

Evaluación de riesgo ecológico en un sitio contaminado con hidrocarburos en México

Pese a que las leyes en materia ambiental han establecido desde su creación la obligatoriedad de limpiar o restaurar sitios contaminados, hasta 2002 no existía ninguna Norma Oficial Mexicana que estableciera cuándo está un sitio contaminado y a qué niveles remediarlo, lo cual ha generado problemas entre la autoridad y los contaminadores. Esto ha propiciado que, para resolver algunos casos, se apliquen evaluaciones de riesgo a la salud humana para establecer concentraciones de remediación en un sitio específico, a través de guías internacionales como las publicadas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés). Sin embargo, hasta ahora no se ha abordado el tema de la protección de los organismos no humanos, que es el objetivo de las evaluaciones de riesgo ecológico, de manera que no hay experiencias mexicanas que permitan establecer criterios para realizar este tipo de evaluaciones.

El método del Cociente de Peligro (CP) consiste en dividir la dosis de exposición entre una dosis toxicológica de referencia (denominada NOAEL por sus siglas en inglés). Si $CP > 1$ se dice que es posible que se desarrollen los efectos adversos asociados con la sustancia tóxica,

y se dice que el organismo está en riesgo. En este estudio se evaluó el riesgo para fauna terrestre por exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares a través de la vía oral, considerando la ingestión de agua, suelo y alimentos (transferencia de contaminantes a través de la cadena alimenticia).

El sitio de estudio se ubicó dentro de un área vegetada (selva baja caducifolia espinosa) de la refinería Francisco I Madero. Se hizo una caracterización de contaminantes en el suelo y agua del sitio de estudio, en la que se determinaron 28 contaminantes (BTEX, 16 hidrocarburos aromáticos polinucleares, y 8 metales). Asimismo, se hizo una caracterización biológica de organismos terrestres, en la que se registraron 14 especies de aves, 8 de mamíferos y 4 de reptiles, así como 10 grupos taxonómicos de invertebrados. Se tomaron muestras de tejido muscular de los ejemplares de fauna, así como muestras de hojas de vegetación y muestras compuestas de invertebrados. En las muestras de la biota, se analizaron los mismos 28 parámetros químicos determinados al suelo. Posteriormente se usaron ecuaciones alométricas con base en el peso corporal para estimar las tasas de ingestión de agua, alimento y suelo, así como para determinar las dosis de referencia oral.

Por otra parte, se calcularon las concentraciones en la biota a través de factores de transferencia que relacionan la concentración del contaminante en la biota con respecto a la concentración del contaminante en el suelo u otro medio de exposición; esto se hizo con el propósito de comparar las concentraciones medidas en tejidos recolectados en el sitio de estudio, con las concentraciones estimadas con ecuaciones de transferencia, y ver su impacto en el valor de CP obtenido. Con la información reunida se aplicaron las ecuaciones para calcular el cociente de peligro.

Los resultados indicaron que en este caso no se tiene riesgo por exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares (en todos los casos $CP < 1$), pero se tiene riesgo por exposición a plomo en tres especies de aves. Con este trabajo se concluye que el método de evaluación a través del CP es metodológicamente adecuado, pero se requiere de información más acertada con respecto a las dosis toxicológicas de referencia, (NOAEL), pesos corporales de las especies silvestres de fauna y factores de transferencia. Asimismo, se aplicó un análisis de sensibilidad que indicó que los factores que tie-

nen mayor efecto en el CP son: 1) la concentración del contaminante en la dieta, 2) los valores toxicológicos de referencia y 3) el peso corporal. Las tasas de ingestión de alimentos, agua y suelo no tienen efecto significativo ($\alpha = 0.05$). Se recomienda usar el método del CP como una fase preliminar para estudios más profundos con las poblaciones y comunidades, así como realizar estudios para obtener valores toxicológicos de referencia considerando: a) especies de vertebrados más cercanos en peso corporal y taxonomía a las especies más comunes en los ecosistemas mexicanos (mamíferos de entre 1 y 10 kg de peso y aves de pesos entre 0.05 y 0.1 kg), b) los contaminantes más frecuentes en los sitios contaminados por la industria petrolera, c) el envejecimiento de los contaminantes en el suelo y d) la capacidad de adaptación de las especies.

Identificar las variables que intervienen en las ecuaciones para aplicar el método del CP, así como las incertidumbres asociadas, y posibles especies indicadoras es un beneficio tangible para la investigación en este tema.

Este trabajo —desarrollado por las doctoras Rosa María Flores Serrano y Rosario Iturbe Argüelles, de la Coordinación de Ingeniería Ambiental— es un precedente en México en la aplicación de esta herramienta, que en la actualidad se usa internacionalmente para establecer niveles de limpieza.