x>
- Sparrus LB. 2007. Response of epiphytic lichen communities to decreasing ammonia air concentrations in a moderately polluted area of The Netherlands. *Environ. Pollut.* 146(2): 375-379. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.045>
- van Herk CM, Mathijssen-Spiekman EAM, De Zwart D. 2003. Long distance nitrogen air pollution effects on lichens in Europe. *Lichenologist*. 35(4): 347-359. doi: [https://doi.org/10.1016/S0024-2829\(03\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0024-2829(03)00036-7)