

calidad de las aguas de los ríos Toyogres y San Nicolás, Cartago, Costa Rica 1980 - 1982

ALEXIS RODRIGUEZ* ALFONSO MATA* BERNARDO CHACON*

RESUMEN

Se presenta un estudio de la calidad de las aguas de los ríos Toyogres y San Nicolás, Cartago, Costa Rica, para el período 1980 - 1982.

Ambos cauces reciben gran cantidad de descargas domésticas sin tratamiento previo y sus aguas se emplean en el riego de hortalizas.

Se determinaron diferencias espaciales para variables seleccionadas en dos transectos del río Toyogres y en dos del río San Nicolás, mediante análisis unilateral de varianzas.

Los índices de calidad calculados indican que ambos cauces están muy contaminados y sus aguas no son aptas para el consumo humano, poco aptas para el consumo animal, la agricultura y la industria.

INTRODUCCION

El crecimiento de la población y la carencia tanto de un plan para la depuración de las aguas residuales como de los fon-

(*) Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, CICA, Universidad de Costa Rica.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica que con su aporte, hizo posible la realización de este trabajo (No. VI-02-03-07-21).

dos para llevarlo a cabo, han ido aumentando la carga contaminante que se vierte en los ríos y arroyos de nuestro país.

Paradójicamente, esta creciente población necesita con mayor urgencia el suministro de esos recursos hídricos para consumo humano, industria, agricultura, producción de energía, y siente ya la necesidad de que se mantenga la belleza del paisaje.

La ciudad de Cartago y las poblaciones se ubican en la subcuenca del río Agua Caliente. La red hídrica atraviesa a esa zona de norte a sur, mediante lechos paralelos que caen perpendicularmente en el río Agua Caliente.

Desde el año 1980 el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica, ha venido realizando un estudio sistemático de la calidad de las aguas de esa subcuenca. En este artículo se presentan los resultados para el período 1980 a 1982 de tres años completos correspondientes a dos de los tributarios más importantes del río Agua Caliente: los ríos Toyogres y San Nicolás.

El área de drenaje de estos dos cauces comprende el extremo oeste de la ciudad de Cartago

(82 985 habitantes) y la población de San Rafael de Oreamuno (16 750 habitantes).

La región norte y parte de la región central de la cuenca de estos dos ríos es tierra de labranza (papas, hortalizas, etc.), de cultivo de café, de explotación de ganado lechero, así como de urbanización de densidad mediana. La región sur de la misma comprende principalmente tierras dedicadas al pastoreo y a la urbanización de densidad media y baja, concentrada en bandas alrededor de los caminos.

La altura de la zona estudiada va de los 1 600 msnm a los 1 320 msnm con un recorrido aproximado de 6 km del río Toyogres y de 4 km del San Nicolás (Figura No. 1). Ambos cauces nacen en zonas volcánicas del pleistoceno y, en la región estudiada transcurren con un gradiente promedio de 50/o a través de terrenos sedimentarios originados en el pleistoceno y el holoceno, con lahares y conos disectados de piedemonte volcánico (1).

Los ríos citados, reciben gran cantidad de descargas contaminantes de tipo urbano y agrícola, principalmente, y sus aguas se emplean en el riego de hortalizas.

METODOLOGIA

Se establecieron cinco lugares de muestreo en el río Toyogres y cuatro en el San Nicolás (Figura No. 1). Para ambos cauces se realizaron 48 muestreos entre los meses de marzo de 1980 y setiembre de 1981 y cinco muestreos entre enero y junio de 1982. Todas las muestras se recogieron en la superficie de las corrientes y al centro del transecto respectivo, y se sometieron a análisis para las variables: oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pH, conductividad, sólidos y sustancias activas al azul de metileno (tensoactivos) siguiendo los métodos de muestreo y análisis usuales (2).

Para cada estación se calculó la media aritmética anual de cada una de las variables.

Se determinaron diferencias espaciales para los transectos TO-1 a TO-4 y SN-1 a SN-4 mediante análisis unilateral de varianzas y pruebas de nivel de significancia para los contrastes entre estaciones (3).

Se calculó el índice de calidad de las aguas empleando los parámetros OD y DBO (4).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadros No. 1 y No. 2 presentan los valores aritméticos medios para el período de estudio de cada una de las variables, en cada uno de los lugares de muestreo de los ríos.

Puede observarse que hay poca variación en el valor de pH en las aguas de ambos cauces con valores medios que varían entre 6,62 y 6,81 en el río San

Nicolás y entre 6,88 y 7,18 en el Toyogres, ligeramente más altos en este último.

Los valores de conductividad aumentan en forma más abrupta en el río San Nicolás que en el río Toyogres, siendo en ambos cauces muy elevados debido a los vertidos domésticos. Los valores altos de la conductividad observados en las estaciones SN-2, SN-3 y SN-4, denotan la cantidad de desechos que provienen de la población de San Rafael de Oreamuno. Los valores de conductividad dan también una idea del grado de mineralización de las aguas. De acuerdo con el criterio de Noisette (5), estas aguas se clasifican como ligeramente mineralizadas.

El porcentaje de saturación de oxígeno (PSO) en el río Toyogres oscila entre un valor máximo de 85% y un mínimo de 39%. En términos generales puede afirmarse que, en lo que a esta variable respecta, las características no son tan críticas como las observadas en el río San Nicolás, en el que, aparte de la estación SN-1 en la que el PSO oscila entre 82% y 71%, las estaciones de muestreo, presentan, la gran mayoría de las veces, valores de oxígeno disuelto de cero. En ambos cauces se nota una disminución significativa (al 95% de confianza) del oxígeno disuelto conforme se avanza aguas abajo. La disminución es, sin embargo, más abrupta en el río San Nicolás debido a las descargas domésticas ya apuntadas y a su menor caudal.

La variable DBO₅, que es una medida de la cantidad de materia orgánica biodegradable que se encuentra en un segmento de las aguas, muestra en ambos

ríos valores que denotan una alta contaminación de este tipo, proveniente principalmente de vertidos domésticos. De nuevo se observa una situación más severa en el río San Nicolás.

En ambos cauces hay un incremento significativo en los valores determinados aguas abajo respecto de los correspondientes aguas arriba. Todos estos valores son evidencia indirecta de la fuerte contaminación bacteriana que debe agudizar el estado lamentable de esos caudales y su impacto en la salud pública, cosa que es evidente al inspeccionar el cauce que recibe gran cantidad de desechos cloacales.

El impacto de las descargas domésticas, que van en detrimento de la calidad de las aguas de estos cauces, se observa también en valores altos encontrados para las sustancias activas al azul de metileno (ingrediente activo de los detergentes). Al igual que con las otras variables, se observa un aumento significativo aguas abajo. Sin embargo, esta contaminación en el río Toyogres es mayor que en el río San Nicolás. Debido, probablemente, al carácter poco biodegradable de los detergentes que se usan en el país, su naturaleza los hace persistir y acumularse en el cuerpo de agua conforme éste recibe más vertidos domésticos, a pesar de que su caudal es cada vez mayor. Podemos catalogar a ambos ríos de acuerdo con la contaminación por detergentes así: Toyogres — muy severa, San Nicolás — severa.

Ya se ha discutido el impacto de los detergentes en operaciones de riego (7) (8). Se han realizado estudios además sobre

los efectos de la DBO en los procesos de germinación (9).

Conviene hacer un comentario de la alcalinidad y su variación en el cauce, como consecuencia directa de la contaminación recibida. Se puede notar que ya en SN-2 ha ocurrido una elevación significativa de alcalinidad, íntimamente relacionada con la conductividad. El aumento del valor de estos parámetros en su trayecto es de gran importancia, fundamentalmente por el uso que se da a estas aguas. Entre el punto SN-2 y SN-3 se encuentra una zona eminentemente agrícola y que emplea el río como fuente de riego de los cultivos, en su mayor parte hortícolas. Al variar la alcalinidad y la conductividad de esta fuente superficial, con el tiempo puede ocurrir un impacto de gran importancia en el rendimiento agrícola (6) por la alcalinización o salinización del suelo. Además el incremento de sólidos sedimentables es digno de mencionarse, por el uso del agua en irrigación por aspersión o anegamiento necesario en algunos tipos de cultivo como es el caso de los berros. Debe notarse que este valor aumenta desde el SN-1 al SN-4. En el caso del Toyogres el problema es más grave.

Empleando el sistema de valoración de la calidad de las aguas mediante la ponderación del PSO y la DBO₅ (4), se calculó el índice de calidad de las aguas de estos cauces. Los resultados se resumen en el cuadro No. 3 y en el mapa de la Figura No. 1. Se observa cómo debido a su caudal mayor y su capacidad de autopurificación, la calidad de las aguas del río Toyogres es mejor que la del San Nicolás. Sin em-

bargo, esto no quiere decir que aquella sea buena, pues empleando este método se obtiene que, a lo largo de todo el curso del río Toyogres, la calidad de sus aguas es lamentable y que, en una escala de cinco grados de calidad (limpia, de contaminación incipiente, moderada, severa y muy severa) se clasifica como de contaminación severa. El primer tramo aguas arriba del río San Nicolás presenta una calidad de contaminación incipiente pero tan pronto pasa el poblado de San Rafael de Oreamuno, su calidad se transforma sucesivamente de contaminación moderada a severa.

La capacidad de dilución y autopurificación del río Toyogres soporta la descarga del San Nicolás en sus aguas sin variación

significativa de su calidad como lo demuestran los valores de la estación TO-5, localizada después de la confluencia de ambos ríos (Figura No. 1).

CONCLUSIONES

Las aguas de los ríos Toyogres y San Nicolás están muy contaminadas. El grado de contaminación las hace inaceptables para el consumo humano y muy poco aptas para el consumo animal, la agricultura y la industria, con lo que se ha perdido un recurso hídrico importante en una región en donde existe una gran demanda del mismo. La calidad del curso de agua puede recuperarse con medidas sanitarias de tratamiento de aguas cloacales.

CUADRO No. 1. Media aritmética de las variables para el período de estudio. Río San Nicolás
Años 1980 – 1982

VARIABLE ESTACION	SN-1	SN-2	SN-3	SN-4
OD (mg/L)	7,2	0,27	0,08	1,07
DBO ₅ (mg/L)	3,09	165	166	175
Conductividad (us/cm)	87,0	357	369	380
pH	6,81	6,62	6,71	6,78
Alcalinidad total como CaCO ₃ (mg/L)	21,7	160	170	157
Dureza total (mg/L)	22,4	96,7	120	98,8
Sólidos totales (mg/L)	159	335	364	402
Sólidos volátiles (mg/L)	70,8	122	132	131
Sólidos fijos (mg/L)	90,5	205	225	257
Sólidos sedimentables (mL/L)	0,06	0,70	0,85	0,90
Detergentes (mg/L)	0,08	3,09	3,02	4,38
Temperatura (°C)	17,0	17,9	18,1	19,1

CUADRO No. 2. Media aritmética de las variables para el período de estudio.
 Río Toyogres
 Años 1980 – 1982

VARIABLE	ESTACION	TO-1	TO-2	TO-3	TO-4	TO-5
O D (mg/L)		7,13	6,11	5,86	5,83	5,60
DBO ₅ (mg/L)		21,5	46,4	47,4	51,3	54,6
Conductividad (us/cm)		298	297	286	325	347
pH		7,18	7,00	6,97	6,96	6,88
Alcalinidad total como CaCO ₃ (mg/L)		60,3	76,9	73,0	73,8	61,8
Dureza total (mg/L)		60,0	64,4	58,0	62,7	59,0
Sólidos totales (mg/L)		482	640	629	553	583
Sólidos volátiles (mg/L)		168	306	262	226	223
Sólidos fijos (mg/L)		315	337	367	330	360
Sólidos sedimentables (mL/L)		0,43	1,97	1,68	2,11	2,00
Detergentes		1,36	5,30	2,73	5,60	6,60
Temperatura (° C)		18,0	18,9	19,6	19,3	19,1

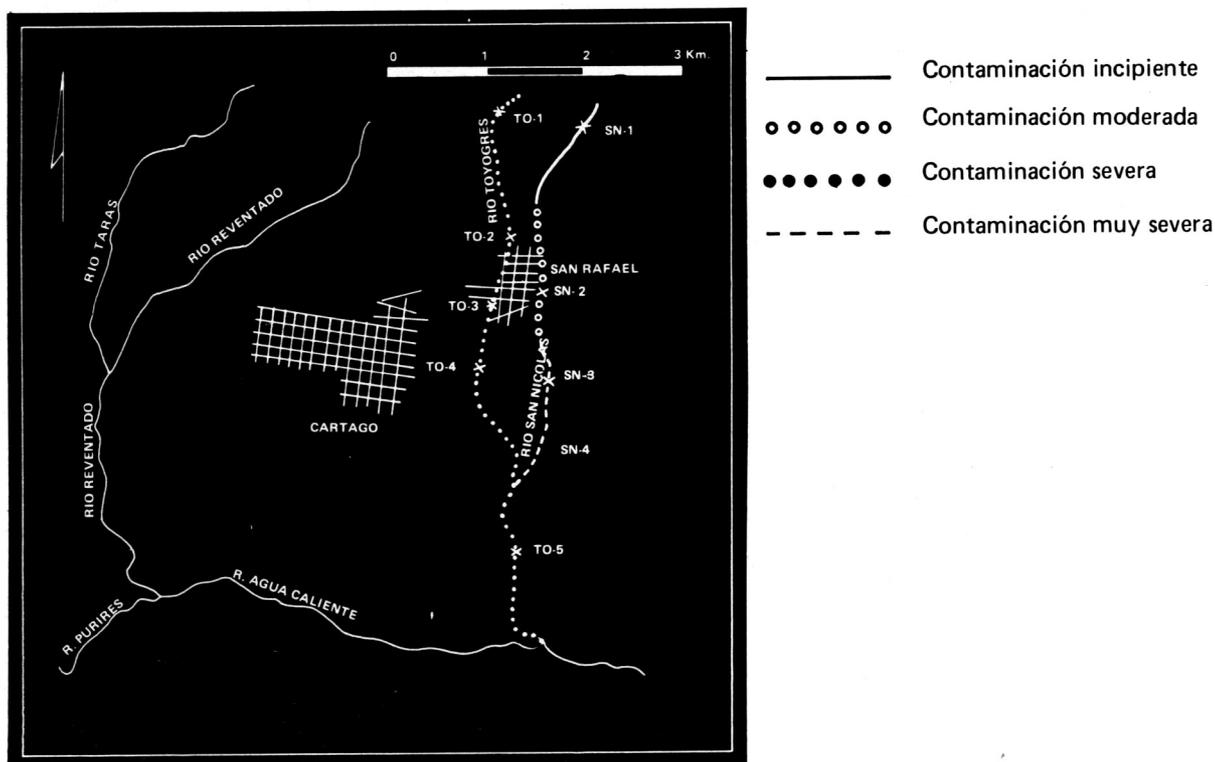


FIGURA No. 1.- Localización de los puntos de muestreo y calidad de las aguas de los ríos Toyogres y San Nicolás, Cartago.

LITERATURA CONSULTADA

1. Bergoing, J.P. y Malavassi, E. **Mapa geomorfológico del Valle Central de Costa Rica.** Hoja Istarú, 1983.
2. AWWA y APHA. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater.** 15 ed. 1980.
3. Douglas, A.W. **On Levels of Significance.** Ottawa: Computing and Applied Statistics Directorate, Environment 1979.
4. Jacobs, A.A.J. **A Water Quality Valuation System.** Comunicación personal. Holanda: I.H.E. Delft, 1978.
5. Castiella, J. *et al.* **Las aguas subterráneas en Navarra.** Navarra: Diputación Foral de Navarra, 1982.
6. Canovas, J. **Calidad agronómica de las aguas de riego.** Madrid: Gráficas Ajenjo, 1980.
7. U.S. Department of Interior. **Water Quality Criteria.** Washington: Federal Water Pollution Control Administration, 1972.
8. Mata, A. y Chacón, B. **Los efectos de los detergentes en el agua.** *Ingeniería y Ciencia Química*, 2 (3) 55, 1978.
9. Salas, W., Chacón, B. y Rodríguez, A. **La contaminación fluvial y la producción agrícola.** En **Contaminación ambiental.** Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1982. pp. 137–141.

adquiera nuestras
últimas novedades
en ciencia
y tecnología

contaminación ambiental

Introducción a la lógica

ET
EDITORIAL
TECNOLOGICA
DE COSTA RICA

SISTEMA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS

FLORA APÍCOLA TROPICAL