

# ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN LIQUÉNICA EN SALAMANCA, GUANAJUATO

Silva Crespo Esmeralda (1), Álvarez Mejía César (2), López Ramírez Varinia (3).

1 [Coordinación de Ing, Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | Dirección de correo electrónico: [Esm\_sc@hotmail.com]

2 [Coordinación de Ing. Ambiental, Instituto Tecnológico Superior de Abasolo] | Dirección de correo electrónico: [cesar.alvarez@tecabasolo.edu.mx]

3 [Coordinación de Ing. Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | Dirección de correo electrónico: [valopez@itesi.edu.mx]

## RESUMEN

Un líquen es una simbiosis entre un alga y un hongo, por su morfología se clasifican en fruticosos, foliosos y crustosos; y son utilizados como bioindicadores de contaminación. En este estudio, se realizó un muestreo en 5 puntos de la ciudad de Salamanca, Guanajuato; en tres de ellos se ubican estaciones de monitoreo atmosférico y dos restantes se localizan en los alrededores de la ciudad. Se recolectaron un total de 70 muestras. Los especímenes colectados se identificaron mediante pruebas químicas., siendo predominantes: *Scoliciosporum chlorococcum*, *Physcia adscends*, *Punctelia sp.*, *Xanthoria sp.*, y *Xanthoria polycarpa*. Aunque Salamanca presenta problemas ambientales, sus niveles de contaminación aún no son tan elevados para acabar con las especies líquénicas, probablemente la presencia de líquenes en la zona, este relacionada con la pluma de viento que es predominante hacia el Noreste de la ciudad. Este trabajo muestra de manera preliminar el estado de la contaminación atmosférica en Salamanca, a través de la población de líquénica.

## ABSTRACT

A lichen is a symbiosis between a fungus and an algae, for their morphology they could be classified as fruticose, foliose and crustose; and they are used as bioindicators of atmospheric pollution. In this study, we sampled in 5 different points in Salamanca city, on three of them are located the stations of atmospheric monitoring and the rest on the surroundings of the city. A total of 70 lichens samples were collected. All the samples were identified through chemical analysis. The predominant species were: *Scoliciosporum chlorococcum*, *Physcia adscends*, *Punctelia sp.*, *Xanthoria sp.* and *Xanthoria polycarpa*. Although Salamanca presents environmental problems, their levels of pollution are not yet so high to end the lichen species, probably the existence of lichens is related with the wind direction that is predominantly towards the northeast of the city. This work is a preliminary study of air pollution, through lichens population.

### Palabras Clave

Líquenes; Diversidad; Contaminación atmosférica; Salamanca, Guanajuato.

## INTRODUCCIÓN

Un líquen es una simbiosis entre un hongo (micobionte) y un alga o cianobacteria (fotobionte) y una levadura [1,2]; en esta relación el micobionte es el que proporciona protección y el fotobionte proporciona nutrientes [3]. Los líquenes se encuentran distribuidos mundialmente, desde los círculos polares hasta áreas desérticas, incluyendo costas marinas, selvas, bosques húmedos y trópicos: adheridos a cualquier sustrato, principalmente cortezas de árboles, rocas y suelo [1]. Los líquenes se pueden clasificar por su morfología en tres grupos principales: a) crustáceos o crustosos, b) foliosos y c) fruticosos (Figura 1).

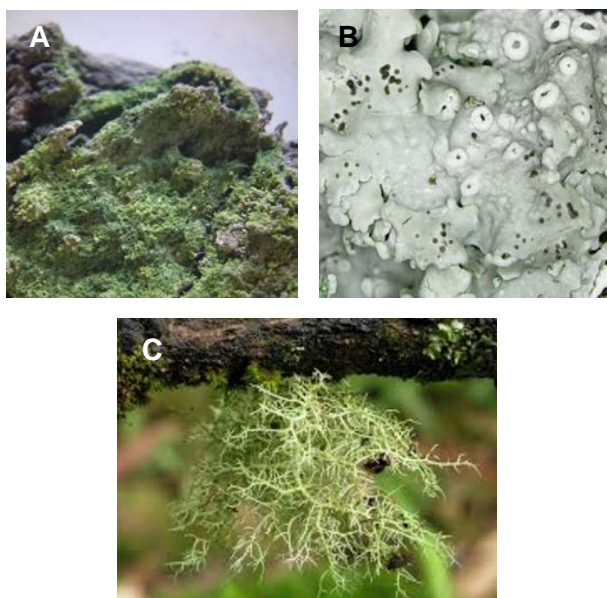


Figura 1. Clasificación morfológica de los líquenes. A. Crustáceos o crustosos; B. Foliosos; C. Fruticosos (Tomada de [3]).

### Líquenes como bioindicadores

Durante la década de los 70's y los 80's los líquenes fueron utilizados como bioindicadores de contaminación, dado que determinados contaminantes atmosféricos, por ejemplo, dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) reducían la diversidad de las poblaciones [5]. La naturaleza tóxica de  $\text{SO}_2$  afecta las especies de líquenes y las cortezas de árboles, produciendo su acidificación [6]. Debido a que los líquenes epifitos captan la mayoría de sus

nutrientes a partir de la atmósfera son más susceptibles a los factores atmosféricos, por lo tanto, son ideales para considerarse como bioindicadores [7]. La mayoría de casos reportados sobre la desaparición de líquenes se debe a la contaminación por gases, por ejemplo,  $\text{SO}_2$ , fluoruros, ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros contaminantes emanados por industrias y por la combustión en automóviles [7,8].

Los líquenes son capaces de retener aproximadamente el 30% de  $\text{SO}_2$ , pero al estar en constante exposición a estas emisiones, el líquen acumula altos niveles de sulfatos y bisulfatos, que incapacitan funciones tales como fotosíntesis, respiración y en algunos casos fijación de nitrógeno. Lo cual ocasiona deformación de estructura de talo y posteriormente su muerte [9].

La ciudad de Salamanca, Guanajuato está situada entre los municipios de Irapuato y Celaya, a 67 km de Guanajuato, es una de las principales ciudades del corredor industrial del Bajío [10]. La ciudad de Salamanca se caracteriza por tener dentro de sus terrenos instalaciones de una Refinería de Pemex y la central termoeléctrica, dichas industrias son fuente de contaminación atmosférica. Por tal motivo, en este trabajo nos enfocamos en determinar la diversidad de especies liquénicas presentes en la ciudad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de muestras

La recolección de muestras se realizó en cinco puntos ubicados dentro de la ciudad de Salamanca, Guanajuato; tres de ellos correspondían a lugares en donde se ubican estaciones de monitoreo atmosférico del programa PROAIRE (Cruz Roja, DIF y Nativitas). Los otros dos puntos adicionales en los alrededores de la Refinería de PEMEX y un punto al sur de la ciudad. Las muestras seleccionadas para su colecta son representativas de colonias de 3 a 4 cm. Cada muestra se depositó en un sobre de papel, indicando su geolocalización y código sucesivo "ESC001".

## Identificación morfológica y química de líquenes

Las características morfológicas principales del líquen (color en la superficie superior e inferior, presencia de rizinas, cilios, tamaños de lóbulos, etc.), así como la presencia de estructuras reproductivas (apotecios, picnidios, etc.), se observaron al microscopio estereoscópico (10X). La identificación química de las especies se realizó siguiendo la metodología de Hale y col. (1969) [11]. Colocando a un pedazo del líquen una gota de cloro comercial (C), KOH al 10% (K), y sus combinaciones (CK y KC), HNO<sub>3</sub> al 50% y lugol.

## Pruebas de cristalización

La identificación de metabolitos secundarios en las especies líquénicas se realizó colocando por duplicado un pedazo del líquen en un portaobjetos. A cada muestra se le adicionaron de 2 a 3 gotas de acetona (o hasta formación de un halo blanco o amarillo). Posteriormente, se retiró el líquen y se adicionó una gota de las mezclas Glicerol-Alcohol-Agua (1:1:1) y otra de Glicerol-Ácido acético (3:1). Se colocó un cubre objetos y se flameó hasta aparición de burbujas. Las muestras se dejaron enfriar y posteriormente se observaron al microscopio los cristales con el objetivo de 40X y se compararon sus estructuras [12].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo fueron colectados un total de 70 muestras de líquenes en los alrededores de la ciudad de Salamanca. De estas muestras identificamos 15 especies diferentes: *Physcia adscendens*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Scoliciosporum sp.*, *Flavoparmelia caperata*, *Xanthoria sp.*, *Physcia sp.*, *Punctelia sp.*, *Pertusaria albescens*, *Physcia aipolia*, *Xanthoria polycarpa*, *Candelaria concolor*, *Umbilicaria sp.*, *Flavoparmelia soledians*, *Candelariella sp.*, y *Diploschistes sp.*

En la Figura 2 se muestra la ubicación espacial de las especies líquénicas colectadas.

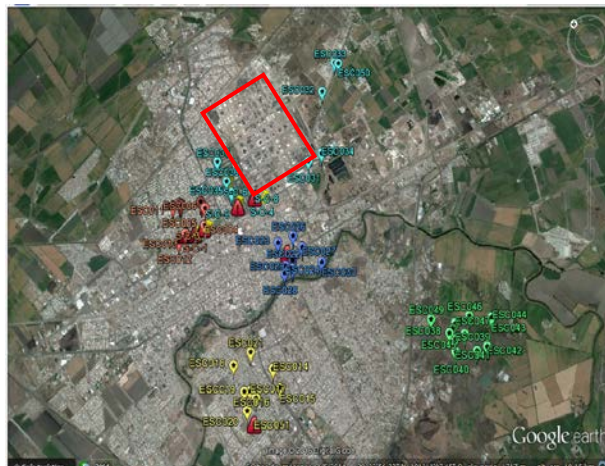


Figura 2. Ubicación las especies líquénicas colectadas en la ciudad de Salamanca, Guanajuato. Indicando con diferentes colores las zonas de muestreo; de rojo Cruz Roja, de azul turquesa Refinería de Pemex, azul Nativitas, color amarillo DIF y en color verde el sur de la ciudad. Dentro del rectángulo rojo se encuentra localizada las instalaciones de la Refinería de Pemex.

La morfología de todos los líquenes muestreados fue foliosa o crustosa, ninguno fruticoso (debido a que son los primeros en desaparecer en ambientes con niveles altos de contaminación [1]). Las especies líquénicas se localizaron principalmente adheridos a la corteza de árboles, a altura pecho y arriba de ésta y en superficies de rocas.

Los líquenes que predominaron en cada zona de muestreo fueron: a) *Scoliciosporum chlorococcum* en Cruz Roja y Nativitas, b) *Physcia adscendens* en el DIF, c) *Punctelia sp.* en la Refinería PEMEX, d) *Xanthoria sp.*, *Xanthoria polycarpa* y *Punctelia sp.* en la zona Sur de la ciudad (Figura 3).

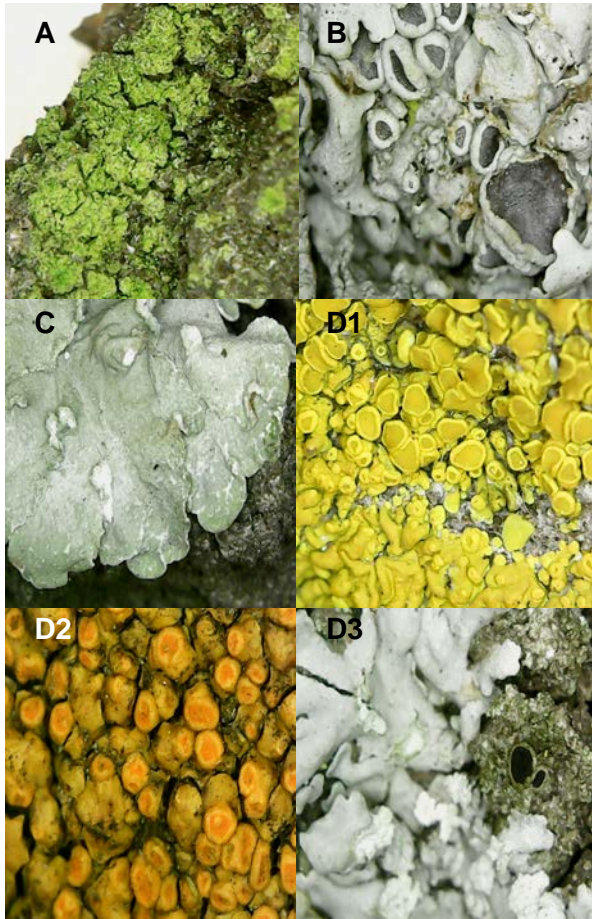


Figura 3. Especies liquénicas encontradas en Salamanca, Guanajuato. A. *Scoliciosporum chlorococcum* (ESC028) en Cruz Roja y Nativitas; B. *Physcia adscendens* (ESC015) en el DIF; C. *Punctelia* sp. (ESC036) en la Refinería PEMEX; D. Líquenes presentes en al Sur de la ciudad Salamanca, D1. *Xanthoria* sp. (ESC042), D2. *Xanthoria polycarpa* (ESC046), D3. *Punctelia* sp. (ESC049).

Al evaluar los metabolitos secundarios de las especies liquénicas por medio de cristalización, pudimos observar que en algunos casos, la zona donde se presenta la especie y el grado de contaminación a la que esté sometida, determinará el tipo de metabolitos que sintetizará (Figuras 4 y 5).

Se ha reportado que las especies liquénicas, cuando se encuentran en condiciones desfavorables para su sobrevivencia, se ven obligadas a adaptarse al medio desfavorable produciendo en algunos casos metabolitos, que le proveen de resistencia frente a compuestos

tóxicos y de esta forma poder subsistir en ambientes contaminados [7].

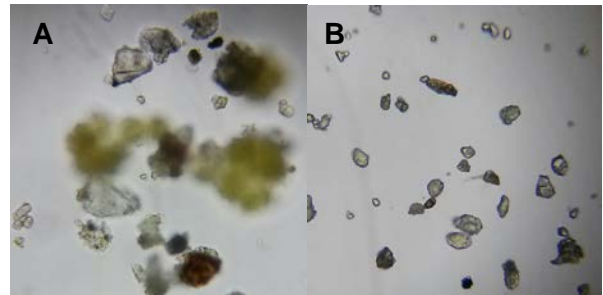


Figura 4. Metabolitos secundarios presentes en dos muestras de la especie *Punctelia* sp. (ESC033, ESC032), ambas colectadas en la zona de la Refinería de Pemex en diferentes puntos. A. Ácido Baeomicesico; B. Acetilportentol.

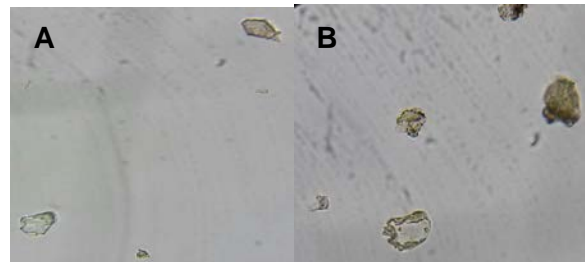


Figura 5. Metabolitos secundarios presentes en dos muestras de la especie *Punctelia* sp. (ESC038, ESC042), ambas colectadas en la zona Sur de Salamanca en diferentes puntos. A. Zeorin; B. Ácido picroliquénico.

En nuestro trabajo, la especie que predominó en todas las zonas fue *Scoliciosporum chlorococcum*. En zonas templadas de Europa dicha especie está catalogada dentro del grupo de especies que presentan una mayor tolerancia a ambientes contaminados, mientras que especies pertenecientes al género *Usnea* y algunas especies del género *Hyperphyscia* son populares por ser sensibles a estos ambientes [7]. Se cree que la presencia de líquenes en Salamanca es debida, a que los vientos predominantes se dirigen al noreste de la ciudad, quedando la parte restante un poco más libre de estas emisiones contaminantes.

## CONCLUSIONES

La diversidad en la población liquénica encontrada en la ciudad de Salamanca podría estar relacionada a la dirección del viento. El viento predominante en la ciudad de Salamanca va hacia

el noreste, con mayor frecuencia vientos de 2-4 m/s, seguido de vientos de 4-7 m/s. El lugar ubicado en esta dirección es la zona de la Cruz Roja, donde se encontraron colonias más pequeñas de líquenes, en comparación de aquellas localizadas al sur de la ciudad. Aunque la dirección del viento resulta ser un factor que influye directamente en la presencia o no de un líquen, nos fue posible encontrar especies como *Scoliciosporum chlorococcum* y *Punctelia sp.*, en los diferentes puntos de muestreo. Pero lo más importante es que, estas mismas especies presentan diferentes metabolitos, dependiendo de las condiciones ambientales del área donde se ubican.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al TecNM por el financiamiento al proyecto 286.15-PD y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por las facilidades para desarrollar este trabajo; y a Victor Armando Arguello Hernández por su apoyo durante la colecta de muestras.

## REFERENCIAS

- [1] INBIO. (2015). Líquenes. Recuperado el 16 de Octubre de 2015, de <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/liquenes.html>
- [2] Spribille, T., Tuovinen, V., Reel, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Aime, M. C., Schneider, K., Stabenheimer, E., Heller, M. T., Thor, G., Mayrhofer, H., Johannesson, H., McCutcheon, J. P. (2016). Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science*, 353:488-491
- [3] UGR. (2015). Líquenes. Recuperado en octubre de 2015, de <http://www.ugr.es/~mcasares/Utilidades/liquenes.html>
- [4] Flickr. (2009). Líquen fruticulado. Recuperado en febrero de 2016, de <https://www.flickr.com/photos/70626035@N00/3944661915>
- Molina, M. C. Recuperado el 29 de Septiembre de 2014. Los líquenes y sus aplicaciones para el ser humano. Obtenido de: <http://www.lamarea.com/2014/09/29/los-liquenes-y-sus-aplicaciones-para-el-ser-humano/>
- [5] Herk, C. (2001). Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Elsevier*, 419-441.
- [6] Hawksworth D., I. T. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Iberoamericana*, 71-82.
- [7] Giordani, P. (2007). Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy. *Elsevier*, 291-576.

[8] Froehlich, A. (2006). A look at Willamette valley air quality using lichen communities as bioindicators. *Research Based Learning*. 377-389.

Guanajuato. (16 de Octubre de 2015). Salamanca. Obtenido de <http://www.guanajuato.mx/gtomx/destinos/salamanca>

[9] Hale. M. (1969). How to know lichens. Brown Company publishers.

[10] Huneck, S. & Yoshimura, I. (1928). Microcristalización. Identification of Lichen Substances, Springer. Japan. 53-106.