



# LÍQUENES COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE



Irene Mares Rueda  
Tutor: Dr. Leopoldo García Sancho

FACULTAD DE FARMACIA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

TRABAJO FIN DE GRADO

## INTRODUCCIÓN

### Líquenes

Son **organismos simbióticos** compuestos por una parte fúngica (micobionte) y otra, u otras, fotosintéticas (fotobionte).

La **parte fúngica** corresponde habitualmente a un ascomiceto y, en muchos de los líquenes más comunes, también a una levadura perteneciente a la división Basidiomycota.

La **parte fotosintética** corresponde normalmente a un alga verde o a una cianobacteria.

### Bioindicación

**Bioindicador:** "Proceso biológico, especie o comunidad que se puede utilizar para evaluar la calidad del medio ambiente y su evolución con el paso del tiempo".

**Ventajas frente a los métodos tradicionales** de evaluación de contaminación ambiental: detectan niveles bajos continuos de contaminación, añaden el componente temporal correspondiente a su residencia en el área, y evalúan las posibles acciones conjuntas de sinergia y antagonismo entre agentes contaminantes y sus consecuencias sobre los ecosistemas.

### Calidad del aire

**Contaminación atmosférica:** "Presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza".

**Contaminantes con valores legislados** para la protección de la salud en España: **SO<sub>2</sub>**, **NO<sub>x</sub>**, partículas (PM10 y PM2,5), **Pb**, benceno, CO, As, **Cd**, **Ni**, benzo(a)pireno y **O<sub>3</sub>**.

**Métodos de evaluación** de la presencia de estos contaminantes en la atmósfera utilizados habitualmente: son **instrumentales** (mediciones fijas, mediciones indicativas y modelización).

### Características que comparten los líquenes con los buenos bioindicadores

✓	Aportan una respuesta medible y proporcional al grado de contaminación	Ausencia de raíz, estomas y cutícula → Adquieren todos sus nutrientes por exposición directa del talo a la atmosfera. Su gran superficie externa fomenta la detección y acumulación de contaminantes atmosféricos, que se refleja en variaciones en procesos fisiológicos y morfología.
✓	Relativamente estables a pesar de la moderada variabilidad climática y medioambiental	Diferentes especies presentan distinta sensibilidad a un determinado contaminante → Las especies sensibles a un contaminante concreto pueden desaparecer localmente cuando este está presente, pero otras con cierta tolerancia al mismo son capaces de persistir.
✓	Fáciles y baratos de sondear	Pueden ser muestreados durante todo el año y, en muchos casos, identificados por no especialistas.
✓		Abundantes y comunes en los ecosistemas.
✓		Ecología y forma de vida bien comprendidas.
✓		Taxonómicamente bien documentados y estables.
✓	Su respuesta a la contaminación refleja la respuesta de otras muchas especies, poblaciones o comunidades del ecosistema.	

## ANTECEDENTES

- Nylander, 1866 → Flora líquénica Jardín de Luxemburgo (París).
- Hawksworth y Rose, 1970 → Desaparición de especies por contaminación por SO<sub>2</sub>.
- Cislighi y Nimis, 1997 → Correlación inversa entre cáncer de pulmón y biodiversidad líquénica.
- Elevado número de trabajos científicos.

## OBJETIVO

Realizar una revisión bibliográfica que recoja el fundamento, metodología y utilidad del uso de los líquenes como bioindicadores de calidad del aire, centrándose en la información que aportan las variaciones en su ecofisiología y biodiversidad sobre la contaminación del mismo.

## METODOLOGÍA

Extensa búsqueda bibliográfica de publicaciones científicas relacionadas con el uso de los líquenes como bioindicadores de contaminación.

### Bases de datos

Google Académico  
ScienceDirect  
PubMed  
BUCea

### Términos de búsqueda

Lichens  
Bioindicadores  
Biomonitoring  
Air pollution  
Environmental quality  
Atmospheric pollutants  
Heavy metals  
Sulfur dioxide

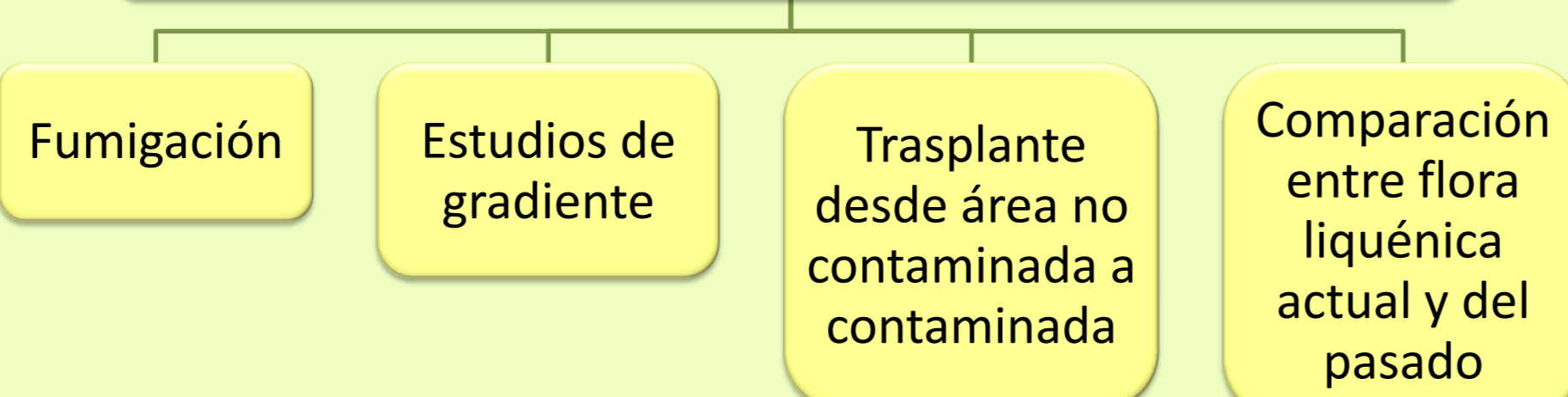
Se seleccionaron aquellas publicaciones que profundizaban en la sensibilidad de los líquenes epífitos a contaminantes aéreos, estudiando variaciones en su ecofisiología y biodiversidad, así como revisiones completas sobre el uso de los líquenes como bioindicadores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Métodos empleados en el uso de los líquenes como bioindicadores de calidad del aire



### Métodos utilizados para evaluar la respuesta de los líquenes a contaminantes aéreos



SO<sub>2</sub>

- Es el contaminante más perjudicial para los líquenes.
- Provoca: interferencias en el flujo de algunos nutrientes, reducción de la biosíntesis de proteínas, producción de etileno, pérdida de humedad → Daño en la simbiosis.

NH<sub>3</sub>

NO<sub>x</sub>

- El crecimiento de las especies nitrófilas está favorecido por un PH alto en las cortezas de los árboles (niveles elevados de NH<sub>3</sub> en el medio).
- Altas concentraciones de NO<sub>x</sub> procedentes de las emisiones de los vehículos afectan negativamente a la presencia de líquenes en el medio.

O<sub>3</sub>

- Catalizador muy potente de la peroxidación de las membranas lipídicas de los líquenes (también SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>).
- Afecta al aparato fotoquímico → Reducción de fotosíntesis neta.

Metales Pesados

- Los líquenes actúan como bioacumuladores de metales pesados. Las concentraciones en el talo están directamente correlacionadas con las presentes en el medio.
- Esta acumulación puede causar toxicidad por bloqueo, modificación o desplazamiento de los iones o moléculas esenciales de la función del líquen → Contenido e integridad de la clorofila alterados, disminución de fotosíntesis y respiración, cambios en la fluorescencia, etc.

## CONCLUSIÓN

- ❖ Los líquenes poseen las características de los buenos bioindicadores.
- ❖ Su utilidad y fiabilidad como indicadores de calidad del aire queda demostrada en el elevado número de trabajos publicados al respecto.
- ❖ No pueden reemplazar a los equipos técnicos que miden contaminación atmosférica, pero ambos se complementan en la evaluación de los efectos que esta puede causar.

## BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

- Calvo E, Sanz MJ. Líquenes como bioindicadores de la calidad ambiental en el parque natural de La Font Roja (Alicante, España). Ecología. 2000; nº 14: pp 103-115.
- Conti ME, Cecchetti G. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment -- a review. Environmental Pollution. 2001; 114: 471-492.
- Hawksworth DL, Iturriaga T, Crespo A. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Rev Iberoam Micol. 2005; 22: 71-82.
- Holt EA., Miller SW. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. Nature Education Knowledge [Revista on-line] 2010 [Consultado 5 diciembre 2016] 3(10):8.
- TH III. Lichen Biology. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2008.
- Sett R, Kundu M. Epiphytic Lichens: Their Usefulness as Bio-indicators of Air Pollution. Donnish Journal of Research in Environmental Studies. 2016; 3 (3): 17-24.