



Indicadores ambientales



RECURSO HÍDRICO

Presencia de residuos de plaguicidas y calidad biológica del agua del Río Jiménez, como representante de los ríos del Caribe de Costa Rica.

Autores: M.Sc. Silvia Echeverría Sáenz; M.Sc. Margaret Pinnock; M.Sc. María de Jesús Arias; M.Sc. Freylan Mena; M.Sc. Karla Solano y M.Sc. Clemens Ruepert

Fecha de publicación: 2011

Imagen:



Descripción: Costa Rica es un país cuya economía se basa en gran medida en las actividades agrícolas. Por esta razón y en aras de incrementar la producción, se utilizan grandes cantidades de agroquímicos, lo que ha colocado al país en los primeros lugares de uso de plaguicidas de la región centroamericana y del mundo (Ramírez et al. 2009).

Entre los cultivos que utilizan mayor cantidad (kg i.a./ha) de estas sustancias se encuentran las hortalizas (tomate, papa), el melón, el banano, la piña y el arroz (Ramírez, F. com. pers.).

De estos cultivos con alta demanda de agroquímicos, el banano se encuentran cultivado en extensas áreas en el Caribe de Costa Rica desde hace muchos años, lo que se ha asociado con problemas ambientales (Castillo et al. 2000, 2006; Castillo y Ruepert 2004) y de salud (Wesseling et al. 1993, 2010). Más recientemente, en los últimos 10 años, el área cultivada de piña en esta zona también se ha incrementado considerablemente y continúa en expansión (SEPSA 2010).

Este crecimiento, aunado a la producción tipo monocultivo de alta intensidad, la alta demanda tecnológica, y el hecho de que ambos son productos de exportación, implica un alto consumo de fertilizantes y plaguicidas químicos que aseguren la producción (Quijandría et al. 1997; Bach 2007). Además, en muchas ocasiones los cultivos no respetan las franjas de vegetación asociadas a los márgenes de ríos y quebradas, por lo que no hay un amortiguamiento entre las zonas de cultivo y los cuerpos de agua, produciéndose así mayores impactos sobre las comunidades acuáticas.

Ejemplos de ello son los hallazgos del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET) que ha detectado recurrentemente plaguicidas como bromacil, etoprofós, diazinon, difenoconazol, clorotalonil y terbufós, en el agua y en tejidos de peces en diferentes ríos del Caribe (Castillo y Ruepert 2001; Ugalde 2007, LAREP 2008).

Debido a la vulnerabilidad de los cuerpos de agua (ríos y quebradas) en esta zona se considera importante dar seguimiento tanto a la presencia de residuos de plaguicidas en las aguas como a las comunidades bentónicas que los habitan. De esta forma se valora no sólo la presencia del contaminante, sino también sus posibles efectos sobre la biota acuática.

Metodología del indicador

El estudio se realiza en la cuenca del Río Jiménez, afluente del Río Parismina en el Caribe de Costa Rica y mantiene dos puntos de muestreo, uno de ellos se ubica en la cuenca alta del Río Jiménez (cerca del poblado de Suerre) y servirá como sitio de referencia, ya que en esta sección la cuenca no drena áreas cultivadas, si no solamente potreros, bosque y pequeñas áreas urbanas. El segundo punto de muestreo se encuentra en la cuenca media-baja (cerca del pueblo de Duacari), donde el río recibe las aguas de escorrentía de grandes áreas cultivadas de piña y banano.

Se realizan muestreos anuales en dos épocas del año: lluviosa (I semestre de cada año) y en los meses de setiembre-octubre, cuando las precipitaciones disminuyen en el Caribe. En el momento de la toma de muestras de agua y macroinvertebrados se realizan mediciones de pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto en el agua.

Indicador No. 1: Presencia de residuos de plaguicidas

Para estos análisis se toman muestras de 4 litros de agua del río y éstas se trasladan al Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP) de la UNA. Allí se utilizan métodos de extracción de fase sólida para cromatografía de gases y cromatografía líquida, con el posterior análisis mediante un cromatógrafo de gases con detector de masas (GC-MS).

Indicador No. 2: Estructura de la comunidad macrobentónica

Las evaluaciones biológicas consistirán de estudios con bioindicadores de la calidad del agua, como lo son los macroinvertebrados (insectos acuáticos, pequeños moluscos y crustáceos). Con ayuda de una red-D con malla de 300 µm, se procede a recolectar las muestras de distintos microhábitats del río. Estas, se colocan en frascos con alcohol al 95% y se trasladan al Laboratorio de Estudios Ecotoxicológicos (ECOTOX), de la Universidad Nacional, donde se separan e identifican los organismos con ayuda de un estereoscopio y claves taxonómicas pertinentes.

Indicador No. 1: Presencia de residuos de plaguicidas

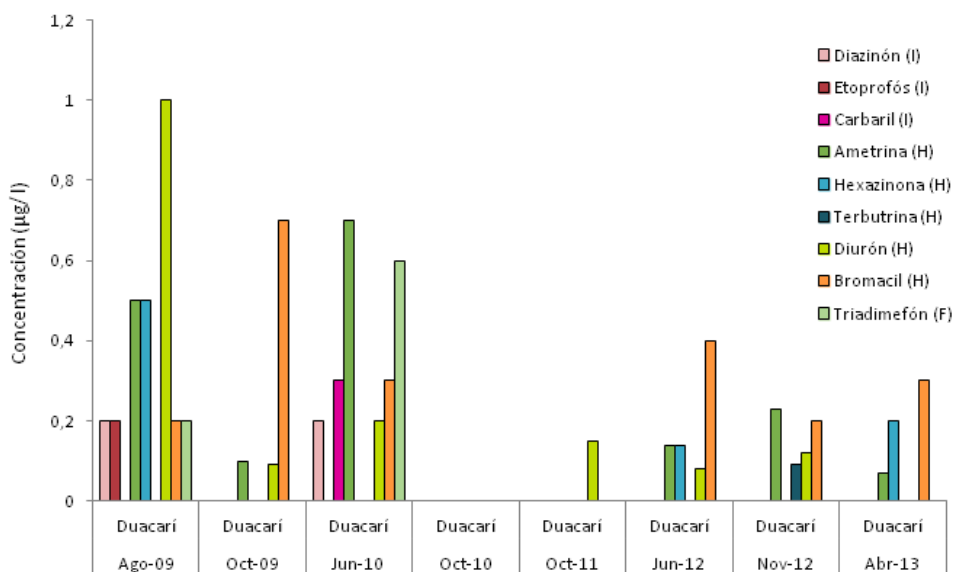


Figura 1. Presencia y cuantificación de residuos de plaguicidas en muestras de agua del Río Jiménez en muestreos realizados entre 2009 y 2013. Los sitios y meses donde no se observa ninguna barra representan muestreos donde no se detectaron residuos de plaguicidas (excepto en el I semestre de 2011, que no se realizó el muestreo).

El punto de muestreo del Río Jiménez en las cercanías del poblado de Suerre, no presenta residuos de plaguicidas en ninguno de los muestreos de los años 2009 a 2013. Mientras tanto, el punto de muestreo en el área de Duacari sí presenta residuos de varios plaguicidas como insecticidas (I), herbicidas (H) y fungicidas (F). En los meses con menor precipitación se aprecia una disminución en la cantidad y la concentración de residuos de plaguicidas, lo cual probablemente responde a una disminución en el acarreo de las sustancias que se encuentran en el suelo y llegan a los cuerpos de agua por efecto de la escorrentía.

Adicionalmente a la detección de residuos de plaguicidas se ejecutan bioensayos de laboratorio con la pulga de agua (*Daphnia magna*) con el propósito de determinar si las muestras de agua producen efectos de toxicidad aguda sobre este microcrustáceo de referencia. En ninguno de los muestreos realizados se ha detectado este tipo de efecto.

Indicador No. 2: Estructura de la comunidad macrobentónica

Cuadro 1. Riqueza y diversidad y calidad del cuerpo de agua (puntaje BMWP-CR) calculados con base en la comunidad de macroinvertebrados recolectada en el Río Jiménez. 2009-2012.

Fecha	Ago-09		Oct-09		Jun-10		Oct-10	
Sitio	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre
Riqueza	40	66	46	48	25	27	15	32
Diversidad	2,798	3,07	2,915	3,28	2,549	2,856	2,112	2,799
BMWP-CR	91	148	114	141	71	85	55	94
Fecha	Jun-11		Oct-11		Jun-12		Nov-12	
Sitio	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre	Duacari	Suerre
Riqueza	-	-	41	42	32	51	46	54
Diversidad	-	-	2,927	3,096	2,67	3,096	2,833	3,225
BMWP-CR	-	-	102	114	94	123	119	137

Nota: La riqueza de taxa se establece a nivel de género, la diversidad se calcula con el Índice de Shannon (H) y el BMWP-CR es el Índice de clasificación de la calidad de las aguas con base en la comunidad de macroinvertebrados, tal como lo establece el Decreto 33903-MINAE-S 2007 (ver Cuadro 2). No se pudo realizar el muestreo durante el primer semestre de 2011.

Cuadro 2. Explicación de los códigos de color establecidos en Decreto 33903-MINAE-S, La Gaceta # 178, 2007

NIVEL DE CALIDAD	BMWP'	Color representativo
Aguas de calidad excelente	>120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Azul
Aguas de calidad regular, eutrófica, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas	<15	Rojo

Como puede observarse, la estructura de las comunidades de fauna macrobentónica es más diversa y rica en especies en la sección del río que representa la cuenca alta cercana a Suerre ($t = -3.02$; $p = 0.01$). Por su parte, el puntaje obtenido con el índice BMWP-CR ($t = -2.24$; $p < 0.05$) también es significativamente mayor en esta sección del Río Jiménez (sin cultivos). El índice BMWP-CR indica que la contaminación orgánica es más evidente en la cuenca media-baja, a la altura del pueblo de Duacari,

donde se ubican las grandes extensiones agrícolas.

Este comportamiento de los resultados es consistente a través de todos los muestreos, observándose siempre comunidades de macroinvertebrados más diversas en el punto más conservado del Río Jiménez.

Interpretación del indicador

Este indicador se presenta como una línea base de la calidad de las aguas en la cuenca alta y en la cuenca media-baja del Río Jiménez. Este río se seleccionó para ejemplificar o representar las condiciones de diversos ríos a través del Caribe donde existen grandes extensiones de monocultivos y las precipitaciones son altas.

El indicador claramente confirma la presencia de varios residuos de plaguicidas en aguas del Río Jiménez en todos los años muestreados (hasta siete diferentes sustancias detectadas en una única muestra). Es importante destacar que aunque las concentraciones son bajas, algunas de las sustancias encontradas (Carbaril, Diazinon y Etoprofos) son extremadamente tóxicas para organismos acuáticos como peces y crustáceos, por lo que debe darse un seguimiento a los efectos de estos plaguicidas en el ecosistema.

Asimismo, los resultados generados a través del estudio de la comunidad macrobentónica, indican una disminución de la calidad del agua (Índice BMWP-CR) al comparar la sección del río en la cuenca alta, que presenta un estado más conservado, con la cuenca media-baja, donde se ubican las extensiones de monocultivo. Este índice, representa un buen complemento a los datos del análisis de residuos de plaguicidas, ya que está diseñado para medir contaminación orgánica, de forma que se presenta la calidad del agua desde ambos ángulos. Además, cabe destacar que la presencia de algunos contaminantes por ejemplo insecticidas/nematicidas, puede afectar las comunidades macrobentónicas, compuestas principalmente por larvas de insectos y tener un impacto en el valor de este índice (adicional al de la contaminación orgánica).

Hasta el momento se cuenta solamente con cuatro años de muestreo, sin embargo se espera poder observar tendencias con el paso del tiempo. El monitoreo permitirá observar cambios relacionados con el uso de la tierra en la cuenca y también los datos generados podrían eventualmente relacionarse con la implementación de mejores (o peores?) prácticas agrícolas.

Las municipalidades, las ASADAS y productores de la zona, tendrán acceso fácil y actualizado esta información a través de internet, por lo que consideramos que será de utilidad para la toma de decisiones y la implementación de mejoras en el manejo de esta y otras cuencas del Caribe de Costa Rica.

Bibliografía

- Bach, O. 2007. Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas cuencas hidrográficas principales. Ponencia preparada para el Decimotercer informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Programa Estado de la Nación.
- Castillo, L.E. y C. Ruepert. 2001. Estudio preliminar de la calidad del agua superficial en la zona de Volcán, Buenos Aires de Puntarenas. Informe Final. IRET- UNA. 15 p.
- Castillo, L.E. y C. Ruepert. 2004. Pesticide impacts in banana and pineapple plantations and adjacent conservation areas in Costa Rica. (IRET), Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Castillo, L.E., Ruepert, C. y E. Solis. 2000. Pesticide residues in the aquatic environment of banana plantation areas in the North Atlantic zone of Costa Rica. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 19:1942-1950.
- Castillo, L., Martínez, E., Ruepert, C., Savage, C., Gilek, M., Pinnock, M. y E. Solis. 2006. Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limon, Costa Rica. *Science of the Total Environment*. 15 p.
- Dutka, B.J., 1989. *Methods for Toxicological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments*. Environment Canada, Burlington, Ontario.
- Quijandría, G., J. Berrocal y L. Pratt. 1997. Industria de la piña en Costa Rica. Análisis de sostenibilidad. 24 p.
- Ugalde, R. 2007. Impacto de los herbicidas usados en piña sobre el fitoplancton de un río influenciado por tierras de cultivo en la zona del Caribe de Costa Rica. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 86 p.
- LAREP-UNA. 2008. Algunos casos de envenenamiento de organismos acuáticos en Costa Rica 2003-2008.
- SEPSA. 2010. Boletín estadístico agropecuario No. 20. Serie cronológica 2006-2009. 152 p.
- Wesseling C, Castillo L, Elinder C. Pesticide poisonings in Costa Rica. *Scand J Work Environ Health* 1993;19:227e35.
- Wesseling, C., van Bendel de Joode, B., Keifer, M., London, L., Mergler, D. & L. Stallones. 2010. Symptoms of psychological distress and suicidal ideation among banana workers with a history of poisoning by organophosphate or n-methyl carbamate pesticides. *Occupational and Environmental Medicine*. 67(11): 778-84.

Información de contacto

M.Sc. Silvia Echeverría Sáenz
sipama14@yahoo.com
Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas
Áreas de Diagnóstico, Ambiente y Salud



[Instituto Regional de Estudios
en Sustancias Tóxicas](#)

Este indicador debe citarse de la siguiente forma:

Echeverría Sáenz, S., M. Pinnock, M. Arias, F.Mena, K. Solano & C. Rupertino. 2011. Presencia de residuos de plaguicidas y calidad biológica del agua del Río Jiménez, como representante de los ríos del Caribe de Costa Rica. Universidad Nacional: Heredia. Recuperado de: http://www.una.ac.cr/observatorio_ambiental/index.php?option=com_booklibrary&task=view&id=17&catid=43&Itemid=37

Observatorio Ambiental
Dirección de Investigación, Universidad Nacional de Costa Rica
Apartado postal: 86-3000. Teléfono: (506) 2277-3115