

# BIOINDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

## BIOINDICATORS AS TOOLS FOR THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

Carlos Felipe Luna Bautista<sup>1</sup>, Edel Gómez-Otamendi<sup>1</sup>, Víctor Tamariz Flores<sup>1,2</sup> y Rosalía Castelán Vega<sup>\*1,2</sup>.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Ambientales

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones en Ciencias Agrícolas

14 sur 6301, C. P. 72592, Colonia Jardines de San Manuel, Puebla, Puebla, México  
Correos electrónicos: carlos.lunabautista@viep.com.mx, edel.gomezotamendi@viep.com.mx, jose.tamariz@correo.buap.mx, rosalia.castelan@correo.buap.mx

### Abstract

In this paper, we present a review of the concept of bioindicators as well as the types that exist and the benefits they offer when evaluated. In recent decades there has been increasing interest in the use of bioindicators as biomonitoring tools to assess environmental contamination. Bioindicators are flora and fauna organisms or groups of them that are used to assess the levels of contaminants in their environment, are systematically collected and analyzed to identify potential hazards to the health of biota and humans in order to have information to minimize deterioration to the environment.

**Keywords:** biota, pollutants, biomonitoring, bioindicators, environment.

## Resumen

En este documento, presentamos una revisión del concepto de bioindicadores al igual que los tipos que existen y las bondades que ofrecen al ser evaluados. En las últimas décadas ha ido en incremento el interés en el uso de bioindicadores como herramientas de biomonitoreo para evaluar la contaminación ambiental. Los bioindicadores son organismos de la flora y la fauna o grupos de ellos que se utilizan para evaluar los niveles de contaminantes en su entorno, se colectan y analizan sistemáticamente para identificar los peligros potenciales para la salud de la biota y los seres humanos a fin de tener información para minimizar el deterioro hacia el medio ambiente.

**Palabras clave:** biota, contaminantes, biomonitoreo, bioindicadores, medio ambiente.

## 1. Introducción

Los bioindicadores son organismos que se encuentran en la naturaleza y que pueden ser evaluados para dar un informe de la calidad del ecosistema en el que se encuentran a fin de evaluar el grado de contaminación que han generado las diferentes actividades humanas, además de ofrecer bondades como ser organismos que se encuentran distribuidos ampliamente y que son fáciles de colectar para su identificación (Nikinmaa, 2014).

El impacto de las actividades humanas como las fábricas, el transporte, la agricultura, etc., generan gran cantidad de residuos contaminantes hacia los ecosistemas, denominado contaminación ambiental, por lo que se vuelve una relación compleja de interrelaciones en donde se debe realizar un biomonitoreo utilizando bioindicadores con la finalidad de obtener información sobre la calidad del medio ambiente para un uso y manejo sostenible de los recursos naturales. Es por ello que, los datos obtenidos deben reflejar los impactos de las actividades humanas en la calidad del medio ambiente (Kruse, 2018).

Esta revisión permite brindar una perspectiva de las ventajas que ofrecen los bioindicadores para evaluar la contaminación ambiental y con ello determinar las medidas pertinentes para tomar acciones que permitan minimizar el deterioro de la calidad de nuestros ecosistemas.

## 2. Biomonitoreo

El monitoreo biológico o biomonitoreo, comprende el uso de organismos denominados bioindicadores que dan respuesta ante la contaminación ambiental; cambios que generalmente son provocados por actividades desarrolladas por el ser humano (Ramakrishnan, 1997).

Mediante este tipo de monitoreo se puede detectar las causas de degradación de la calidad del medio ambiente como pueden ser fuentes de contaminación difusas, erosión, cambio en el uso del suelo, agricultura, la construcción de presas, etc., con ello se exhibe un amplio espectro de los factores que causan perturbaciones (Fig. 1) (Saad Abdelkarim, 2020).



**Figura 1.** Explotación minera de arena en la Sierra Norte de Puebla. Imagen: Autor.

Debido a que este tipo de actividades ejercen presión en el medio ambiente, el monitoreo fisicoquímico y biológico son fundamentales para evaluar el impacto en la calidad del ecosistema, mientras que los análisis fisicoquímicos proporcionan datos de contaminantes puntuales, los organismos que viven en el medio ambiente tienen la capacidad de reflejar los efectos de la contaminación y proporcionar la calidad del ecosistema.

Una vez obtenidos los datos mediante el biomonitoreo se pueden identificar los agentes que causan daños perjudiciales hacia la salud de los ecosistemas, identificar y limitar las fuentes específicas de estos agentes para finalmente diseñar el tratamiento adecuado para revertir, controlar o prevenir la degradación del ecosistema.

### **3. ¿Qué es un bioindicador?**

Un bioindicador o indicador biológico es un organismo o grupo de organismos utilizados para evaluar y monitorear la salud del medio ambiente en el que se encuentran (Fig. 2). Los cambios en el medio ambiente a menudo son atribuidos a la perturbación humana o al estrés natural (Berhane et al., 2014; Holt y Miller, 2010). Los bioindicadores pueden ser examinados con facilidad y aunado a que se encuentran expuestos ante las condiciones ambientales de su hábitat, hace que sean organismos altamente sensibles a la contaminación ambiental (Asif et al., 2018).



Figura 2. Río Texpilco de la Sierra Norte de Puebla. Imagen: Autor.

Las principales bondades que tienen los indicadores biológicos es su alta sensibilidad para proporcionar información sobre cambios en el ecosistema debido a una gama de tensiones ambientales, se encuentran ampliamente distribuidos y hay facilidad de colecta de los organismos (Noss, 1990).

#### 4. ¿Cuáles son los tipos de bioindicadores?

Las especies bioindicadoras tanto en sistemas acuáticos como terrestres son agrupadas en 3 principales grupos: plantas, animales y microorganismos (Burger y Gochfeld, 2001; Parmar et al., 2016).

##### 4.1 Las Plantas

Son consideradas bioindicadoras cuando en un ecosistema en particular hay presencia o ausencia de la misma a causa de alteraciones ambientales dada sus respuestas fisiológicas llegan a exhibir respuestas importantes que pueden estudiarse para definirse el problema ambiental que lo está causando por lo que resulta un método rápido, fácil y económico (Aguirre, 2010).

##### 4.2 Los animales

La variación en la densidad de la población de los animales puede indicar efectos dañinos a causa de la contaminación en el ecosistema y los tipos de animales más empleados como indicadores biológicos de los sistemas acuáticos son el zooplancton, invertebrados y vertebrados (Stankovic y Stankovic, 2013).

### 4.3 Los microorganismos

En todos los hábitats tanto marinos como terrestres se pueden encontrar distintos tipos de bacterias que por su rápido crecimiento pueden responder ante los cambios en los ecosistemas tal es el caso de *E. coli* que usualmente es utilizada para para detectar contaminación fecal en las aguas dulces (Zaghloul et al., 2020).

### 5. Ventajas de los bioindicadores

Los indicadores biológicos son considerados elementos importantes para el monitoreo ambiental dada su rentable aplicabilidad en los distintos ecosistemas y nos ofrecen distintas ventajas de las cuales destacan las siguientes (Fig. 3):

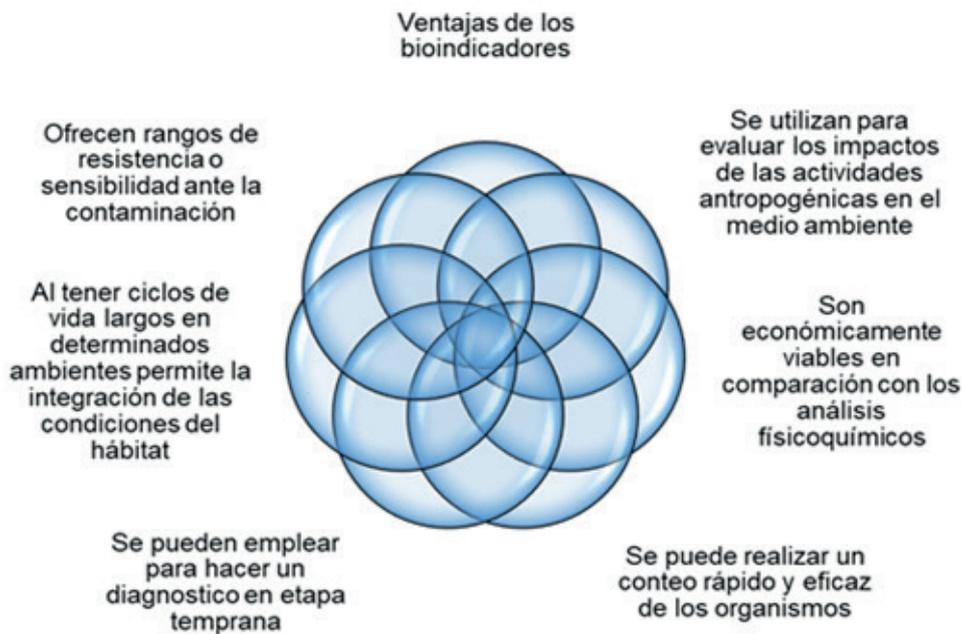


Figura 3. Ventajas de los bioindicadores (Elaboración propia a partir de Parmar et al, 2016; Serafín Muñoz et al; 2022).

### 6. Conclusión.

Los bioindicadores tienen un gran potencial para la evaluación de la prevención y detección de la contaminación ambiental, la exploración y conservación de los recursos naturales, todo ello con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible con una alteración mínima de la biosfera y que se pueden utilizar para evaluar el impacto de las actividades humanas particularmente aquellas que son contaminantes, así como para predecir cambios ambientales a través del tiempo.

## 7. Referencias

- Aguirre, Z. (2010). Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas. *Ecología Forestal*. 1. 125-139.
- Asif, N., Malik, M., & Chaudhry, F. N. (2018). A Review of Environmental Pollution Bioindicators. *Pollution*, 4(1). <https://doi.org/10.22059/poll.2017.237440.296>
- Berhane, D. E., Balakrishnan, M. & Bekele, A. (2014). Bioindicators for Environmental Monitoring: A Review. The Second Annual Science Conference of Science College at Bahir Dar University, Ethiopia.
- Burger, J. & Gochfeld, M. (2001). On developing bioindicators for human and ecological health. *Environmental Monitoring and Assessment* 66: 23– 46. doi:10.1023/a:1026476030728
- Holt, E. A. & Miller, S. W. (2010) Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature Education Knowledge* 3(10):8
- Kruse, M. (2018). Ecosystem Health Indicators. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. doi:10.1016/b978-0-12-409548-9.11200-x.
- Nikinmaa, M. (2014). Bioindicators and Biomarkers. An Introduction to Aquatic Toxicology (pp. 147–155). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411574-3.00012-8>
- Noss, R. F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355–364. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- Parmar, T. K., Rawtani, D., & Agrawal, Y. K. (2016). Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*, 9(2), 110–118. <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>
- Serafín Muñoz, A. H., Guerrero Aguilar, A., Rodríguez Castrejón, U. E., Schüth, C., & Noriega Luna, B. (2022). Bioindicators and biomonitoring: Review of methodologies applied in water bodies and use during the Covid-19 pandemic. *Acta Universitaria*, 32. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3388>
- Stankovic, S., & Stankovic, A. R. (2013). Bioindicators of Toxic Metals. *Green Materials for Energy, Products and Depollution*, 151–228. doi:10.1007/978-94-007-6836-9\_5