

LÍQUENES Y MUSGOS COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid
Elena Morillo Sanz

INTRODUCCIÓN

BIOINDICADORES

Seres vivos que nos dan información sobre las condiciones del medio en el que se encuentran. Son útiles para evidenciar la existencia de diferentes contaminantes y su incidencia sobre organismos vivos.

Pueden ser:

- Bioindicadores: datos cualitativos.
- Biomonitores: datos cuantitativos.

MUSGOS

Gametofito (haploide) Esporofito (diploide)



Ceratodon

División *Briophyta*

Simplicidad
Amplia distribución
Sensibilidad aire

✓ **BIOINDICADORES**

LÍQUENES



Crustáceos
Foliáceos
Fruticulosos



Xanthoria parietina

Contaminante

Liquen

EFEECTOS

- Metabólicos y fisiológicos
- Morfológicos y anatómicos
- Sobre las comunidades

CARACTERÍSTICAS DE LOS LÍQUENES COMO BIOINDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- Sin raíces → depende de atmósfera y sustrato.
- Sin cutícula → absorción de nutrientes del aire.
- Recolección sencilla.
- Perennes, crecimiento lento y longevidad.
- Sensibles al pH (SO₂).
- Variabilidad interespecifica. de la sensibilidad a contaminantes.
- Bajos requerimientos de nutrientes y humedad.

CONTAMINACIÓN

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

PRIMARIOS

SO₂

- Combustión de combustibles fósiles.
- Formación de lluvia ácida.
- Irritación ocular y a nivel del S. respiratorio.

NO_x

- Tráfico rodado (75% NO₂).
- ↑ Reactividad → contaminantes secundarios.
- Efecto invernadero, lluvia ácida.
- Irritación ocular y a nivel del S. respiratorio.

SECUNDARIOS

O₃

- COV/NO₂ ^{luz} → O₃
- Niveles ciclo diario/estacional.
- Oxidante agresivo e infecto invernadero.
- Mortalidad prematura y problemas respiratorios.

OBJETIVO

Explicar el **fundamento**, **metodología** y **utilidad** del uso de musgos y líquenes como bioindicadores de distintos contaminantes, centrándonos, por su utilidad, en la relación de los **líquenes** con el **dióxido de azufre** (SO₂), los **óxidos de nitrógeno** (NO₂, NO) y el **ozono** (O₃).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de diferentes publicaciones científicas utilizando:

- **Bases de datos:** PubMed, Google Academic, ScienceDirect.
- **Libros.**
- **Sitios webs oficiales:** Organización Mundial de la salud (OMS) o la Organización de Naciones Unidas (ONU), etc.

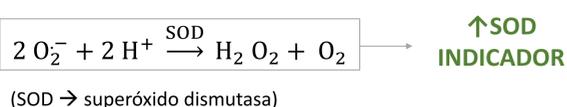
PALABRAS CLAVE:

- Lichen
- Moss
- Air pollution
- Bioindicator
- Sulfur dioxide
- Biomonitoring

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



OZONO (O₃)



Egger, et al (1994) → FUMIGACIÓN

RELACIÓN

O₃ ↔ SOD
O₃ ↔ MDA
MDA ↔ SOD



Hypogymnia physodes

- Deshidratación Hidratación
- Gran capacidad para tolerar ROS.
 - Tolerancia O₃.
 - Malos indicadores (algunos autores).

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Deltoro, et al (2002) → FUMIGACIÓN

Actividad de las enzimas antioxidantes

↑ *Ramalina farinacea*
↓ *Evernia prunastri*

Sensibilidad ↔ Procesamiento SO₂

Thomas y Nash (1973) → FUMIGACIÓN

clorofila $\xrightarrow{\text{SO}_2}$ *feofitina*

SENSIBILIDAD

Cladonia furcata
Phycia millegrana
Cladonia cristatella
Parmelia carperata

Hawksworth y Rose (1973) → GRADIENTE

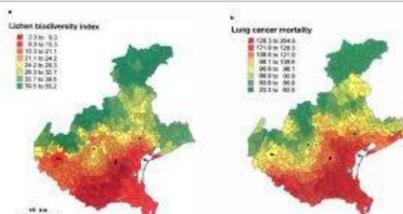
Escala semicuantitativa con 10 zonas de isocontaminación

TOLERANTE (Zona 0) *Pleurococcus viridis*
Hypogymnia physodes

SENSIBLE (Zona 10) *Parmelia saxatilis*
Lobaria pulmonaria

Cislaghi y Nimis (1997)

Biodiversidad ↔ Mortalidad cáncer de pulmón



ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x)

Contaminación NO_x (NO₂, NO) → ↑ ESPECIES NITROFÍTICAS
↓ ESPECIES NO NITROFÍTICAS



Cladonia portentosa

BIOACUMULACIÓN

Van Dobben, et al (1998)

El crecimiento de las especies nitrofíticas está relacionado con el pH, no con las concentraciones de nitrógeno.

Fuentes y Rowe (1998)

TRAFICO RODADO

4 zonas de isocontaminación (A-D)

Relación NO₂ ↔ líquenes

T: *Lepraria aeuroginosa*
S: *Parmelia tilacea*

Bignal, et al. (2008)

Efecto del NO₂ en briofitas. Se trasplantaron 6 especies a zonas cercanas a la carretera.

1. Aumento del crecimiento (efecto fertilizante por deposición de nitrógeno).
2. Disminución del crecimiento (aumento de la concentración).

CONCLUSIONES

1. Los líquenes y los musgos, por sus características biológicas, son excelentes bioindicadores de la calidad del aire.
2. Los mapas basados en la biodiversidad líquénica son muy útiles para los estudios medioambientales.
3. El SO₂ es el contaminante que más afecta a los líquenes.
4. Los óxidos de nitrógeno tienen una gran relevancia en zonas con una densidad de tráfico alta. Además son especialmente peligrosos por su alta reactividad (formación de contaminantes secundarios).
5. El uso de líquenes para la biomonitorización de ozono tiene limitaciones debido a su alta tolerancia hacia el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bignal, et al. (2008). Effects of air pollution from road transport on growth and physiology of six transplanted bryophyte species. *Environmental Pollution*. 156 (2)
2. Cislaghi, et al. (1997). Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*. (387)
3. Deltoro, et al. (2002). Effects of SO₂ fumigations on photosynthetic CO₂ gas exchange, chlorophyll a fluorescence emission and antioxidant enzymes in the lichens *Evernia prunastri* and *Ramalina farinacea*. *Physiologia Plantarum*. 105 (4).
4. Egger, et al. (1994). Changes of Physiological and Biochemical Parameters in. *Phyton*. 35.
5. Fuentes, et al. The effect of air pollution from nitrogen dioxide (NO₂) on epiphytic lichens in Seville, Spain. *Aerobiologia*. 14.
6. Hawksworth, et al.. Qualitative scale for estimating sulfur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*. 227(5254).
7. Thomas, et al. (1973). Sensitivity of Lichens to Sulfur Dioxide. *The Bryologist*. 76(3).
8. Van Dobben, et al. (1998). Effects of atmospheric NH₃ on epiphytic lichens in the Netherlands: the pitfalls of biological monitoring. *Atmospheric Environment*. 32(3).