

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) Y METALES PESADOS EN LA CUENCA DEL RÍO MOROTE, NICOYA, GUANACASTE

Ricardo Sánchez-Murillo¹, Sandra León¹, Ana Yuri Saravia¹ y Carlos De Mena Sánchez²

¹Laboratorio de Química Marina, Universidad Nacional.

Apto. 86-3000. Heredia. Costa Rica. Fax: (506) 260-1197, email: rsanc@una.ac.cr

²Universidad Hogeschool Zeeland, Holanda.

RESUMEN

Se determinó la concentración de sólidos suspendidos totales y metales pesados en la cuenca del río Morote. El estudio abarcó seis campañas de muestreo entre abril del 2003 y mayo del 2005. Los puntos de muestreos seleccionados corresponden a lugares desde la cuenca alta hasta la desembocadura del río Morote en el Golfo de Nicoya. La concentración de sólidos suspendidos totales (SST) en la desembocadura durante la época lluviosa en promedio superó los 200 mg/L. En los sedimentos del lecho del río se encontró enriquecimiento de metales como Cu, Ni, Cd y Fe, no así en Pb. En cuanto al Zn, en la época seca la concentración estuvo cerca del valor límite (200 mg/kg) establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés).

Palabras claves: Cuenca hidrográfica, Golfo de Nicoya, erosión, sedimentación, sólidos suspendidos totales, metales pesados, materia orgánica.

ABSTRACT

The Total Suspended Solids (TSS) and heavy metal concentrations of Morote River Basin were determined. The project included six sampling campaigns between April 2003 and May 2005. The sampling points in the Morote River were selected from the high basin to the mouth of the river in the Gulf of Nicoya. During the rainy season, the concentrations of TSS exceed the value of 200 mg/L in the mouth of the river. An enrichment of the sediments was found from the river-bed with heavy metals such as copper, cadmium, nickel and iron but

enrichment with lead was not found. In the dry season, the concentration of zinc was close to the allotted maximum value (200 mg/kg) which has been established for the Environmental Protection Agency of the United States (EPA).

Keywords: Hydrographic Basin, Gulf of Nicoya, erosion, sedimentation, total suspended solids (TSS), heavy metals, organic matter.

INTRODUCCIÓN

El Golfo de Nicoya es un estuario tectónico tropical, situado en la costa pacífica de Costa Rica (Kress y León, 1998), que comprende casi la cuarta parte del país (13 500 km²) (Mata y Blanco, 1994); se encuentra regulado por las descargas del río Tempisque y otros afluentes litorales, como las cuencas de los ríos Pánica, Morote, Lagartos, Guacimal, Barranca, Jesús María, entre otros (Mata y Blanco, 1994). Su importancia radica en que allí se lleva a cabo el 20% de la pesca nacional, así como otras actividades productivas, además de poseer una gran variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos, como los manglares, en los cuales se reproducen peces, crustáceos y moluscos (Kress y León, 1998).

Una de las cuencas que desembocan en él, y que podría repercutir en una pérdida de la calidad del agua por los desechos provenientes de los sectores doméstico y productivo, es la del río Morote. Este río se ubica en el cantón de Nicoya

(Figura 1), tiene cerca de 40 km de largo y un área de influencia aproximada a los 365 km².

El río Morote y sus afluentes recorren las poblaciones de Sabana Grande, Nicoya, La Mansión, Santa Rita y finalmente desemboca en el Golfo de Nicoya, donde existe una importante área de manglar (Puerto San Pablo) (Figura 1).

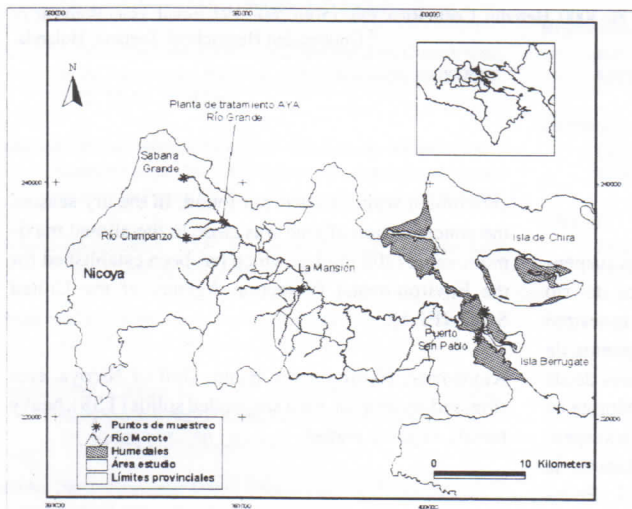


Figura 1. Cuenca del río Morote y puntos de muestreo fisicoquímicos.

En esta cuenca se llevan a cabo actividades como la siembra de melón para la exportación, granos básicos en pequeñas plantaciones y actividades ganaderas. Existen en ella ciudades y pequeños caseríos que generan desechos sólidos y líquidos, los cuales contribuyen a la pérdida de la calidad del agua de este río y del Golfo de Nicoya, así como el deterioro de la zona de manglar. El Morote es, además, el receptor del efluente de las lagunas de estabilización facultativas que el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados posee en Nicoya para el tratamiento de las aguas negras del cantón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Campañas de muestreo fisicoquímico

El proyecto abarcó seis campañas de muestreo, distribuidas de tal manera que permitieron analizar el comportamiento de los contaminantes en las épocas seca, lluviosa, transición seca-lluviosa y viceversa (Cuadro 1). Los puntos de muestreos seleccionados corresponden a lugares desde la parte alta de la cuenca hasta la desembocadura del río Morote en el Golfo de Nicoya (Figura 1).

Los lugares de Sabana Grande (sitio 1) y finca Las Palmas (sitio 2) –naciente del río Chimpanzo– son zonas que se encuentran fuera del casco urbano de Nicoya. Los puntos 3 y 4 corresponden a las aguas del río Grande antes y después de la descarga del efluente de la planta de tratamiento de aguas negras, respectivamente. El punto de muestreo 5 se encuentra en el distrito de La Mansión. Por último, en la zona costera se ubicaron tres sitios de muestreo: desembocadura del río Morote (sitio 6), estero Morenas (sitio 7) y frente a la isla de Chira (sitio 8).

Análisis fisicoquímicos

En este estudio se identificaron y caracterizaron espacial y temporalmente las principales fuentes de generación de sólidos suspendidos totales y metales pesados mediante los siguientes análisis químicos:

Cuadro 1. Distribución de giras de muestreo según período climático.

Época	Fecha de muestreo
Seca	07/04/2003
	03/02/2005
Transición seca-lluviosa	22/05/2005
Lluviosa	07/10/2003
	02/07/2004
Transición lluviosa-seca	06/11/2004

- Sólidos suspendidos totales (SST), según la metodología descrita por U.S. Geological Survey, 1987. Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological. Chapter A4. In Britton, L. J. and Greesonm, P. E. (eds.). *Technical of maters resources investigations of the U.S. Geological Survey*, Washington, D.C., 127-130.
- Metales pesados en sedimentos por Absorción Atómica (cadmio, cobre, níquel, plomo, hierro y zinc), según la metodología descrita por el Laboratorio Nacional de Oceanografía de Israel (Israel Oceanographic and Limnological Research, The National Institute of Oceanographic).

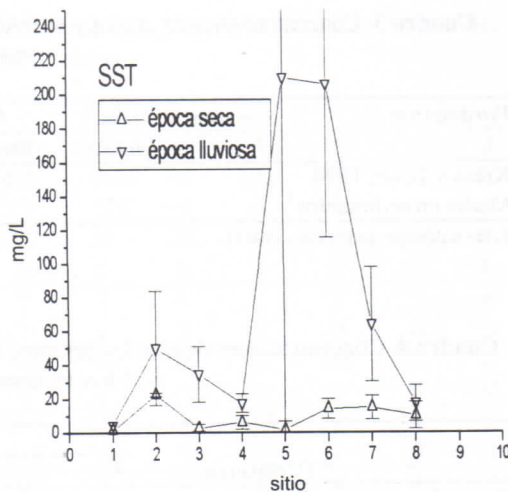


Figura 2. Concentración de SST en la cuenca del río Morote, durante la época seca y la lluviosa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sedimentación

Los elevados procesos de erosión a los que es sometida la cuenca del río Morote están reflejados en el Cuadro 2, donde la concentración de SST a la altura del distrito de La Mansión fue de 206.1 ± 0.1 mg/L (época lluviosa) (Figura 2). Inclusive en zonas que pertenecen a áreas de conservación como es el caso del punto 2, la concentración de SST encontrada fue de 50.0 ± 0.1 mg/L.

Según estándares de calidad, un cuerpo de agua se clasifica en malas condiciones si la concentración de SST es superior o igual a 35 mg/L y en condiciones dudosas si la concentración varía entre 21-35 mg/L.

Durante la época lluviosa a partir de la ciudad de La Mansión, la calidad del agua del río Morote se encuentra en malas condiciones. El sedimento transportado desde la zona continental hacia el mar es en gran parte material fino (arcillas, limos),

enriquecido con una serie de metales pesados, entre ellos, el Fe.

Metales pesados

Los metales pesados en los sedimentos de los cuerpos de agua dulce durante la época seca superan el límite ISQG (por debajo de esta concentración, los efectos adversos ocurren en raras ocasiones, Cuadro 5) para los siguientes metales: Cd, Cu, Fe y Zn (Cuadro 4). En el caso del Ni, los valores reportados superan el límite PEL (por encima de esta concentración los efectos adversos ocurren con frecuencia, Cuadro 5) y el valor recomendado por la EPA, 42.8 y 50 mg/kg, respectivamente.

En la zona costera, precisamente en el estero Morenas (sitio 7), las concentraciones de Ni (63 mg/kg), Pb (22 mg/kg) (Cuadro 3) sobrepasan la

Cuadro 2. Concentraciones promedio de SST en mg/L, durante la época seca y la lluviosa en la cuenca del río Morote.

Época	Parámetro	Puntos de muestreo									
		1	2	3	4'	4	5	6	7	8	
Seca	SST ± 0.1 (mg/L)	1.3	22.4	2.6	28.0	1.57	13.9	13.9	14.6	60.0	
Lluviosa	SST ± 0.1 (mg/L)	4.3	50.0	34.5	20.1	17.2	209.7	206.1	63.9	17.3	

4': Punto de muestreo en el efluente de la planta de tratamiento del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AYA).

Cuadro 3. Concentraciones en mg/kg y % m/m de metales pesados para muestras de sedimento marino.

Parámetros	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Fe
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(%m/m)
Kress y León, 1998	83.6	63.3	16.8	0.08	22.2	
Media en sedimentos ¹	95	33	19	0.17	52	4.1

1: De Salomons and Forster (1984).

Cuadro 4. Concentraciones de metales pesados, base seca, en sedimento en mg/kg, en la cuenca del río Morote, durante la época seca.

Parámetro	Punto de muestreo	Puntos de muestreo								
		1	2	3	4'	4	5	6	7	8
Zn mg/kg	Promedio	95	117	101	149	131	102	95	80	205
	± s	30	7	1	0	6	14	0	0	0
Cu mg/kg	Promedio	87	100	63	52	60	69	39	64	41
	± s	11	10	28	0	23	19	0	0	0
Pb mg/kg	Promedio	13	11	15	16	14	13	15	22	10
	± s	1	3	3	0	3	1	0	0	0
Ni mg/kg	Promedio	60	55	43	53	52	84	80	63	40
	± s	0	3	6	0	10	38	0	0	0
Cd mg/kg	Promedio	1.1	0.7	1.3	0.0	0.7	0.5	2	2	9
	± s	0.2	1.0	0.4	0.0	0.9	0.8	0	0	0
Fe %	Promedio	2.7	3.8	2.3	2	2.2	4	5	3	3
	± s	0.5	0.2	0.5	0	0.3	2	0	0	0

4': Punto de muestreo en el efluente de la planta de tratamiento del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AYA).

Cuadro 5. Valores guía para la concentración de metales pesados en sedimentos de aguas superficiales.

Parámetro	ISQG ^b mg/kg	PEL ^b mg/kg	EPA ^a mg/kg
Cadmio	0.6	3.5	> 6
Cobre	35.7	197	> 120
Hierro	No especificado	No especificado	> 2.5%
Níquel	No especificado	42,8 ^a	> 50
Plomo	35	91	> 60
Zinc	123	315	> 200

a. EPA. National Sediment Quality Survey. Appendix D. Screening Values for Chemicals Evaluated. Consultado en www.epa.gov/OST/cs/guidelines.htmb. Environment Canada (2002). Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary Table. Update 2002. Environment Canada. Website National Guidelines and Standards Office: www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/

Cuadro 6. Concentraciones de metales pesados en sedimento en mg/kg, en la cuenca del río Morote, durante la época lluviosa.

	Parámetro	Puntos de muestreo									
		1	2	3	4'	4	5	6	7	8	
Zn mg/kg	Promedio	80	87	52	54	68	128	15	0	86	
	± s	6	55	73	0	76	0	0	0	0	
Cu mg/kg	Promedio	101	102	56	55	60	76	70	100	29	
	± s	11	6	6	0	0	0	0	0	0	
Pb mg/kg	Promedio	2	4	1	7	4	1	1	1	6	
	± s	2	4	1	0	2	0	0	0	0	
Ni mg/kg	Promedio	61	54	40	48	55	83	53	59	41	
	± s	2	2	6	1	0	0	0	0	0	
Cd mg/kg	Promedio	0.7	0.4	0.5	0.5	4	0.3	1	1	1	
	± s	0.5	0.1	0.3	0.2	0	0.0	0	0	0	
Fe %	Promedio	4	6	4.4	5	7	6	8	5	7	
	± s	2	2	0.6	0	1	0	0	0	0	

4': Punto de muestreo en el efluente de la planta de tratamiento del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AYA).

media mundial en sedimento marino. En el caso del Cu, la concentración es dos veces mayor al valor promedio mundial. La acumulación en los sedimentos se debe a los altos procesos de transporte que arrastran gran cantidad de sedimentos, cuya fracción fina absorbe los metales pesados.

Durante la época lluviosa, las concentraciones de Cu, Ni y Fe (Cuadro 6) superan los límites establecidos por la Agencia Ambiental Canadiense y la EPA. En el caso del Cd, la concentración es similar al ISQG, mientras que los sedimentos no presentaron enriquecimiento con plomo.

En el área costera, tanto el Cu como el Cd, presentaron concentraciones superiores a la media mundial, 33 y 0.17 mg/kg, respectivamente. El arrastre de Fe en los sedimentos, mediante procesos de sedimentación, aumentó la concentración de este metal a 6.6 mg/kg, mientras que la media mundial se encuentra en 4.1 mg/kg.

CONCLUSIONES

- En época seca, el río se clasifica como de buena calidad con respecto a la concentración de los SST. En la época lluviosa, el río a la altura de La Mansión se clasifica como de mala calidad.

- En los sedimentos del lecho del río se encontró enriquecimiento de metales como Cu, Ni, Cd y Fe, no así en Pb. En cuanto al Zn, en la época seca está cerca del indicador de calidad utilizado.
- El origen de los metales en los sedimentos parece estar asociado a los altos procesos de erosión, en una cuenca cuyo sedimento se caracteriza por ser de alto contenido de fracción fina de sus partículas.
- Es importante la implementación de un programa para el manejo de la erosión en la cuenca del río Morote, donde se definan las zonas críticas del cantón con respecto a la pérdida de la cobertura vegetal; éste debe impulsar la reforestación con especies endémicas.
- Un diagnóstico del estado de la sedimentación en la cuenca es requerido, con el fin de proteger los ecosistemas marinos y dulces, así como también para prevenir a distintos pueblos de posibles problemas de inundaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Sede Chorotega de la Universidad Nacional, en especial al Lic. Carlos Cruz Chaves.

Al personal del Laboratorio de Química Marina que participó en las giras de muestreo y realización de análisis químicos.

REFERENCIAS

Kress, N. & S. León. 1998. Informe Final del Proyecto Evaluación Ecológica del Golfo de Nicoya. Convenio UNA-AID CDR.

Mata, A. & O. Blanco. 1994. *La cuenca del Golfo de Nicoya: un reto al desarrollo sostenible*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 336 p.

Strickland, J. D. & T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Bd. Can.* 167: 310 p.

U.S. Geological Survey. 1987. Methods for collection and analysis of aquatic biological and microbiological. Chapter A4. In Britton, L. J. and Greesonm, P. E. (eds.). *Technical of maters resources investigations of the U.S. Geological Survey*, Washington, D.C., 127-130.