

BIOINDICADORES Y MURCIÉLAGOS: LAS BATISEÑALES DE LA NATURALEZA

Ricardo Sánchez Pérez¹, J. Manuel Aranda-Coello^{2*} y Oscar Rico Chávez³

¹Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México, ereesepe@comunidad.unam.mx

²El Colegio de la Frontera Sur – Unidad Campeche. Campeche, Campeche, México, manuel.aranda@posgrado.ecosur.mx

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, Ciudad de México, México, orich@unam.mx

*Autor de correspondencia

Los bioindicadores brindan información sobre la composición y función de los ecosistemas, permitiendo conocer y evaluar su estado de perturbación, conservación y resiliencia. En este sentido, la simple presencia o ausencia de los murciélagos, puede resultar sumamente valiosa.

No es un misterio que las prácticas humanas han dejado una gran huella en el planeta. Si bien es cierto que, de forma natural, los ecosistemas están sujetos a la modificación de sus características físicas, químicas y biológicas, gracias a eventos climáticos y la selección natural, tales cambios, no son equiparables con la severidad y velocidad con la que se han desarrollado las drásticas afectaciones ambientales originadas a partir de las actividades humanas.

Factores como la destrucción del hábitat, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y el cambio climático, son los principales responsables de la grave crisis ambiental causante de la pérdida de biodiversidad. La urgencia y obligación por atender esta problemática, radica en el hecho de que la provisión de los servicios ambientales que hacen posible la vida en la tierra, depende del mantenimiento de ecosistemas saludables.

Probablemente, al reflexionar en las posibles soluciones ante esta situación, instintivamente pensemos que lo mejor sería implementar un programa de vigilancia y monitoreo constante sobre todos los elementos y variables presentes en los ecosistemas con la intención de estar al tanto del estado que guardan en todo momento. Sin embargo, dejando de lado lo idílico de esa opción, dicha labor resultaría sumamente compleja y costosa. Por esta razón, se ha trabajado en desarrollar metodologías eficientes y pragmáticas, que permitan la detección de alteraciones ambientales que sirvan como pistas o indicios que revelen la existencia de condiciones que atenten contra el equilibrio ecológico y pongan en riesgo la sobrevivencia de la humanidad. Es así como los estudios ambientales basados en bioindicadores empiezan a cobrar relevancia.

Los bioindicadores son parámetros obtenidos a partir de organismos vivos que, por un lado, brindan información sobre la composición y función de los ecosistemas donde habitan y por otro, permiten conocer y evaluar su estado de perturbación, conservación y resiliencia. A los organismos con el potencial de ofrecer evidencia de este tipo, mediante el estudio de aspectos biológicos determinados, se les conoce como especies bioindicadoras. Dentro de los aspectos que destacan por ser empleados con este propósito, se encuentran los cambios conductuales, las tasas de crecimiento, los patrones reproductivos y migratorios, así como variaciones en la distribución, tamaño, estructura, riqueza y abundancia de las poblaciones.

Existen distintos tipos de bioindicadores, lo que refleja los múltiples propósitos para los que pueden ser empleados, dependiendo del objetivo planteado o variable a medir. Aunque también, hay que considerar que la capacidad de ciertos organismos para servir como especies bioindicadoras es limitada, por lo cual, lo ideal es verificar previamente si cuentan con las cualidades apropiadas, por ejemplo:

Nombre	Descripción
Sensibilidad	El bioindicador es capaz de advertir alteraciones ambientales biológicamente relevantes.
Multiplicidad	El bioindicador ofrece información de las condiciones generales del ecosistema y de las especies que lo habitan.
Proporcionalidad	La intensidad de la variación en el bioindicador corresponde a la del disturbio ambiental.
Causalidad	Los resultados del bioindicador dan indicios del origen del problema.
Sincronía	La alteración ambiental ocurre poco después de que el bioindicador genera la alerta.
Abundancia	El tamaño de la población de la especie bioindicadora debe permitir tomar muestras periódicamente sin comprometer su sobrevivencia.
Resistencia	La especie bioindicadora tolera la manipulación, el transporte y el alojamiento bajo cuidado humano.
Identificable	Es preferible que las especies bioindicadoras cuenten con características que les permitan ser identificadas por personas sin formación científica.

Tomado y modificado de González-Zuarth, 2014.

Con respecto a los organismos que han sido estudiados como especies bioindicadoras, los murciélagos (también conocidos como quirópteros), han destacado por conjuntar características como, ser los únicos mamíferos con la capacidad de volar, contar con ecolocalización (mecanismo de emisión de ondas ultrasónicas que les ayuda visualizar mejor su entorno), una distribución geográfica amplia y variedad de gremios tróficos (grupo de especies con dieta similar, por ejemplo, frugívoros, artropodófagos, nectarívoros, etc.). Lo anterior, aunado a su relativa facilidad de captura e identificación, los vuelve uno de los grupos con mayor potencial de estudio bajo este enfoque, ya que brindan una perspectiva multidimensional de las condiciones ambientales predominantes en sus respectivas zonas de distribución.

Otra de las ventajas de emplear quirópteros como bioindicadores, es que, al ser grupo taxonómico bastante estudiado, se ha logrado categorizar el tipo de respuesta que presentan ante los cambios en su entorno, de la siguiente forma:

- Dependientes de hábitat: Especies sumamente sensibles a perturbaciones, que no toleran estar en espacios abiertos.
- Vulnerables: Especies que soportan cierto grado de deterioro ambiental y que tienen la capacidad de sobrevivir en hábitats fragmentados o alterados al utilizar los parches de vegetación remanente.
- Adaptables: Especies que toleran fuertes transformaciones del hábitat, llegando a utilizar espacios abiertos como pastizales con parches de vegetación. Algunas de estas especies, incluso se benefician de estas condiciones.

Información tan simple como la presencia o ausencia de algunas especies de murciélagos en determinados lugares, puede resultar extremadamente valiosa. Para profundizar en este asunto, tenemos el caso de los murciélagos de la subfamilia Phyllostominae, considerados especies “dependientes de hábitat”, debido a que responden desfavorablemente si su hábitat es dañado, tendiendo a evadir ambientes degradados.

Por esta razón, su presencia en un ecosistema es un indicador de que éste mantiene sus características originales. Otro ejemplo, es el murciélago sin pulgar (*Furipterus horrens*), habitante de los bosques húmedos de Centro y Sudamérica. Los ecosistemas que mantienen un buen estado de conservación, son excelentes proveedores de su fuente de alimento (insectos voladores que se encuentran cerca del suelo), por lo que, si esta condición no se cumple, la presencia de este murciélago en el hábitat se verá mermada.

No obstante, el alcance de los murciélagos para señalar alteraciones ambientales va mucho más allá de su presencia o ausencia en un sitio, ya que se han empleado otros aspectos de su biología – como los lugares que ocupan para refugiarse (cuevas, grietas, troncos, vegetación, etc.), al igual que sus fuentes, sitios y patrones de alimentación – con esta finalidad. El murciélago frutero castaño (*Carollia benkeithi*), una especie catalogada como “vulnerable” (a partir de su respuesta ante los cambios en el hábitat), procura aprovechar los frutos que crecen en la vegetación secundaria de sitios fragmentados, sirviendo como indicador de la regeneración de estos ambientes. Por su parte, algunas especies artropodófagas y carnívoras, al presentar limitaciones anatómicas para vuelos largos y sostenidos, suelen permanecer en sitios con poca o nula alteración, por lo que la reducción de sus poblaciones en estos sitios, advierte que las condiciones del entorno están en declive.

Con otros parámetros como la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de cada especie) observada en murciélagos pertenecientes a la familia Phyllostomidae, se ha dado seguimiento a la recuperación de áreas sometidas a actividades productivas o extractivas, así como a proyectos de restauración ecológica. En estos casos, suelen detectarse niveles bajos en ambos parámetros, sobre todo de especies “dependientes de hábitat”, durante las fases iniciales del proceso, mientras que en estados avanzados pueden comenzar a registrarse especies comunes de ambientes preservados. En la selva tropical de Los Chimalapas



Grupo de murciélagos artropodófagos (Familia Mormoopidae) saliendo de su refugio para alimentarse en Chiapas, México.
Fotografía: Ricardo Sánchez Pérez.

en el estado de Oaxaca, una de las múltiples zonas de alto valor biológico presentes en nuestro país, el papel de los quirópteros como bioindicadores ha permitido alertar la perturbación provocada por la intervención de las actividades humanas en la región.

Finalmente, un aspecto poco estudiado, pero con gran potencial de utilidad como bioindicador, es la acumulación de contaminantes y/o metales pesados en distintos tejidos del cuerpo. Estas sustancias son empleadas en la industria, y en general por las personas, por distintos motivos, sin atender las serias consecuencias ambientales desencadenadas por esta práctica. Adicionalmente, esta problemática involucra el riesgo de desarrollar enfermedades mortales para los murciélagos y otras especies expuestas a estos compuestos, debido al daño inducido en órganos como pulmones, riñones e hígado, amenazando seriamente la continuidad de sus poblaciones.

Los cambios inducidos en la naturaleza son inevitables y los humanos satisfacemos nuestras necesidades a partir de las materias primas que obtenemos de ella. Ante esta situación, la principal estrategia consiste en apaciguar el ritmo y volumen de consumo mediante prácticas sostenibles. En este contexto, los bioindicadores serán vitales para apoyar estrategias encaminadas al mantenimiento de la biodiversidad, así como de los procesos ecológicos y evolutivos, ya que son una opción asequible para la prevención y atención de esta problemática; más aún, al considerar los altos costos de las labores de restauración ecológica.

Es evidente que los murciélagos, lejos de hacer valer la mala fama que injustificadamente los ha acompañado, son una pieza importante para la salud de los ecosistemas. Por si no fuera suficiente su labor como dispersores de semillas (permitiendo el incremento o recuperación de la vegetación de un sitio), el control de las poblaciones de insectos (de gran importancia económica, pero también médica, al regular los ciclos de transmisión de enfermedades transmitidas por mosquitos, como dengue, zika y chikunguya), y la polinización de plantas (indispensable para la producción de maíz, jitomate, papa, mango, cacao, agave, entre otros), ahora sabemos que los murciélagos también cumplen una valiosa función en el monitoreo del estado de salud de los ecosistemas, al actuar como bioindicadores.

Tal vez, siguiendo la analogía planteada en el título, este fenómeno represente la forma en la que los murciélagos mandan una señal para alertar que la naturaleza se encuentra al acecho de un peligro inminente y ante este escenario, solo queda espacio para preguntarnos... ¿Qué haremos al respecto?

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONAHCYT por la Beca Nacional asignada al estudiante Ricardo Sánchez Pérez (106914) del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud Animal de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a la Coordinación General de Estudios de Posgrado de dicha institución por la ayuda para la realización de las "Actividades académicas nacionales de larga duración".

LITERATURA CONSULTADA

- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2022. ¿Por qué se pierde la biodiversidad? <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque> Consultado el 20 de octubre de 2022.
- García-García, J.L., y A. Santos-Moreno. 2014. Variación estacional en la diversidad y composición de ensamblajes de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:228-241.
- González-Zuarth C.A., Vallarino A., Pérez-Jiménez J.C., y A.M. Low-Pfeng (eds.). 2014. Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental, primera edición. El Colegio de la Frontera Sur – Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Chiapas, México.
- Martínez-Gómez D., González-Lazo D., Saldaña-Tapia O.A., y J.A. Sánchez-Moreno. 2020. Estructura de comunidades de murciélagos como bioindicadores del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz. *Revista Científica de FAREM-Estelí* 34:180-199.
- Mena J.L. 2010. Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología* 17:277-284.
- Racero-Casarrubia J. 2022. Murciélagos importantes aliados como bioindicadores de calidad de hábitats. *Therya ixmana* 1:26-28.
- Ricardo-Nápoles N.E. 2016. Indicadores ecológicos que evalúan el estado de antropización – conservación de las formaciones vegetales, ecosistemas, paisajes y territorios. *Acta Botánica Cubana* 215:328-335.

Sometido: 17/may/2023.

Revisado: 05/jun/2023.

Aceptado: 14/jun/2023.

Publicado: 17/jun/2023.

Editor asociado: Dr. Eduardo Felipe Aguilera-Miller.