

Relación entre la presencia de especies de líquenes y las concentraciones de PM2.5 en Bogotá D.C.

Foto: Alejandra Castiblanco

Elaborado por: Sean Sebastián Suret y
Christian David Torres - Equipo OAB

Según Hawksworth (1988), los líquenes se han definido como holobiontes¹ conformados por un hongo y una o varias poblaciones fotosintéticas de algas o cianobacterias². Sin embargo, estudios más recientes han encontrado más integrantes de la simbiosis y se contempla al líquen como un microhábitat en el que varias especies de hongos, microalgas y bacterias coexisten (Spribille et al., 2016; D. Hawksworth y Grube, 2020). Es decir, en el líquen se dan las condiciones necesarias para que las algas realicen el proceso de fotosíntesis, mediante el cual general los azúcares que van a servir de alimento para el hongo.

1 Organismo compuesto generalmente por un huésped y una variedad de especies que cohabitan en él, no necesariamente en su interior sino también sobre este (Martínez-Juárez, 2023).

2 Bacterias capaces de realizar la fotosíntesis mediante el oxígeno.

Presencia de líquenes en Colombia

Los líquenes se encuentran en una gran variedad de hábitats, desde zonas árticas y antárticas, hasta desiertos y zonas urbanas, y desempeñan un papel importante en la ecología y el ciclo de nutrientes de los ecosistemas terrestres. En Colombia, según Sipman y Aguirre - C, (2016), se han registrado alrededor de 1.800, de las cerca de 3.600 especies de líquenes que se estima existen en el país.

Soto Medina et al. (2021) identificaron la riqueza de líquenes en las regiones establecidas por el Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, y en el estudio identificaron la riqueza de líquenes en bosques húmedos del Amazonas, del Chocó y del Magdalena y en bosques premontanos, así como en otras zonas del país como en páramos, Cauca, Caribe y Magdalena. Allí, se identificó

que las regiones de Amazonas, Chocó y los Andes son aquellas con mayor presencia de géneros de líquenes en el país.

Teniendo en cuenta la información del estudio mencionado, se utilizaron los datos referentes a la región Andina, con el fin de identificar cuáles de estos corresponden específicamente para la ciudad de Bogotá; para la región de los Andes se encontraron alrededor de 64 géneros (Soto Medina et al., 2021)³.

Líquenes como bioindicador

De acuerdo con Hawksworth D.L et. al (2005), un organismo se puede considerar como bioindicador cuando puede ser utilizado para la identificación y determinación cualitativa de factores contaminantes en la atmósfera ya sea en el aire, suelo y/o su entorno. Los líquenes absorben nutrientes y contaminantes directamente por deposición atmosférica, por lo que pueden tender a deteriorarse en medida que se alimentan de sustancias contaminantes depositadas en el aire (Pardo, 2017).

De acuerdo con lo mencionado por Figueroa, y Méndez (2015), la eficacia de los líquenes en la evaluación de la calidad del aire deriva de que carecen de raíz y sistemas de conducción, lo que los hace depender completamente de la atmósfera y del sustrato para su metabolismo; no tienen estructuras selectivas o protectoras del medio externo que actúen como barrera protectora ante las sustancias del ambiente y no poseen mecanismos de eliminación de los contaminantes. Por lo anterior, se puede inferir que si se encuentra presencia de líquenes en un determinado espacio, puede identificarse como un entorno con condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo.

Material particulado (PM2.5) en Bogotá D.C

Bogotá cuenta con la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá - RMCAB desde 1997, permitiendo conocer en tiempo real el estado de la calidad del aire a través de la cuantificación de la concentración de sustancias de interés sanitario como lo son PM10, PM2.5, O3, SO2, NO2 y CO⁴. La red muestra datos en diferentes series de tiempo, con periodicidad diaria, semanal, mensual y anual. De acuerdo con los datos dispuestos en el portal web de la RMCAB, se

³ Ver figura 4 del [documento mencionado](#)

⁴ Material particulado con diámetro inferior a 10 y 2.5 micras; Ozono; Dióxido de Azufre; Dióxido de Nitrógeno.



Foto: Freepik

ha identificado que para la estación “Carvajal - Sevillana” y para la estación “Kennedy” se registraron las mayores concentraciones promedio anual para PM2.5 entre 2018 y 2022; como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. [Concentración promedio anual de PM2.5 para las estaciones de monitoreo de calidad de aire en Bogotá D.C.](#)

Nombre de la estación	Localidad	2018	2019	2020	2021	2022
Bolivia	Engativá	N.A.	N.A.	N.R.	14	16
Bosa	Bosa	N.A.	N.A.	N.R.	N.R.	N.R.
Carvajal - Sevillana	Kennedy	30*	36,1*	29,2*	35*	N.R.
C.D.A.R.	Engativá	14	15,3	14	13	15
Ciudad Bolívar	Ciudad Bolívar	N.A.	N.A.	N.R.	17	20
Colina	Suba	N.A.	N.A.	N.A.	N.R.	11
Fontibón	Fontibón	N.R.	18,4	19,7	17	19
Guaymaral	Suba	14	13,6	13,9	13	15
Jazmin	Puente Aranda	N.A.	N.A.	N.R.	15	17
Kennedy	Kennedy	24	25,1*	21,6	21	21
Las Ferias	Engativá	15	15,1	14	14	16
MinAmbiente	Santa Fe	14	13,7	12,9	12	15
Móvil Fontibón	Fontibón	N.A.	N.A.	N.A.	N.R.	22
Móvil 7ma	Chapinero	N.R.	N.R.	22	18	N.R.
Puente Aranda	Puente Aranda	17	N.R.	20,8	21	16
San Cristóbal	San Cristóbal	12	N.R.	12,1	13	15
Suba	Suba	16	16,2	15,3	13	16
Tunal	Tunjuelito	20	16	15,3	15	20
Usaquén	Usaquén	13	14,1	13,6	N.R.	13
Usme	Usme	N.A.	N.A.	N.R.	11	14

Fuente. Elaboración propia con información obtenida de RMCAB (2023).

*Valores por encima de norma: 25 µg/m3. N.A: Estación sin funcionamiento en el período. N.R: No reporta.

Relación espacial en Bogotá

Según lo mencionado por Pardo (2017), los líquenes pueden usarse como bioindicadores y/o biomonitores a través de la construcción de cartografía de las especies presentes en un área determinada, por el muestreo individual de las diferentes especies y la medida de la concentración de los contaminantes presentes y el trasplantando los líquenes de una zona no contaminada a una zona contaminada y posteriormente observando su modificaciones morfológicas.

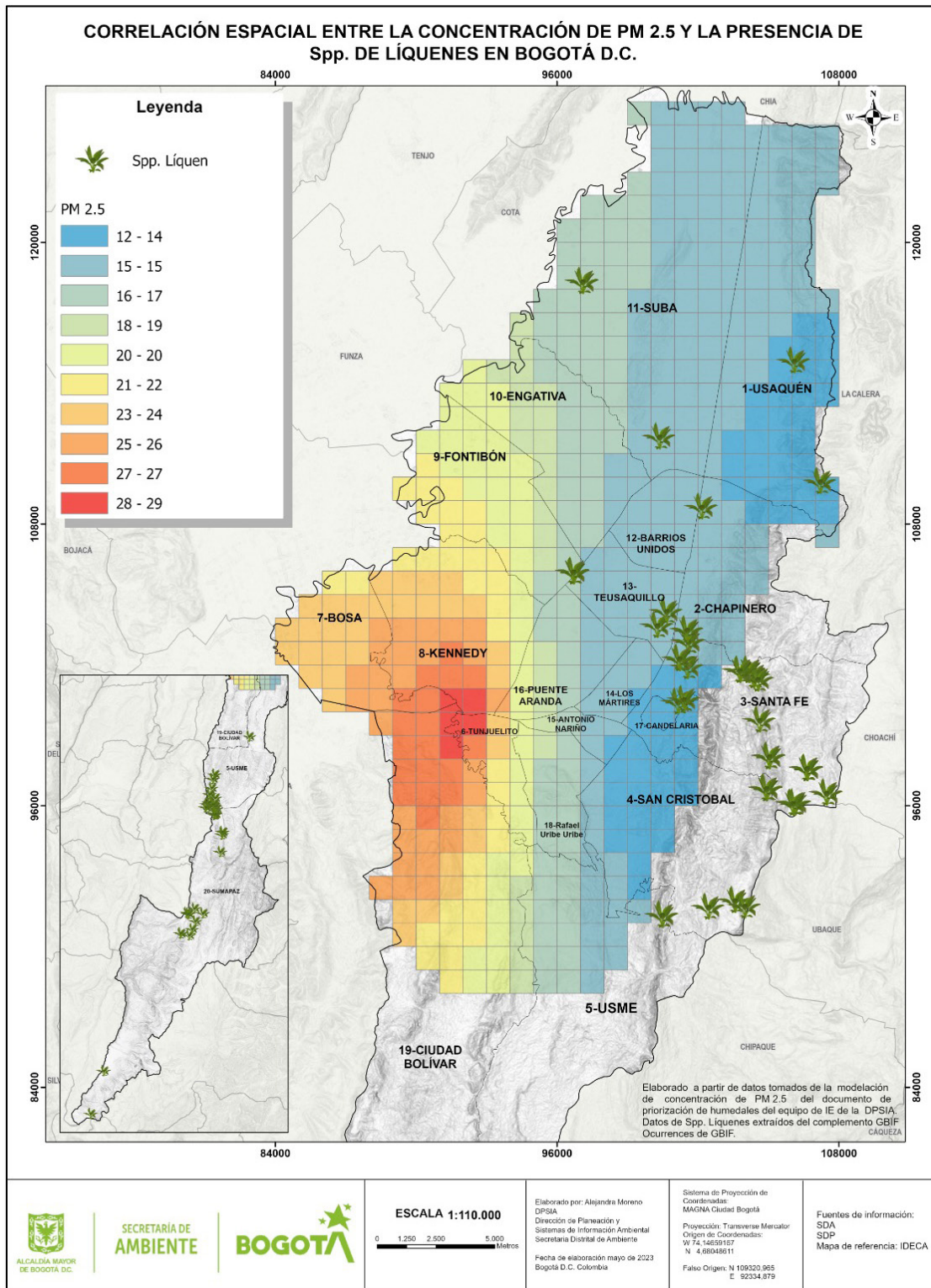
Es por esto que, para la construcción de la relación espacial se implementó la información de datos proporcionados por la plataforma GBIF (Global Biodiversity Information Facility), siendo esta una red internacional e infraestructura de datos de acceso abierto (GBIF, s. f.). En ese sentido, se utilizó el complemento GBIF Occurrences en el software QGIS, permitiendo recopilar tanto información académica, como información producto de ciencia ciudadana (plataforma iNaturalist).

La figura 1 permite identificar la relación espacial existente entre la presencia de líquenes en Bogotá, teniendo como base los datos de Soto et al. (2021), y la concentración de PM 2.5 para 2022 en el Distrito Capital.



Foto: Random Institute

Figura 1. Relación espacial entre concentración de PM2.5 y la cantidad de árboles por localidad en Bogotá D.C.



Fuente. Elaboración propia.

Es crucial destacar que el análisis presentado es solo un punto de partida y que la calidad del aire y la distribución de líquenes en la ciudad pueden verse influenciadas por diversos factores que no han sido abordados en la lectura consultada. Esta área de investigación requiere de futuros estudios para lograr una comprensión más completa y precisa. No obstante, se pueden extraer algunas interpretaciones preliminares de la información disponible.

La figura 1 revela una marcada exclusión de la localidad de Ciudad Bolívar y las zonas rurales de Usme y Sumapaz en

relación con la concentración de PM 2.5. Este vacío de información limita la posibilidad de realizar un análisis directo para estas áreas. Por otro lado, se evidencia que la presencia de líquenes podría tener un efecto en la reducción de la contaminación atmosférica, particularmente en relación con PM 2.5. La información recolectada sugiere que en el sector oriental de la ciudad existe una mayor densidad de líquenes. En esta zona, los niveles promedio de contaminación por PM 2.5 se mantienen en torno a 16 ug/m³, una cifra inferior a la registrada en el resto de la ciudad, donde los niveles alcanzan hasta 29 ug/m³

En base a los datos disponibles, se podría inferir que existe una correlación entre la presencia de líquenes y una menor concentración de PM 2.5. Esto podría sugerir que los líquenes están ejerciendo un papel positivo en la purificación del aire en el sector oriental de la ciudad. No obstante, es esencial abordar este tema con cautela, ya que otros factores podrían también estar influyendo en la relación observada. Es necesario llevar a cabo investigaciones más exhaustivas para confirmar estas tendencias preliminares y comprender completamente los mecanismos que vinculan la presencia de líquenes y la calidad del aire en diferentes áreas de la ciudad.

Conclusiones

De acuerdo a lo mostrado, la concentración de líquenes en la parte oriental de Bogotá es mayor, donde a su vez se registran las menores concentraciones de material particulado fino; mostrando una posible relación espacial entre la cantidad de líquenes ubicados en diferentes zonas de la ciudad y la calidad del aire por este contaminante. Por lo tanto, los líquenes son bioindicadores de calidad del aire debido a su alta sensibilidad a la contaminación atmosférica; a menor contaminación atmosférica tienden a desarrollarse. Su estructura y fisiología les confieren características únicas que los hacen sensibles a los cambios en la calidad del aire que los rodea.

Finalmente, es preciso concluir que sí bien hacen falta evaluar diversidad de variables para afirmar la relación directa existente entre la predominancia de líquenes y la presencia de concentraciones bajas por PM 2.5, esta nota técnica permite evidenciar que los líquenes pueden considerarse como bioindicadores para la ciudad de Bogotá.

Referencias

- Diener, A., & Mudu, P. (2021). How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for air-borne particles from a public health perspective - with implications for urban planning. *Science of The Total Environment*, 796, 148605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148605>
- Hawksworth, D. L. (1988). The variety of fungal-algal symbioses, their evolutionary significance, and the nature of lichens. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 96(1), 3-20. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1988.tb00623.x>
- Hawksworth, D., y Grube, M. (2020). Lichens redefined as complex ecosystems. *The New Phytologist*, 5(227), 1281-1283. <https://doi.org/10.1111%2Fnp.16630>
- Martínez-Juarez, P. (2023). Un ecosistema con piernas: Cómo los humanos hemos pasado de individuos a convertirnos en "holobiontes". Xataka. <https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/ecosistema-piernas-como-humanos-hemos-pasado-individuos-a-convertirnos-holobiontes>
- Figuroa, E. V., y Méndez Montoya, A. P. (2015). Evaluación de la calidad del aire en 8 zonas de la ciudad de Bogotá utilizando los líquenes como bioindicadores. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/3
- Pardo González A.. (2017). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55019/1/ANA%20PARDO%20GONZALEZ.pdf>
- GBIF. (s. f.). ¿Qué es GBIF? <https://www.gbif.org/es/what-is-gbif>
- Qiu, D., Liu, J., Zhu, L., Mo, L., y Zhang, Z. (2015). Particulate matter assessment of a wetland in Beijing. *Journal of Environmental Sciences*, 36, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.04.016>
- Sipman, H. J. M., y Aguirre, J. (2016). Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Vol. 1. Página 1947). Universidad Nacional de Colombia. <https://www.>

researchgate.net/profile/S-Gradstein/publication/328415051_Catalogo_de_plantas_y_liquenes_de_Colombia/links/5ca3c4bb92851c8e64aeb9fa/Catalogo-de-plantas-y-liquenes-de-Colombia.pdf

Soto Medina, E., Díaz, D., y Montaña, J. (2021). Biogeografía y riqueza de los líquenes de Colombia: Biogeography and richness of lichens in Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1224>

Spribille, T., Tuovinen, V., Resl, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Aime, M. C., Schneider, K., Stabentheiner, E., Toome-Heller, M., Thor, G., Mayrhofer, H., Johannesson, H., y McCutcheon, J. P. (2016). Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science*, 353(6298), 488-492. <https://doi.org/10.1126/science.aaf8287>