

comportamiento de la carga orgánica en la Cuenca 24: Virilla-Tárcoles, Costa Rica

BERNARDO CHACON** MARCO SEQUEIRA*

RESUMEN

Se presentan los valores de la concentración media semestral de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.²⁰ 5) y el porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto (°/o saturación O.D.) en 17 estaciones de investigación, en las aguas del río Virilla y Grande de Tárcoles, cuenca No. 24, Costa Rica.

Se determinó: a) que no hay degradación sensible de la materia orgánica sino que prevalece un fenómeno de dilución o de sedimentación; b) que el oxígeno disuelto no constituye una variable representativa, por lo menos en las secciones TA-1 a TA-7, para afirmar que el Río Grande de Tárcoles se está autodepurando.

INTRODUCCION

Se ha realizado un minucioso estudio de evaluación de la Cuenca 24 del país, conocida como la cuenca del Río Grande de Tárcoles, por su incidencia en los factores ecológicos. Dentro de este estudio, uno de los aspectos de mayor importancia es la evaluación de la carga orgánica, la cual se estima en función de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.²⁰ 5) y del °/o de saturación de oxígeno disuelto.

En este artículo, se exponen los valores obtenidos, expresados como la mediana semestral, comprendida desde el primer semestre de 1980, hasta el primer semestre de 1983. Esto nos permite comparar el grado de avance de la contaminación y el poder de asimilación de tan importante cuenca.

Conviene resaltar que, dentro de los linderos

de esta cuenca, existe un desarrollo urbano que presenta gran densidad de población y alto desarrollo industrial (6). Se ha estimado que el área de estudio es el asiento del 47°/o de la población del país y de un 75°/o del desarrollo industrial. Además en esta zona existe un gran desarrollo de la actividad agrícola (2,6) que cubre entre los aspectos más importantes: la horticultura, el cultivo del café y el cultivo de la caña. El área estudiada y las ciudades que se encuentran comprendidas en ella, se muestran en la Figura No. 1, en donde se señalan además los puntos de toma de muestras.

MATERIALES Y METODOS

Se establecieron 17 estaciones de muestreo distribuidas así: 10 en el Virilla y 7 en el río Grande de Tárcoles.

Se realizaron 42 muestreos en cada uno de los puntos, siguiendo las técnicas apropiadas (1, 4).

El oxígeno disuelto se fijó en campo y se transportó en frío (4°C), junto con la muestra para determinar la D.B.O. Los análisis se efectuaron dentro de un margen de tiempo no mayor de 6 horas después de recolectada la muestra (5).

Para la cuantificación del O.D. y D.B.O. se empleó el método de Winkler modificado con azida. Para la D.B.O. se incubaron las muestras durante 5 días a 20,0°C 0,2°C en incubadores de baja temperatura, Precisión Scientific Mod. 815 (1).

Las muestras se recolectaron, con una frecuencia mensual, con el fin de evaluar, la variación de la carga orgánica generada en esta cuenca, tanto en período de época lluviosa como de época seca y tener continuidad estadística.

Para los efectos de este estudio se consideró época seca la comprendida entre los meses de enero a junio y como época lluviosa la comprendida entre julio y diciembre, de acuerdo con la distribución de

* Laboratorio Central de Acueductos y Alcantarillados.

** Escuela de Química—CICA, Universidad de Costa Rica.

caudal medio obtenido en las estaciones V-5, TA-4, TA-5 y TA-7 (Figura No. 1), que constituyen un buen reflejo de las condiciones climáticas, verano-invierno, en la cuenca del Río Grande de Tárcoles.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las figuras No. 2 y No. 7 muestran las medianas de los resultados semestrales obtenidos en esta investigación. En ellas se dan los valores promedios de la concentración de la D.B.O. y el %o saturación

O.D. desde el segundo semestre de 1980 al primer semestre de 1983.

Puede observarse cómo el contenido de materia orgánica, independientemente del semestre, comienza a ser apreciable a partir de la estación V-3 (puente en Ruta 1; carretera San José-Heredia) para disminuir por dilución en V-4 (1,2 km. aguas abajo de la intersección de Ruta 3 y Río Virilla) para luego aumentar en V-5A y en V-5 manteniéndose esta tendencia en TA-1 que corresponde al punto de muestreo localizado en Puente Mulas que es precisamente donde se reúnen todos los desechos generados en el Area Metropolitana (sub-cuencas Tiribí, María Aguilar y Torres).

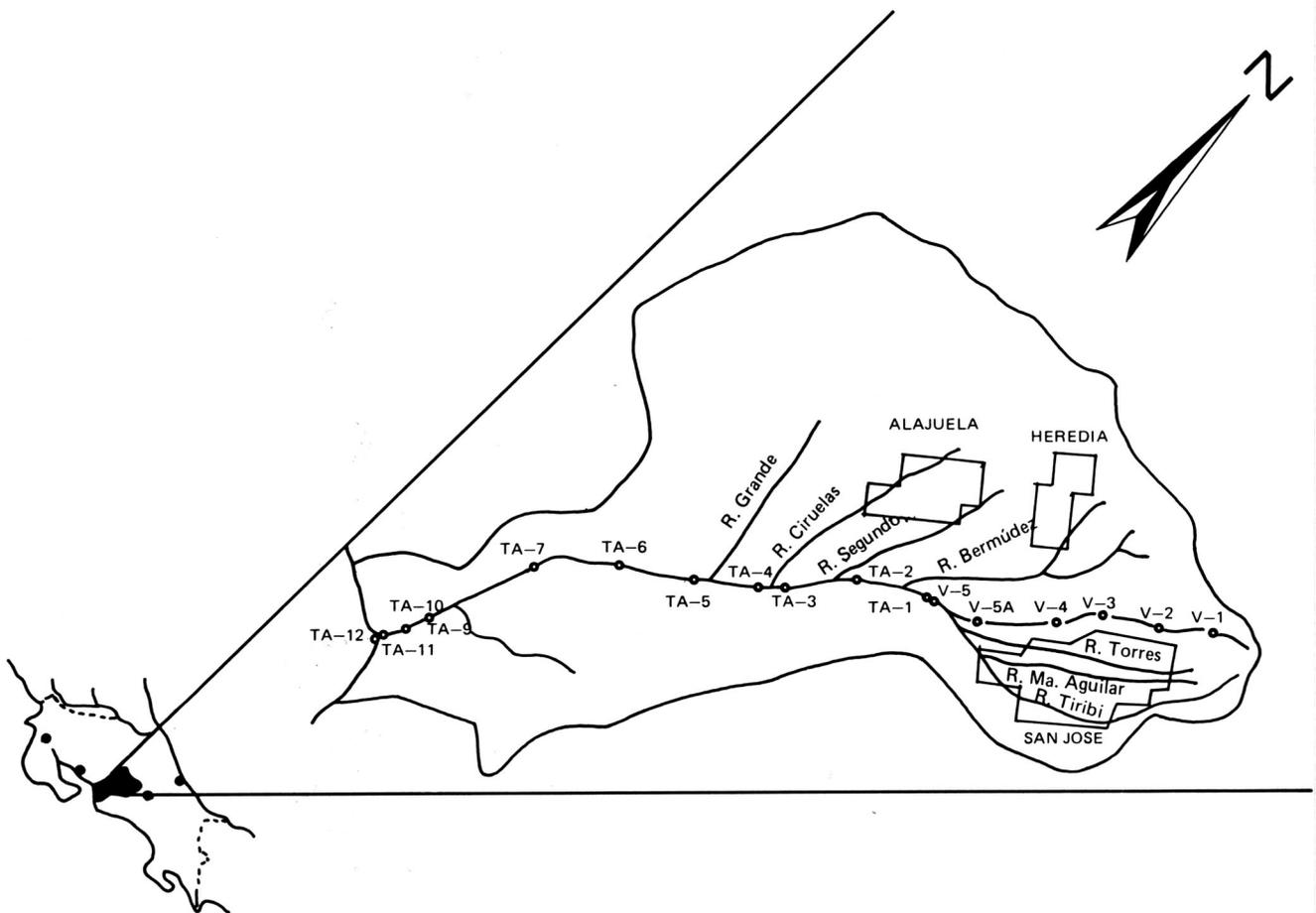


FIGURA No. 1. Area estudiada y puntos de toma de muestras.

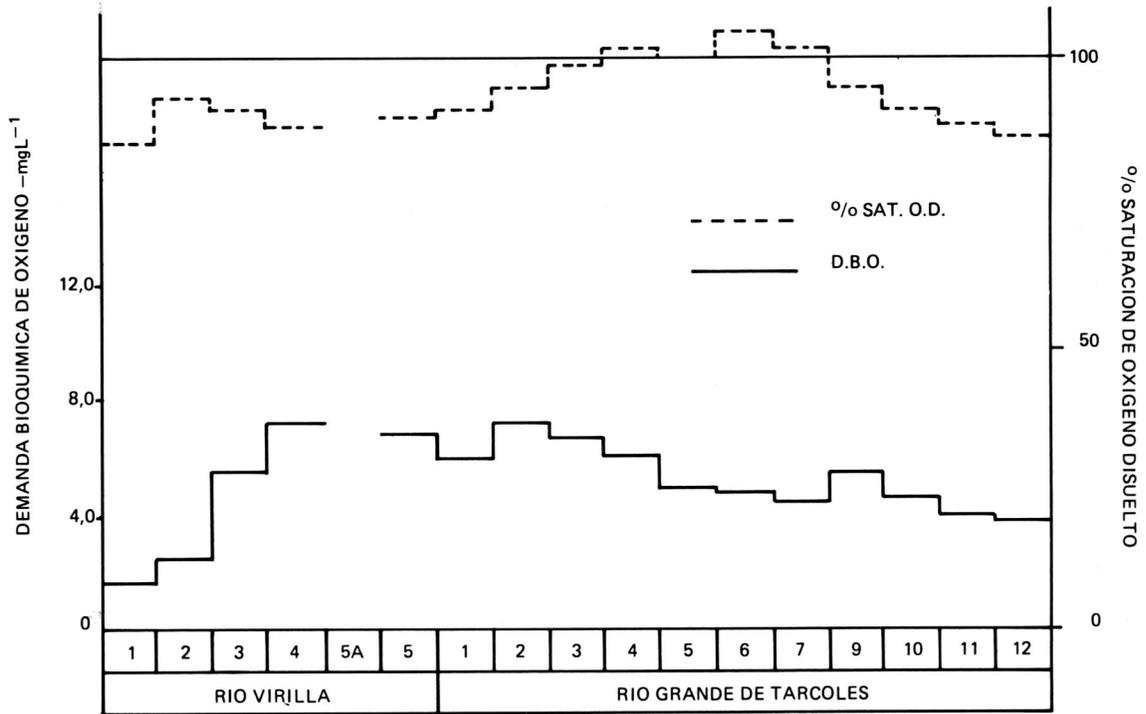


FIGURA No. 2. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el II Semestre de 1980.

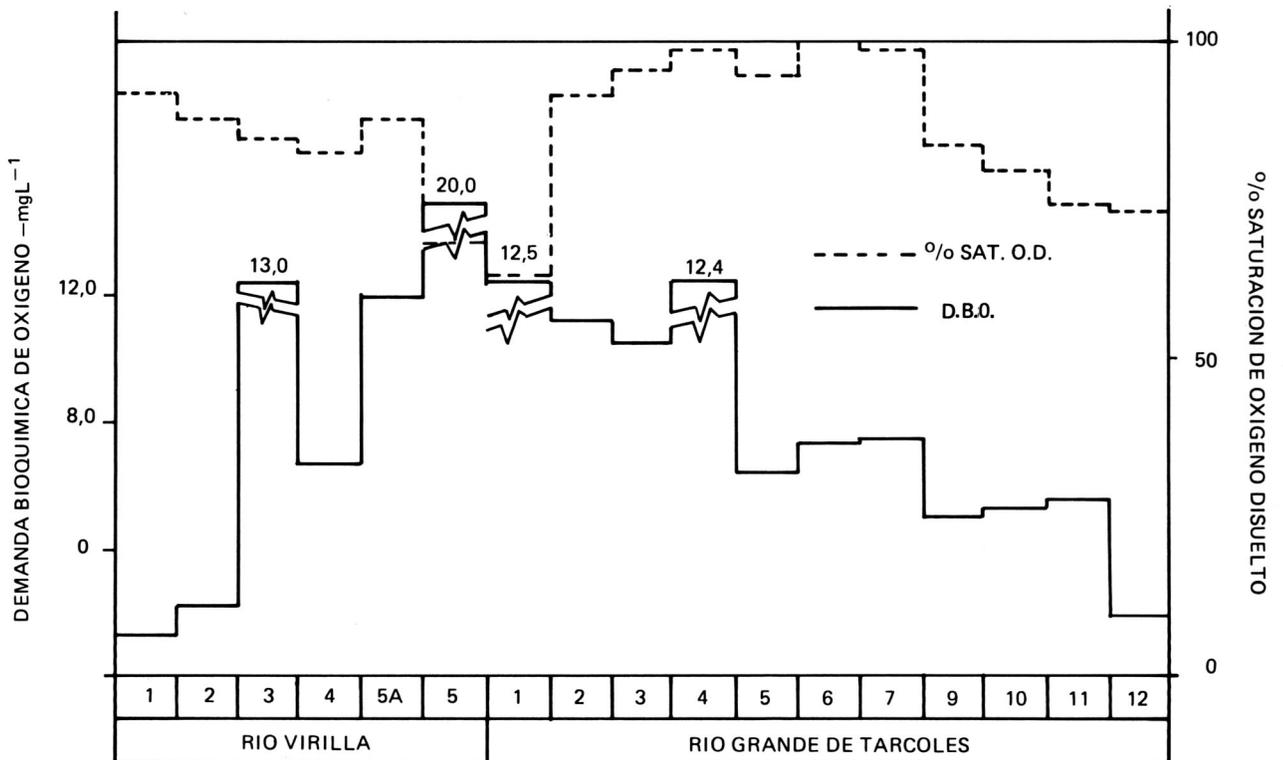


FIGURA No. 3. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el I Semestre de 1981.

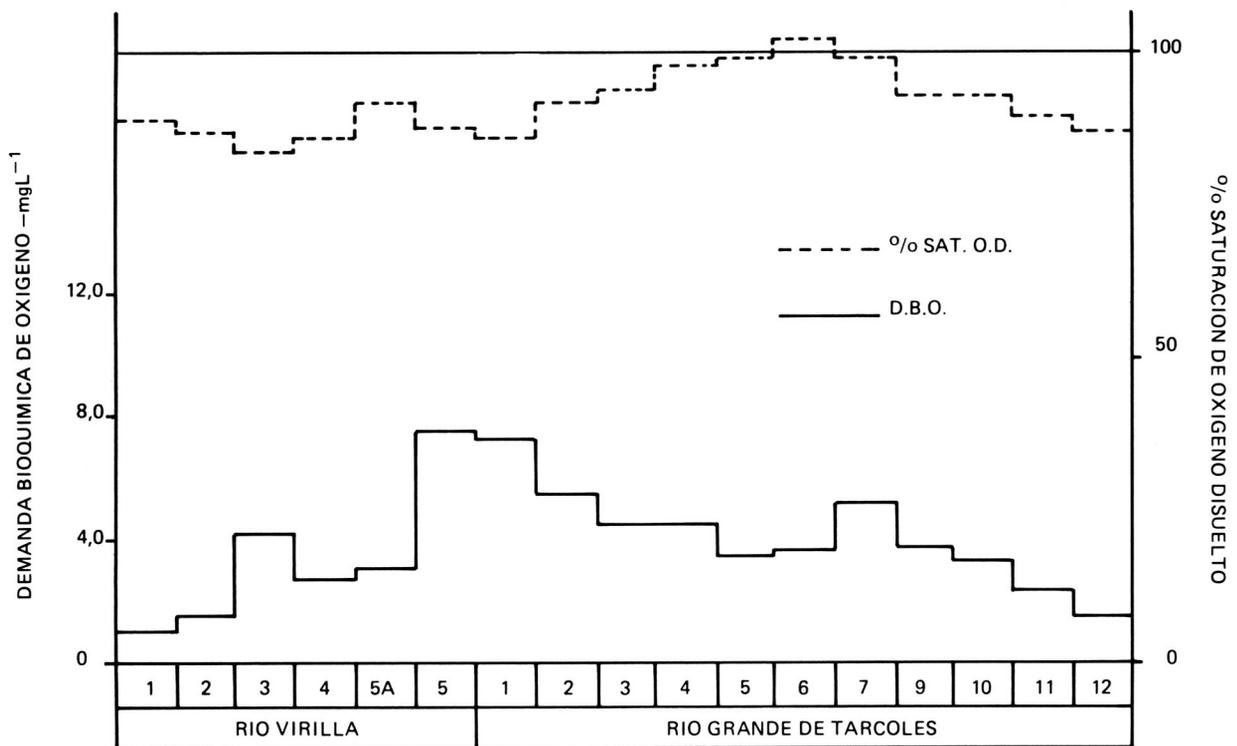


FIGURA No. 4. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el II Semestre de 1981.

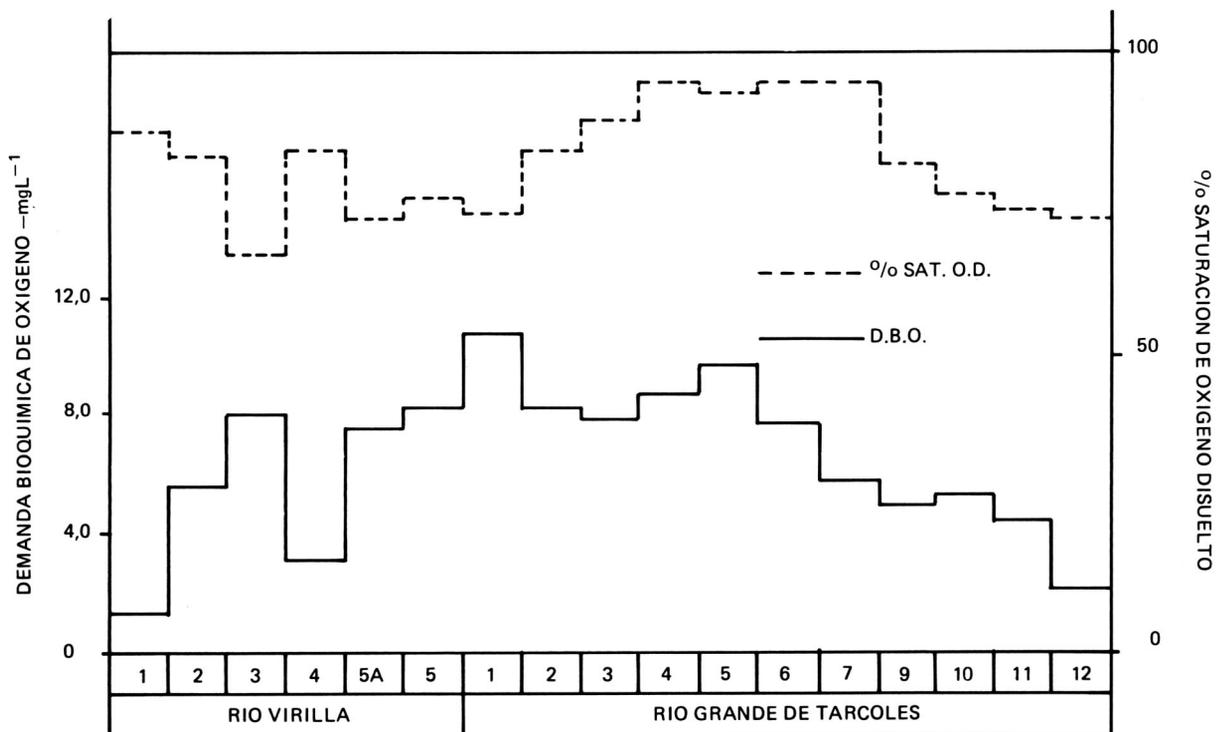


FIGURA No. 5. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el I Semestre de 1982.

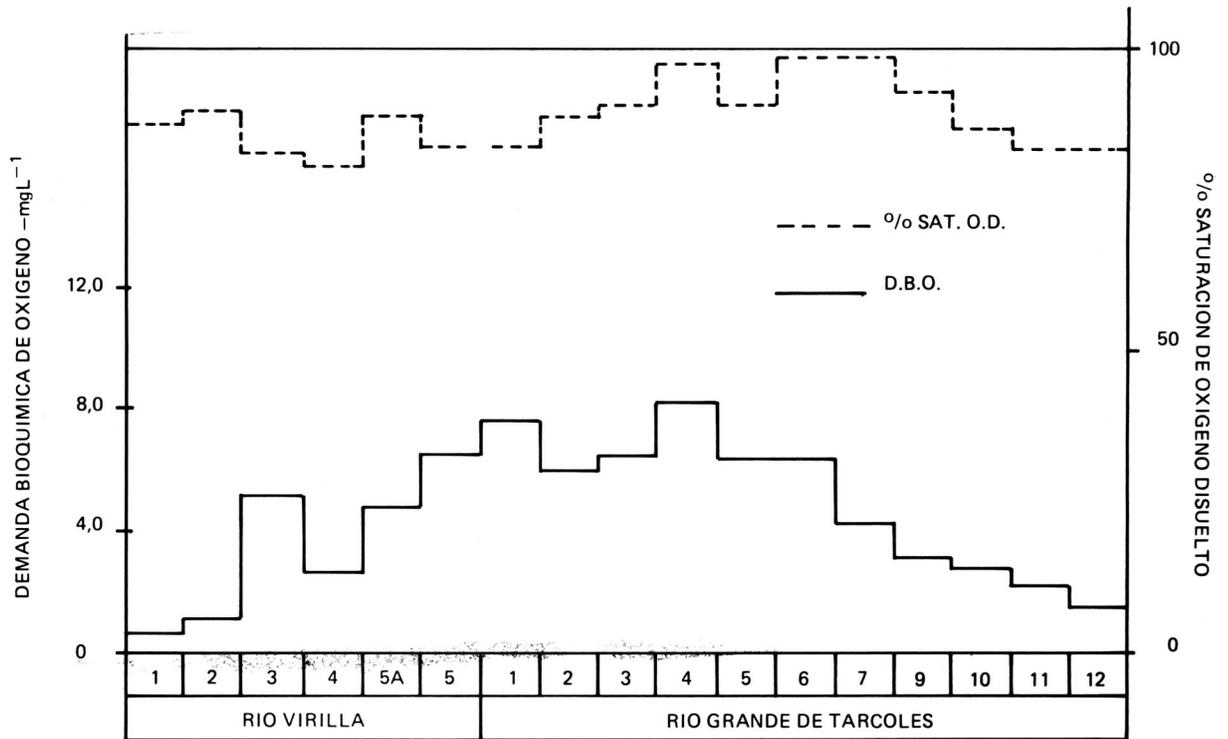


FIGURA No. 6. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el II Semestre de 1982.

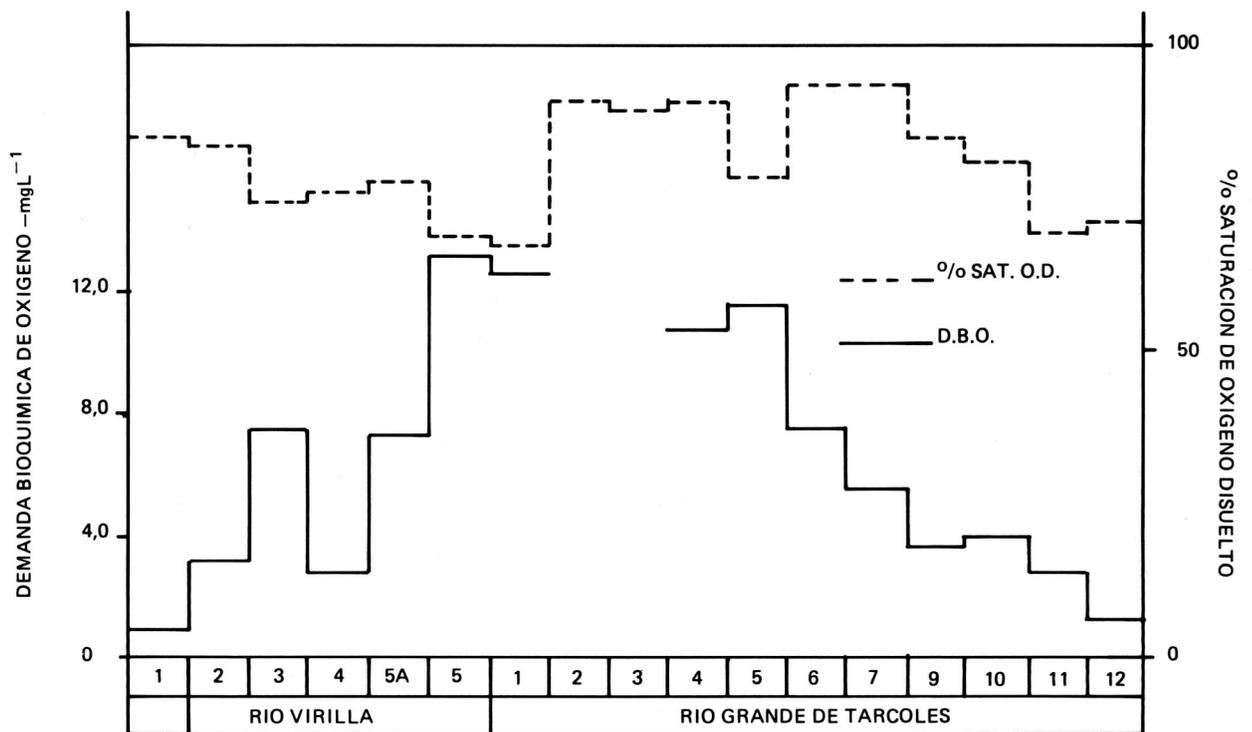


FIGURA No. 7. Relación de la mediana de la demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.) y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT. O.D.), para el I Semestre de 1983.

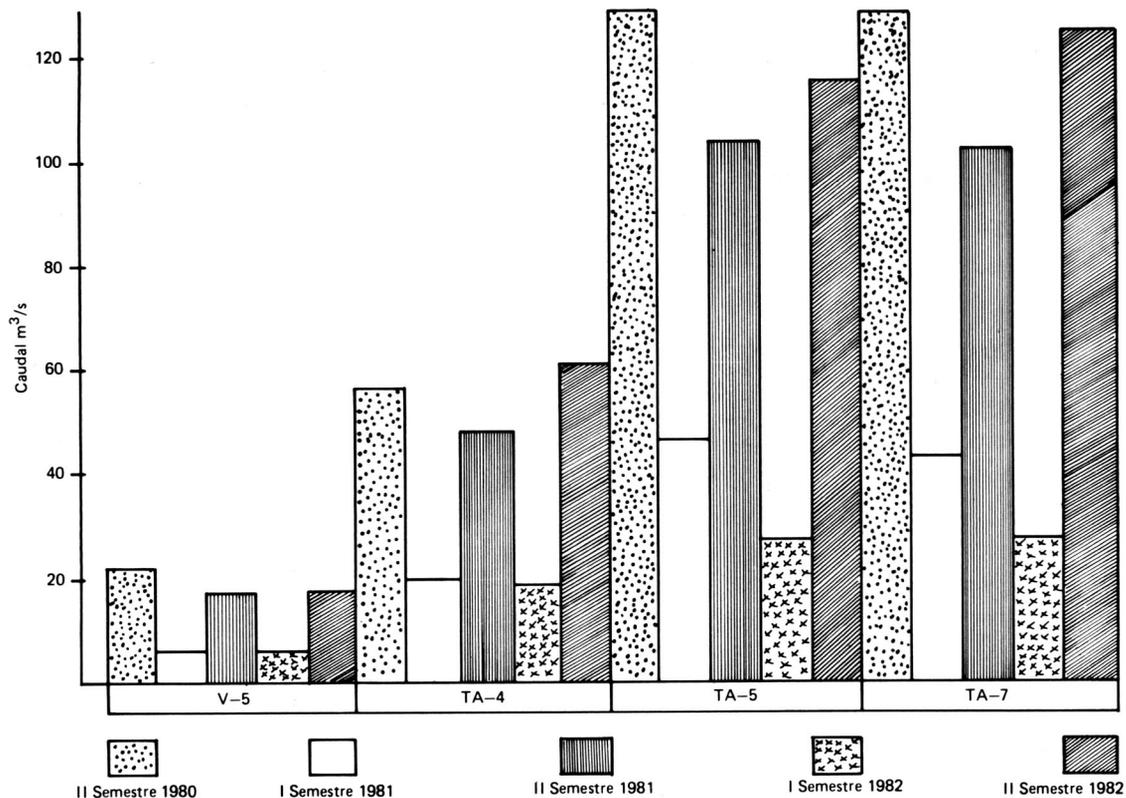


FIGURA No. 8. Mediana semestral del caudal en V-5, TA-4, TA-5, TA-7 del río Virilla y Grande de Tárcoles en el período 1980-1982.

En lo referente al % saturación de O.D. se observa la disminución, especialmente en los primeros semestres, en las estaciones V-5 y TA-1, donde alcanza valores promedio alrededor del 70% de saturación (lo cual indica una contaminación por materia orgánica que no es asimilada) hasta la altura de Puente Mulas, a pesar de que hasta estos puntos el agua tiene una buena aereación, ya que recorre 15 kilómetros con un gradiente aproximado de 19m/km.

Al evaluar las estaciones TA-1 a TA-12 la situación cambia por lo que se deben considerar las siguientes secciones:

— Sección No.1, comprendida entre Ta-1 y Ta-5, donde el agua recorre 27 km. con un gradiente aproximado de 22m/km y el caudal medio pasa de 8 m³/s en los primeros semestres para TA-1, a 115 m³/s en los segundos semestres.

— Sección No. 2, comprendida entre TA-5 y TA-7, donde el agua recorre 24 km. con un gradiente aproximado de 9m/km y el caudal medio pasa de 45m³/s (TA-5) a 49 m³/s (TA-7) en los primeros semestres y de 115 m³/s (TA-5) a 126 m³/s (TA-7) en los segundos semestres.

— Sección No. 3, comprendida entre TA-7 y TA-12 (desembocadura); donde el agua recorre 25 km, con un gradiente aproximado de 2 m/km.

Comparando el área comprendida bajo la curva en las figuras para estas tres secciones, se observa la diferencia que existe entre el valor de la mediana en D.B.O., de los primeros semestres con el de los segundos semestres, siendo mucho mayor en los primeros que en los segundos.

Aún cuando en la Sección No. 1, entre algunas estaciones de muestreo, se observa una disminución de la D.B.O., no necesariamente ocurre esta disminución por degradación, dado que existe un aumento de caudales en las zonas citadas, pero también la carga orgánica se ve aumentada por los desechos de la ciudad de Heredia, (subcuenca del Bermúdez, entre TA-2 y TA-3) y los desechos de la ciudad de Alajuela, (subcuencas Río Segundo y Río Ciruelas, entre TA-2 y TA-3, TA-3 y TA-4 respectivamente). Lo mismo ocurre antes de la estación TA-5 en donde descarga el Río Grande de Atenas.

En la sección No. 2 la situación es distinta, ya que la diferencia de caudales entre TA-5 y TA-7 es pequeña, con un gradiente tres veces

más pequeño que la sección No. 1, lo cual facilita la sedimentación de la materia orgánica suspendida, dando como resultado una disminución de la D.B.O. El tramo de esta sección es tan corto (24 km) que no hay oportunidad para una biodegradación sensible de la materia orgánica, predominando el fenómeno de disminución por sedimentación.

En la sección No. 3 la disminución de la D.B.O. está influenciada en su mayor parte por el mismo fenómeno de sedimentación, ya que el gradiente es muy pequeño 2m/km, y además ocurre el efecto de dilución por el caudal aportado por el Río Turrubares, antes de TA-9. Por estas razones podemos decir que la biodegradación de la materia orgánica comienza a efectuarse en el piso del río (lodos) prácticamente después de la estación TA-9. Antes de esta estación lo que prevalece por lo tanto es un fenómeno de dilución o de sedimentación.

Al hacer un balance de masas, se obtienen los resultados que aparecen en el Cuadro No. 1 —entrada y salida para las secciones 1, 2 y 3— y que expresan la variación de la carga orgánica en estas secciones.

CUADRO No. 1. Relación de masas de la D.B.O. en kg/h en las estaciones V-5, TA-4, TA-5, y TA-7 en el período 1980-1983.

ESTACION		ENTRADA SEC. 1		Salida Sec. 1	Salida Sec. 2
Semestre	Año	V-5	TA-4	Entrada Sec. 2	Entrada Sec. 3
				TA-5	TA-7
2do.	1980	772	1142	2088	2879
1ero.	1981	437	803	1030	1107
2do.		729	778	1348	1909
1ero.	1982	254	619	1037	636
2do.		320	807	1267	944
1ero.	1983	309	855	1044	653

Del Cuadro No. 1, concluimos:

a) Independientemente del semestre, las sub-

cuencas de los ríos Bermúdez, Segundo, Ciruelas y Grande de Atenas están aportando carga orgánica. A pesar de la disminución comparativa encontrada en algunos casos entre estas estaciones de muestreo, en la sección No. 1 la salida de carga orgánica es siempre mayor que la entrada.

b) En la sección No. 2 la situación no se define por el momento, ya que presenta tanto disminución como aumento de carga orgánica en semestres análogos. Predomina en ella la disminución de carga orgánica, lo que puede deberse al fenómeno de sedimentación, favorecido por la pérdida de gradiente de las partículas suspendidas.

c) En la sección No. 3 es donde se puede considerar que se realiza, prácticamente, la biodegradación de la materia orgánica, predominando ésta en el piso del cauce.

En lo referente al % de saturación de O.D. se observa que no es afectado en las secciones 1 y 2, independientemente de la distribución semestral. Únicamente en la estación TA-1 (entrada sección No. 1) se observa la diferencia entre los primeros semestres (66% saturación) con los segundos semestres (87% saturación). De la estación TA-2 a TA-7 los valores medios del % saturación de O.D. alcanzan valores cercanos al 100%, independiente de la carga orgánica. Estos valores de 100% de saturación no necesariamente indican que las aguas se están recuperando, pues se deben a los gradientes existentes en las secciones 1 y 2 y a las estructuras instaladas, entre TA-1 y TA-5, para generar energía hidroeléctrica, las que permiten una alta tasa de aereación.

En la sección No. 3 se observa una tendencia de disminución en el % de O.D.; siendo más pronunciada en los primeros semestres que en los segundos. Esto se debe a que la constante de aereación disminuye (gradiente 2m/km) y el oxígeno disuelto es afectado por la degradación de la materia orgánica sedimentada en el "piso" del río.

CONCLUSIONES

— No existe una degradación sensible de la materia orgánica, hasta la estación TA-5 (Balsa de Atenas).

— La contaminación por carga orgánica comienza a ser apreciable a partir de la estación V—3 (intersección carretera nacional 1, San José—Heredia, y el Río Virilla).

— Las subcuencas de los ríos Torres, María Aguilar, y Tiribí generan desechos orgánicos, cuyo efecto se aprecia a la altura de la estación V—5 (Puente Mulas).

— Las subcuencas de los ríos Bermúdez, Segundo, Ciruelas y Grande de Atenas generan carga orgánica, cuyo efecto se observa en la estación TA—5 (Balsa de Atenas).

— La disminución de carga orgánica entre las estaciones TA—5 (Balsa Atenas) y TA—7 (San Juan de Mata) se debe más que todo al fenómeno de sedimentación.

— El oxígeno disuelto no constituye una variable de peso para decir que las aguas se están autopurificando en las secciones No. 1 y No. 2 definidos en esta investigación.

— La degradación de la materia orgánica se presenta en el piso del río de la sección No. 3.

4. Chanlett, E. **La protección del medio ambiente**. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local, 1976.
5. México. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica, Subdirección de Área de Investigación y Entrenamiento. **Manual del Curso "Técnicas de Muestreo"**. 4 ed. México, 1979.
6. Sequeira, M. y Chacón B. *Contaminación de las aguas superficiales de la Cuenca 24 Grande de Tárcoles*. **Tecnología en Marcha** vol 7, num 2. (julio—septiembre 1984).

AGRADECIMIENTO

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, y a Acueductos y Alcantarillados por la colaboración prestada en la realización de esta Investigación.

LITERATURA CONSULTADA

1. A.P.H.A., AWWA, WPCF. **Métodos estándar para el examen de aguas y aguas de desecho**. 16 ed. Washington, 1980.
2. Cordero, A. **Un caso de contaminación fluvial: Río Bermúdez**. Tesis de grado. San José: Escuela de Economía Agrícola, Universidad de Costa Rica, 1977.
3. Chacón, B.; Mata, A. y Rodríguez, A. **Contaminación ambiental un enfoque multidisciplinario**. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1982, p. 137—141.