

Líquenes y musgos de Morelia relacionados con la calidad del aire

Marlene Gómez Peralta y Víctor Manuel Gómez Reyes

Herbario de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

RESUMEN

Se registraron las frecuencias, coberturas y síntomas de contaminación presentes en líquenes foliosos y musgos que crecen sobre la corteza de árboles a lo largo de ocho transectos del área urbana y suburbana de Morelia, los cuales están relacionados con la presencia de industrias y el tráfico vehicular. Se muestrearon tres microhábitats por árbol, de un total de 200 árboles; se registró la frecuencia y cobertura de cada especie en una cuadrícula de 20.0 x 50.0 cm, dividida en 10 unidades y se registró el síntoma observado. En todos los transectos se presentaron síntomas de contaminación y se encontró una clara relación de las frecuencias y coberturas registradas con el tráfico vehicular y la presencia de industrias. De acuerdo a lo anterior, existen indicios de problemas de calidad del aire en el área de estudio. Los síntomas de contaminación más frecuentes en los líquenes fueron clorosis, cambios de coloración y erosión de la corteza superior, mientras que en los musgos, la clorosis fue el síntoma más frecuente. El presente trabajo, es parte de los resultados hasta ahora obtenidos dentro del proyecto: Líquenes y musgos de la zona urbana y suburbana de Morelia como indicadores de la calidad del aire.

Palabras clave: Síntomas de contaminación, frecuencias y coberturas, tráfico vehicular.

ABSTRAC

The frequencies, coverages and pollution symptoms present in foliose lichens and mosses that grow on the barks of trees of eight transects of Morelia's urban and suburban area were registered and are related to the presence of industries and the vehicular traffic patterns. Three microhabitats were sampled per tree, of a total of 200 trees; the frequency and coverage of every species in a squared pattern of 20.0 x 50.0 cm, divided in 10 units and the observed symptom were registered. All transects presented symptoms of pollution and a clear relationship of the frequencies and coverages registered with the vehicular traffic patterns and the presence of industries was found. According to the results, there are indications of air quality problems in the area of study; the most frequent pollution symptoms on lichens were chlorosis, changes of coloration and upper cortex erosion, whereas on the mosses, chlorosis was the most frequent symptom. The present study, it is a part of the results till now obtained on project: Lichens and mosses of Morelia's urban and suburban zone as indicators of the quality of the air.

Key words: Pollution symptoms, frequencies and coverages, vehicular traffic.

INTRODUCCIÓN

En el uso de organismos indicadores de contaminación atmosférica, destacan las especies epifitas de líquenes y musgos, debido a que incorporan los iones presentes en el aire de la at-

mósfera y la lluvia. Nylander (1866), fue el primero en sugerir que la ausencia de líquenes se debía a la contaminación del aire. Varios autores han utilizado a estos organismos como indicadores de contaminación (LeBlac y Rao 1966;

Barkman 1969; Le Blanc y De Sloover 1970; Gómez Peralta y Chávez Carmona 1995). La susceptibilidad de líquenes al tráfico vehicular, ha sido demostrada por Mahu (1989); Orsi *et al.* (1991) y Boffi *et al.* (2003). Por lo anterior, se utilizan estos organismos como un sistema de monitoreo para la ciudad de Morelia, la cual ha ido creciendo rápidamente y con esto, aumentando el tráfico vehicular y las emisiones de automotores. Se considera importante que los ciudadanos y los transportistas reconozcan que el aumento de las emisiones a la atmósfera, aunado a la pérdida de áreas verdes de los alrededores de la ciudad, conducirán a deteriorar la calidad del aire.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es un polígono irregular de 266.87 km² y limitado por las siguientes coordenadas extremas UTM: al norte 2187365, al sur 2169435, al este 254994 y al oeste 281467. Presenta altitudes que van desde los 1 801 m hasta 2 131 m e incluye ocho transectos -uno para cada punto cardinal- en el área urbana y subur-

bana de Morelia y de acuerdo con la información proporcionada por el H. Ayuntamiento de Morelia, la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) y de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el área de estudio existen 226 industrias, 66 municipales, 143 estatales y 17 federales.

Trabajo de campo

1. Se eligieron y georreferenciaron cuatro transectos arbolados del área urbana y cuatro del área suburbana, uno por cada punto cardinal (N, S, E y W).
2. Se seleccionaron cinco puntos equidistantes en cada transecto; en cada punto se marcaron un total de cinco árboles, bajo el criterio del vecino más cercano al punto. Cada árbol se dividió en tres microhábitats: base, parte media del tronco y parte alta del tronco (hasta donde empieza la copa); indicando la exposición de cada microhábitat (de acuerdo a un sorteo de exposiciones).
3. Se midió el área que cubre cada población en centímetros cuadrados (cobertura) y para la

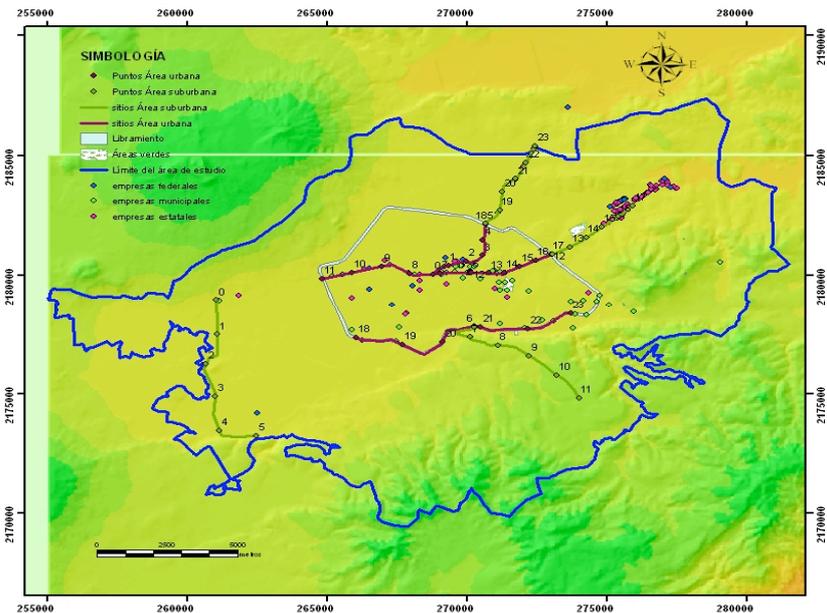


FIGURA 1. Área de estudio con la ubicación de transectos e industrias.

frecuencia se utilizó un cuadrante de 20.0 x 50.0 cm, dividido en 10 unidades, mediante el registro del número de cuadrículas ocupadas por cada especie.

1. Se registró la presencia de síntomas de contaminación en las especies de líquenes y musgos y se recolectaron los ejemplares para su determinación taxonómica.
4. La información obtenida se capturó en una base de datos en Excel 2000.
5. Los datos del tráfico vehicular se obtuvieron por conteos de vehículos en una hora, en tres horarios, dos días/semana, durante ocho meses. Los puntos de medición en cada transecto fueron seleccionados al azar. Se realizaron los análisis estadísticos básicos por categoría (hora y mes) y Análisis de Varianza de una vía para comparar las horas pico en cada mes.

Trabajo de laboratorio

Se realizó la determinación taxonómica de las especies de árboles, líquenes y musgos de acuerdo a la metodología tradicional y mediante la utilización de claves taxonómicas especializadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los registros de líquenes foliosos y musgos se obtuvieron de las cortezas de *Jacaranda mimosaeifolia* Dom. (Jacaranda); *Casuarina equisetifolia* L. (casarina), y *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Ling. (fresno); las especies de

líquenes foliosos más frecuentes fueron *Candelaria concolor* (Dicks.) Stein; *Canoparmelia texana* (Tuck.) Elix & Hale.; *Punctelia subrudecta* (Nyl) Krog.; *Flavopunctelia flaventior* (Stirt.) Hale; *Hyperphyscia sp.* *Physcia aipolia* (Ehrh.) Hampe; *Physcia stellaris* (L.) Nyl. y *Parmotrema praesorediosum* (Nyl.) Hale; mientras que *Fabronia ciliaris* var. *polycarpa* (Hook) Buck. y *Bryum argenteum* Hedw., fueron las especies de musgos más frecuentes.

Para la zona urbana, en cuanto a las sumatorias de frecuencias, coberturas y presencia de síntomas de contaminación (FIGURA 2 y FIGURA 3), se establecieron las siguientes correlaciones: las mayores frecuencias (289), coberturas (13375.5 cm²) y abundancia de organismos sanos (104) se presentó en el transecto este, con menor tráfico vehicular (promedio: 1550-1900 vehículos/hora, entre semana y fin de semana); por el contrario en el transecto norte, que presenta un tráfico vehicular con el mismo promedio, pero con un mayor número de industrias instaladas, presentó el menor número frecuencias (16.3), de coberturas (96.7 cm²) y de individuos sanos (15) y el menor número de ejemplares registrados de toda el área de estudio. El transecto sur que presentó el mayor tráfico vehicular (promedio de 4300, vehículos/hora entre semana y 3400 vehículos/hora en fin de semana), se registraron 61 organismos sanos, frecuencia de 143.3, cobertura de 3687.7 cm², todos estos datos son menores a los que se presentaron en el transecto oeste, con menor tráfico vehicular promedio (de 2000-2800 vehículos/hora tanto entre semana como en fin de semana) y con

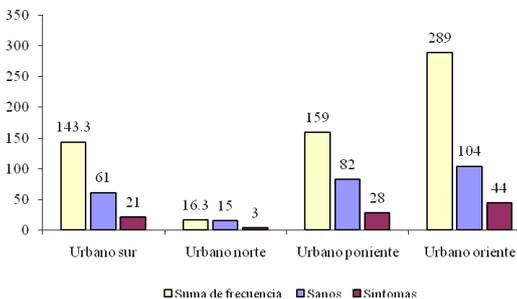


FIGURA 2. Comparación entre las sumatorias de frecuencias y el número de organismos sanos y con síntomas en el área urbana.

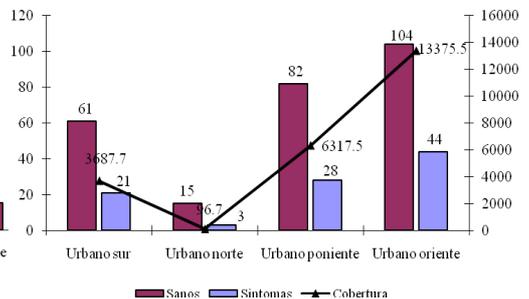


FIGURA 3. Comparación entre las sumatorias de coberturas y el número de organismos sanos y con síntomas en el área urbana.

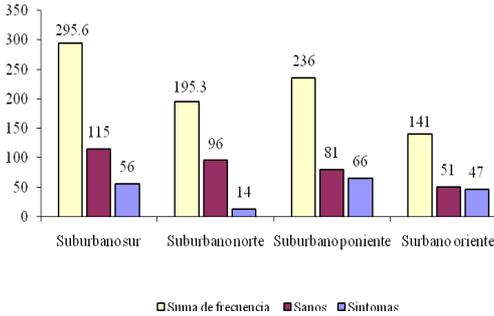


FIGURA 4. Comparación entre las sumatorias de frecuencias y el número de organismos sanos y con síntomas en el área suburbana.

presencia de algunas industrias.

Para la zona suburbana (FIGURA 4 Y FIGURA 5), las correlaciones que se establecen son las siguientes: el transecto sur, presentó el mayor número de organismos sanos (115), de frecuencias (295.6) y coberturas (18 408.8 cm²) y el mayor número de ejemplares registrados para el área de estudio; presenta un promedio de tráfico vehicular menor a 1000 vehículos/hora, tanto entre semana como en fin de semana y aunque no existen industrias instaladas sobre el transecto, se registraron ejemplares con síntomas de contaminación (56), que podrían relacionarse con la cercanía del transecto urbano sur. Un transecto con el mismo promedio de tráfico vehicular, pero con la presencia de dos industrias es el oeste, que le sigue en número de registros de frecuencia y coberturas, pero presentó mayor número de organismos con síntomas de contaminación (66), de toda el área de estudio. El transecto este, a pesar de presentar un promedio de tráfico vehicular menor al transecto norte (1500-1900 y 2000-2800 vehículos/hora, tanto entre semana como en fin de semana, respectivamente), presentó valores menores de frecuencia, cobertura y de registros de individuos sanos (51), pero presenta el mayor número de industrias ubicadas en sus cercanías. Presentó más registros de individuos con síntomas de contaminación (47), que en el transecto norte (14) que sólo presenta una industria en sus cercanías.

En todos los transectos se registraron síntomas de contaminación del aire, los líquenes pre-

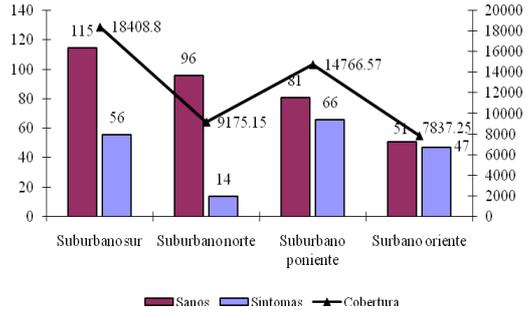


FIGURA 5. Comparación entre las sumatorias de coberturas y el número de organismos sanos y con síntomas en el área suburbana.

sentaron los siguientes: Clorosis (FIGURA 6); Erosión de la corteza superior (FIGURA 7); Cambios de coloración (FIGURA 8); Desecación (FIGURA 9); Necrosis (FIGURA 10) y Reducción de talla (FIGURA 11); mientras que los musgos sólo presentaron: Clorosis (FIGURA 12) y Desecación (FIGURA 13).

En la mayoría de los transectos se encontró una relación inversamente proporcional entre las frecuencias y coberturas registradas con el tráfico vehicular y la presencia de industrias; y aunque en todos los transectos se presentaron síntomas de contaminación, la relación de éstos con el tráfico vehicular y la presencia de industrias no es clara, para todos los transectos, por lo que serán necesarios análisis posteriores, en los que se incluyan otras variables registradas en el proyecto, así como otros análisis adicionales. Existen indicios de problemas de calidad del aire de acuerdo con los síntomas observados para todos los transectos del área de estudio y de acuerdo con estos datos, se vislumbran diferentes índices de calidad del aire. En algunos casos se relaciona con el tráfico vehicular; en otros con la instalación de industrias; y en otros -con poco tráfico vehicular- con la lenta circulación además del tipo de parque vehicular que circula por estos transectos, así mismo, por influencia de industrias o áreas cercanas con elevado tráfico vehicular.

Los microhábitats con mayor número de poblaciones en el área urbana son la parte media y la parte alta del tronco. La base de los árboles,



FIGURA 6. Clorosis. Fotografía: M. Gómez Peralta.



FIGURA 7. Erosión de la corteza superior. Fotografía: E. Prado Banda.



FIGURA 8. Cambios de coloración. Fotografía: M. Gómez Peralta.



FIGURA 9. Deseccación. Fotografía: M. E. Prado Banda.



FIGURA 10. Necrosis. Fotografía: M. Gómez Peralta.



FIGURA 11. Reducción de talla. Fotografía: M. Gómez Peralta.



FIGURA 12. Clorosis. Fotografía: E. Prado Banda.



FIGURA 13. Deseccación. Fotografía: E. Prado Banda.

es un hábitat no colonizado (incluso en aquellos árboles que no están encalados) en el área urbana. Lo contrario sucede en algunos sitios del área suburbana, con bajos promedios de tráfico vehicular, en los que la base de los árboles frecuentemente esta colonizada.

De los síntomas registrados, solamente la clorosis y la reducción de talla, se han reportado en la literatura especializada como síntomas que indican la presencia de dióxido de azufre en el aire (Mahu 1989; Orsi *et al.*, 1991 y Boffi *et al.*, 2003); mientras que los cambios de coloración, la desecación y la necrosis, se han observado como respuesta a emisiones geotérmicas (Gómez Peralta y Chávez Carmona 1995) en las que se presentan diferentes compuestos y elementos químicos); en cuanto a la erosión de la corteza superior, no se tiene conocimiento de reportes al respecto.

CONCLUSIONES

Los síntomas de contaminación, se presentaron en todos los transectos estudiados; los líquenes exhiben más síntomas de contaminación que los musgos.

En la mayoría de los casos, los síntomas aumentan en las cercanías al cruce de vialidades o de industrias.

Los transectos del área, de acuerdo con los síntomas observados presentan diferencias en cuanto a la calidad del aire.

En todos los transectos se presentaron síntomas de contaminación y se encontró una clara relación de las frecuencias y coberturas registradas con el tráfico vehicular y la presencia de industrias.

AGRADECIMIENTOS:

Al Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán, por el financiamiento del proyecto, Clave Michoacán-2005-C01-2005.

A Eloisa Prado Banda, Marco Antonio Santoyo Ávila, Ma. del Rosario Gregorio Cipriano y Ahmed López Salmerón por su ayuda en el trabajo de campo.

Al Dr. Javier Ponce Saavedra, por el análisis estadístico de los datos del conteo de tráfico vehicular.

REFERENCIAS

- Barkman, J.J. 1969. The influence of air pollution on bryophytes and lichens. *Air. Pollut., Proc. Eur. Congr. Influence Air Pollut. Plants Anim.* 1 st, 1968. pp.197-209.
- Boffi Lissin L, M. Zellner y N. Theinhardt. 2003. Análisis de índices de contaminación

- del aire en la Ciudad de Buenos Aires. www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/104_boffi.PDF (accesada en Abril del 2005).
- Gómez Peralta, M. y A. Chávez Carmona. 1995. Líquenes indicadores biológicos en el campo geotérmico los azufres, Michoacán, México. *Geotermia, Rev. Mex. de Geoenergía* 3:137-143.
- Le Blanc, F. y J. De Sloover. 1970. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichen and mosses in Montreal. *Can. J. Bot.* 48: 1485-1496.
- Le Blanc, F y N. D. Rao. 1966. Effects of air pollutants on lichens and bryophytes. *Bryologist* 69 (3): 338-346.
- Mahu, M. 1989. Pollution atmospherique et lichens dans la ville de Santiago du Chili. *Mycotaxon* 34 (2): 407-428.
- Nylander, W. 1866. Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull.Soc.Bot.Fr.* 13: 364-372.
- Orsi, V., E. y N. G. Glenn. 1991. Lichens as microenvironment markers of air quality. Relative to topography, wind direction and vehicular traffic patterns. *Grana* 30: 51-58.