



## Líquenes: pequeños aliados en la agricultura

Castro-Rosalez Laura<sup>1</sup>  
Juárez-Maldonado Antonio<sup>1</sup>  
Benavides-Mendoza Adalberto<sup>2</sup>  
González-Morales Susana<sup>3</sup>  
Pérez-Labrada Fabián<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.

<sup>2</sup>Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.

<sup>3</sup>SECIHTI-Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.

\*Autor de correspondencia: fabian.perezl@uaaan.edu.mx Tel.: 844-4647-582.

**¿Conoces a los líquenes? ¿Sabías que estos pequeños organismos realizan funciones muy importantes que podrían beneficiar a la agricultura, como mejorar la fertilidad del suelo y proteger a los cultivos del estrés biótico y abiótico (por ejemplo, plagas, enfermedades o condiciones de alta irradiancia)? Explora la siguiente información para que conozcas a los líquenes y el potencial que pueden ofrecer a la producción agrícola.**

### Introducción

En la naturaleza existen un gran número de organismos que, aunque a menudo pasan desapercibidos, juegan un rol de vital importancia en el equilibrio de los ecosistemas terrestres. Los líquenes son un ejemplo de ello, al ser una pieza clave para la salud del suelo, pueden convertirse en aliados importantes para el desarrollo de una agricultura más respetuosa con el medio ambiente. Estos organismos se encuentran en muchos lugares del mundo y colonizan diversas superficies como el cemento, troncos de árboles (Figura 1), hojas, rocas, suelo y hasta tejidos de animales, como los caparazones de tortugas y exoesqueletos de insectos. Se ha reportado que alrededor del 8% de la superficie del planeta está cubierta por líquenes.



Figura 1. Líquenes en corteza de árboles  
(Fotografía por Castro-Rosalez L).



### Pero, ¿qué son los líquenes?

Los líquenes son un grupo de organismos formados por la unión de un hongo y un alga-microalga o cianobacteria, que trabajan en simbiosis para sobrevivir y beneficiarse mutuamente. El hongo protege al alga contra el exceso de radiación solar y la desecación, mientras que el alga o cianobacteria le proporciona nutrientes (azúcares) obtenidos a partir de la fotosíntesis al hongo (Figura 2).

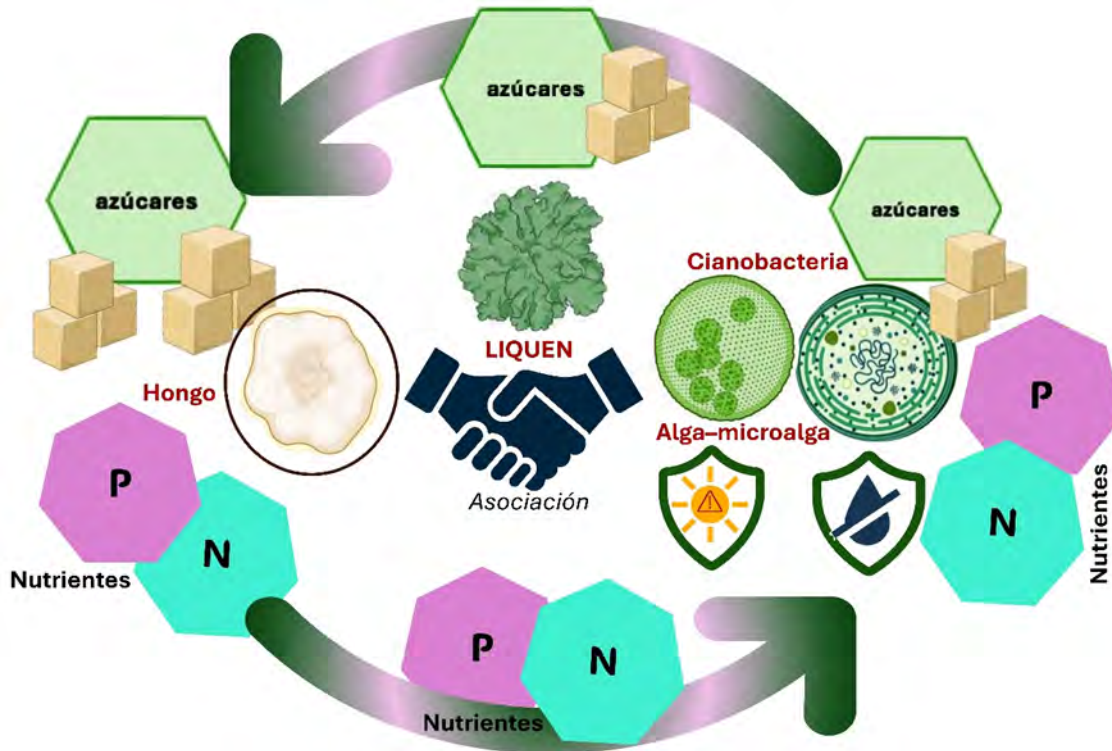


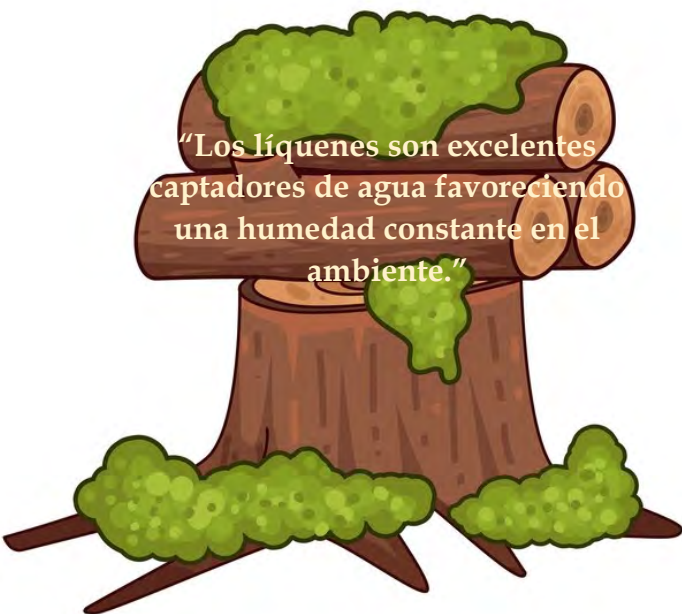
Figura 2. Asociación entre hongo y alga-microalga o cianobacteria.

Gracias a esta asociación los líquenes adquieren habilidades especiales como la producción de compuestos químicos, conocidos como ácidos liquénicos que los ayudan a sobrevivir en condiciones desfavorables como la falta de agua, exceso de luz, frío y/o congelamiento; también les ayudan a prevenir enfermedades y alejar a los depredadores. Se han identificado alrededor de 1,000 compuestos producidos por líquenes (parietina, atranorina, ácido úsnico, vulpínico, rizocárpico, lecánorico y barbático, etcétera). Algunos de ellos han mostrado propiedades antimicrobianas, insecticidas y herbicidas que pueden ser útiles para el manejo de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas.



En México se han descrito cerca de 2,722 especies de líquenes, cuyos estudios se han enfocado principalmente en los bosques templados de la región centro y sur del país, aunque pueden presentarse en todas las regiones del país. Destacando por su presencia y mayor número de especies, los géneros *Lecanora*, *Caloplaca*, *Graphis*, *Usnea*, *Xanthoparmelia* y *Parmoetrema*. No obstante, es importante mencionar que los estudios sobre la diversidad y distribución de los líquenes en México es escasa.

### ¿Cómo están clasificados los líquenes?



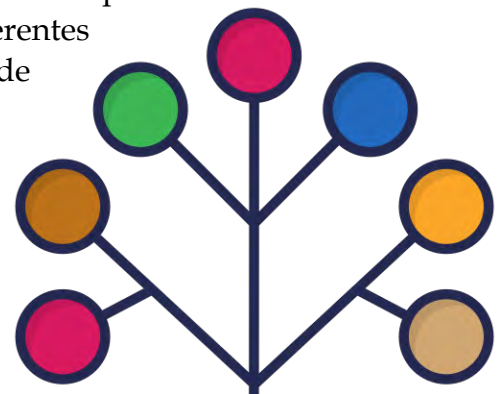
Los líquenes se clasifican de acuerdo con su forma de crecimiento, que puede ser gelatinosa, foliosa, costrosa, fruticosa o compuesta. La forma de crecimiento más común en México es de líquenes costrosos (60%), seguido de los foliosos (28%) y los fruticosos (8%).

Según el sustrato en que se desarrollan, los líquenes pueden ser cortícolas (que crecen en corteza de árboles), terrícolas (en la superficie del suelo), folícolas (crecen sobre hojas), saxícolas (sobre la superficie de piedras y rocas) y zoobióticos (cuando crecen en tejidos de animales).

Además, se pueden encontrar líquenes de varios colores con diferentes tonalidades, que van desde

verdes, blanquecinos, grisáceos, cafés, negros, amarillos brillantes, anaranjados y rojos.

Respecto a su taxonomía, los líquenes son un grupo difícil de clasificar, debido a su composición dual (alga + hongo), actualmente se encuentran dentro del grupo de los hongos superiores, divididos en 2 grupos: ascolíquenes y basidiolíquenes; y reciben su nombre en función del hongo. Cabe mencionar que hace falta realizar más estudios enfocados a mejorar su sistema de clasificación taxonómica.



“Los líquenes son pequeños organismos formados por la unión de un alga o cianobacteria y un hongo que se benefician mutuamente.”



## Beneficios de los líquenes en la agricultura

Y ahora se preguntarán ¿Cómo pueden beneficiar los líquenes a la agricultura? A continuación, se mencionan algunas de las tareas que realizan estos pequeños organismos (Figura 3):



Figura 3. Beneficios que pueden aportar los líquenes a la agricultura.

**1. Pioneros en la formación y conservación del suelo:** Los líquenes al ser de los primeros colonizadores, y con ayuda de los metabolitos que producen, aceleran el proceso de meteorización de las rocas que favorece su desintegración en fragmentos más pequeños y su acumulación e integración en el suelo. Por otro lado, los metabolitos líquénicos también participan en la descomposición de la materia orgánica lo cual mejora la producción e incorporación de humus en el suelo. Sin embargo, no hay estudios que precisen la cantidad de humus aportada por hectárea. Además, en suelos desprovistos de vegetación ayudan a fijar las partículas del suelo (arcilla, limo y arena) para evitar la erosión cuando hay condiciones de viento y lluvias intensas.

**2. Retención de humedad:** Se ha reportado que los líquenes son excelentes captadores de agua de la atmósfera ya que tienen la capacidad de almacenar hasta un 200 y 400% de su peso seco, en una hectárea consiguen acumular hasta 6,200 L de agua. El agua almacenada en el líquen se evapora lentamente y propicia una humedad constante en el ambiente. Esta habilidad puede ser de utilidad para usar líquenes en zonas agrícolas donde la lluvia es escasa.



**3. Bioacumulación de nutrimentos:** Los líquenes tienen la capacidad de almacenar macro y micro nutrimentos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como el fósforo, potasio (137.71-350.24 ppm), calcio (3.41 -38.73 ppm), cobre (0.40 - 4.28 ppm), hierro (85.74 - 853.74 ppm), magnesio (246.48-299.05 ppm), manganeso (5.18 - 23.82 ppm), sodio (6.25 - 348.80 ppm), zinc (2.06 - 10.60 ppm) y azufre. Algunos líquenes (formados por cianobacterias) tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico aproximadamente 10-15 kg/ha/año. Cabe señalar que las cantidades reportadas pertenecen a estudios con enfoque ambiental, pero podría ser de utilidad en los suelos agrícolas. Por lo que se sugiere el desarrollo de estudios que ayuden a determinar la relevancia y funcionalidad de esta característica en la producción agrícola. Recientemente se reportó que algunas especies de líquenes (*Lobaria pulmonaria*, *Aspicilia calarea*, *Flavoparmelia caperata*, *Cladonia furcate*, *Xanthoparmelia somloensis* entre otros) además de actuar como fuente de nutrientes ejercen un efecto positivo en el contenido de aminoácidos, nutrientes y contenido de materia seca en maíz. Lo anterior supone que los líquenes pudieran ser una fuente natural de nutrientes para el suelo y plantas lo cual implicaría una disminución del requerimiento y uso de fertilizantes químicos.

**4. Biorremediadores de suelo:** Debido a que los líquenes no poseen una cutícula protectora tienen la capacidad de absorber y acumular una gran cantidad de metales pesados, como aluminio, arsénico (0.10 - 0.73 µg/g), cadmio (0.02- 0.17µg/g), cromo (0.19-3.0 µg/g) plomo (0.3 - 6.9 µg/g), mercurio (0.07 - 0.10 µg/g) y níquel (0.83 -0.10 µg/g). Esta habilidad de los líquenes es de gran relevancia porque representa una estrategia para la remediación de suelos contaminados por metales pesados que no son aptos para el desarrollo de cultivos agrícolas.

**5. Control de fitopatógenos y plagas agrícolas:** Algunos compuestos producidos por los líquenes tienen propiedades antimicrobianas. Un ejemplo de ello es el ácido úsnico, que ha mostrado ser efectivo en la inhibición de algunos hongos y bacterias fitopatógenas. Así mismo, el ácido difractaico exhibió actividad insecticida contra gorgojos que afectan a los granos almacenados. Este comportamiento de los líquenes es fascinante porque marca la pauta como alternativa viable al uso de pesticidas químicos.





“El ácido úsnico producido por los líquenes tiene propiedades antimicrobianas contra algunos hongos y bacterias fitopatógenas.”

**6. Bio-herbicidas:** De igual forma se ha informado que algunos compuestos de origen liquénico presentan potencial alelopático, lo que significa que pueden inhibir el crecimiento y germinación de semillas de algunas plantas. Esta característica puede ser utilizada para evaluar su uso como herbicida para el manejo de malezas.

**7. Protección contra estrés abiótico:** Los líquenes muestran una gran capacidad para protegerse contra alta radiación (principalmente de tipo UV), esta capacidad fotoprotectora es gracias a metabolitos como el ácido úsnico. Esta cualidad puede ser de gran utilidad para proteger cultivos sensibles al exceso de radiación solar.

**8. Producción de compuestos antioxidantes:** Otra de las propiedades interesantes de los líquenes es que sus metabolitos (ácidos liquénicos) tienen la capacidad de eliminar especies reactivas de oxígeno, promover la producción de compuestos antioxidantes y activar el sistema de defensa de las plantas. Al respecto se ha informado que la aplicación de sustancias liquénicas (ácido úsnico) incrementó la concentración de flavonoides y ácidos fenólicos en plántulas de *Eryngium alpinum* en condiciones *in vitro*. También aumentó la actividad de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa y catalasa en plántulas de *Allium fistulosum*. Estos hallazgos son interesantes porque sugieren el uso del ácido úsnico como elicitador para promover la defensa antioxidante de las plantas, útil cuando hay condiciones de estrés oxidativo.

## Conclusiones

### Desafíos y limitaciones de los líquenes en la agricultura

Sin lugar a duda los líquenes pueden ser un herramienta para la producción sostenible de alimentos, sin embargo aún falta conocer a mayor profundidad los mecanismos de esta simbiosis para poder esclarecer su máximo potencial sin comprometer su existencia; ya que son organismos de lento crecimiento y sensibles a los cambios del ecosistema.

En el sector agrícola el uso de los líquenes es alentador, sin embargo aún hay desafíos que deben ser afrontados como el aporte real de nutrientes en suelos áridos y/o tropicales, la capacidad de promover compuestos antioxidantes y el sistema de defensa en cultivos bajo estrés, su uso en el combate de microorganismos dañinos para las plantas, entre otros. Estos retos conllevan al desarrollo e implementación de nuevas áreas de investigación que sean de interés a la comunidad científica y al público en general.



ENZYME



PROBIOTICS



AMINO ACID



ANTIOXIDANT



MICROELEMENT



### Literatura recomendada

Delgado, A. H., Salcedo-Martínez, S. M., Alvarado-Vázquez, M., & Limón, S. M. (2018). Los líquenes: Definición, características, importancia y usos potenciales. *Biología y Sociedad*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.29105/bys1.1-58>

Herrera-Campos, M. de los Á., Lücking, R., Pérez-Pérez, R. E., Miranda González, R., Sánchez, N., Barcenás-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B. D., & Nash III, T. H. (2014). Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S82-S99. <https://doi.org/10.7550/rmb.37003>

Pérez-Pérez, R. E., Silva-Espejo, R., Figueroa-Castro, D. M., & Castañeda-Posadas, C. (2024). Riqueza y composición de líquenes de los pueblos mágicos de Cuetzalan y Tlatlauquitepec, Puebla, México. *Polibotánica*, 58. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.58.3>



### Semblanzas de autores

**Castro-Rosalez Laura.** Doctorando en Ciencias en Agricultura Protegida, con la línea de investigación sobre Mitigación y mecanismos de defensa de plantas en condiciones de estrés por fitopatógenos. Egresada de la licenciatura en Ingeniero en Agrobiología y Maestra en Ciencias en Parasitología Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

**Juárez-Maldonado Antonio.** Profesor Investigador del Departamento de Botánica de la UAAAN. Su línea de investigación abarca la ecofisiología vegetal, bioestimulación de cultivos, inducción de tolerancia a estrés biótico y abiótico, producción de cultivos en invernadero, uso de nanomateriales en cultivos, uso de tecnologías para mejorar la producción de cultivos.

**Benavides-Mendoza Adalberto.** Profesor Investigador en el Departamento de Horticultura de la UAAAN desde 1998. Anteriormente trabajó en el Grupo Industrial Bimbo en investigación y desarrollo; fue Investigador Asociado el Centro de Investigación en Química Aplicada y Profesor del Centro de Educación y Capacitación Forestal número 3 de la SARH.

**González-Morales Susana.** Investigadora por México (SECIHTI-UAAAN) desde el 2014 a la fecha. Línea de investigación: Búsqueda de estrategias para la tolerancia al estrés en plantas.

**Pérez-Labrada Fabián.** Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el Departamento de Botánica. Su línea de investigación es el estudio de enmiendas-moléculas orgánicas en la producción de cultivos bajo condiciones de estrés.