

eutrofización del Río Grande de Tárcoles

ROCIO GOMEZ* BERNARDO CHACON** ALFONSO MATA**

RESUMEN

Los recursos hidráulicos de Costa Rica son abundantes. Sin embargo, el hombre con sus diferentes actividades ha venido contaminando los cauces de los ríos sobre todo cuando drenan áreas urbanas e industriales.

Las zonas de mayor densidad de población de este país yacen en la parte superior de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, o sea la del río Virilla y sus afluentes; de allí la gran importancia de evaluar la calidad de las aguas de los ríos principales de dicha cuenca.

El nitrógeno y el fósforo, junto con el carbono y el hidrógeno, son los constituyentes más importantes de la materia viva, razón por la que a estos elementos se les considera en limnología, como nutrientes que provienen principalmente de la biodegradación de la materia orgánica, y que después de determinada concentración, son contaminantes. Resulta, pues, de suma importancia para esa evaluación la cuantificación de nutrientes, como el fosfato y el nitrato, por lo que se realizó en este estudio un muestreo en 59 estaciones, seleccionadas de acuerdo a posibles descargas de contaminantes y a la facilidad de acceso. El estudio de campo se llevó a cabo de febrero a julio del año 1981, abarcando el final de la época seca y el principio de la época lluviosa.

Los resultados obtenidos indican que la contaminación de la cuenca por fosfatos y nitratos en la época seca es avanzada. En el invierno, la dilución es un factor que permite la recuperación aparente del río Grande de Tárcoles y del Virilla; sin embargo los ríos Torres, Ma. Aguilar, Ocloro, Tiribí y Bermúdez tanto en una época como en la otra se encuentran altamente contaminados.

* Funcionaria de la Fábrica Nacional de Licores.

** Funcionarios del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental CICA/U.C.R. y Escuela de Química

AGRADECIMIENTO

Los autores hacen un reconocimiento y agradecen a la Vicerrectoría de Investigación (Proyecto No. VI—802—83—113) de la Universidad de Costa Rica, así como al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA), sin cuya colaboración la realización de este estudio no hubiera sido posible.

INTRODUCCION

La capacidad del hombre para transformar el medio natural parece ser mucho mayor que la de la naturaleza para reponerse de las modificaciones que aquél le produce. El problema de la expansión demográfica, entre otros, se convierte así en un factor crítico y creador de conflictos del ser humano con el sistema natural.

En Costa Rica, el agua constituye uno de los principales recursos naturales. Debido a la posición geográfica, el territorio nacional recibe una cantidad de lluvias, que llegan a ciertas localidades de la Vertiente Atlántica hasta valores extremos de más de 8 m. de lluvia al año (16). Si, además de la abundancia de lluvias, se considera la topografía escarpada que caracteriza al país, se notará que existe un gran potencial para la producción de energía hidroeléctrica por medio de embalses. La calidad del agua de los lagos y embalses es fundamental para el aprovechamiento óptimo de este recurso hidráulico y la contaminación es un factor negativo. A estas consideraciones se debe agregar el aporte valioso que tienen los estuarios en la productividad marina de la plataforma continental, razón por la que se les debe proteger y preservar en la misma medida que a las cuencas hidrográficas de nuestro país.

El presente trabajo pretende dar una visión focal del estado actual de los ríos que atraviesan el Area Metropolitana de San José y del Río Grande de Tárcoles que los desagua hasta su estuario, con respecto a las especies químicas, nitratos y fosfatos, considerados como los principales nutrientes en las aguas naturales, responsables del florecimiento de algas (1, 2, 13, 14, 17).

UBICACION Y CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área metropolitana que encierra la zona de más densa población del país, incluyendo la Ciudad de San José, está limitada por barreras naturales, que impiden en parte su posible extensión horizontal: al Norte por el Cañón del Río Virilla, al Este por los Cerros de Ochomogo, al Oeste y al Sur, por las estribaciones de la Cordillera del Sur, que van desde el cerro La Carpintera hasta el Alto de las Palomas. Su superficie es aproximadamente 170 Km², con una topografía bastante llana, con elevaciones que varían entre 1000 y 1300 metros sobre el nivel del mar. El área presenta una pendiente suave aproximadamente de Noreste al Sureste. La temperatura anual oscila entre los 14 y los 30°C y la precipitación promedio anual es del orden de los 2200 mm. (7).

El Area Metropolitana está atravesada de este a oeste, por cuatro ríos principales: el Virilla en el Norte y sus afluentes del Sur, Torres, María Aguilar y Tiribí. Estos ríos engrosan su caudal con los aportes de riachuelos y quebradas, descargas pluviales y aguas negras provenientes de las zonas urbanas del área.

El Virilla, más adelante en su curso, recibe al río Bermúdez y a la altura de la Planta Eléctrica La Garita, en el Cantón de Atenas (Alajuela) recibe al Río Grande con las aguas provenientes de las Ciudades de San Ramón, Palmares y Grecia. Después de esta confluencia, el río continúa con el nombre de Río Grande de Tárcoles, hasta llegar a su desembocadura. En resumen, este río recibe los desechos cloacales del Area Metropolitana de San José así como los de Heredia, Alajuela, San Ramón, Palmares, Grecia y otras ciudades de menor población.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La acumulación de nutrientes en ríos y especialmente en lagos ha originado una amplia investigación en muchos países del mundo, que ha conducido a la proposición y aprobación de leyes y reglamentos para poder controlar y preservar los recursos hidrológicos. En Suiza, por ejemplo, se exige la eliminación del fósforo en un 80% de sus plantas de tratamiento. La Organización Económica

de Cooperación y Desarrollo de Europa (11) presentó un resumen del efecto de la eutrofización en los lagos más importantes del mundo, dándole mucha importancia al problema. En 1972 se firmó un tratado entre Canadá y los E.U.A. (13, 14) para eliminar el fósforo en las plantas de tratamiento de aguas en las cuencas de los Lagos Grandes limítrofes, en el que se permite un límite máximo de 0,1 mg/L de fósforo en forma de fosfatos.

En un estudio realizado en Costa Rica (6) se concluyó que los ríos de las Cuencas del Virilla y Grande de Tárcoles se encuentran contaminados por detergentes, mayormente en las zonas de gran concentración industrial y urbana y mucho menos en sus afluentes, en las áreas rurales. Es el Río Grande de Tárcoles quien recoge toda esta contaminación y el estudio citado pone de manifiesto el efecto de dilución como el factor que influye más en la reducción del grado de la contaminación por detergentes.

Con este estudio se pretende lograr un avance en la investigación de los ríos de la cuenca para contribuir al análisis de los procesos de alteración ambiental, tanto fluvial como costero.

PARTE EXPERIMENTAL

Para las labores de muestreo, así como para las de preservación y análisis de las muestras, se siguieron las recomendaciones de la A.W.W.A. (3, 4, 5) y de la E.P.A. (15).

La toma de muestras se realizó en frascos de polipropileno, lavados sin hacer uso de detergentes y con posterior enjuague con HCl.

El muestreo se realizó a media corriente y a profundidad media.

Las medidas de caudal fueron realizadas por el Instituto Costarricense de Electricidad (10).

Se escogieron 17 ríos y 5 quebradas que se encuentran ubicados en las zonas más representativas y de mayor acceso. El número de las estaciones fue de 59 y los muestreos se realizaron en colaboración con el ICAA.

Se analizaron 295 muestras, que corresponden a una frecuencia de 56 muestras por mes, comprendidas entre febrero y julio de 1981.

El análisis se realizó dentro de un margen de tiempo no mayor de 24 horas, entre el momento en que se recogió la muestra y aquel en que se hizo

la determinación, de acuerdo con las normas recomendadas. Se puede ver en el Cuadro No. 1 la clase de tratamiento que se le aplicó a las muestras para preservarlas, así como el tipo de análisis realizado.

El material de laboratorio empleado para el análisis de los fosfatos, se lavó con ácido clorhídrico concentrado caliente, seguido de 3 enjuagues con agua destilada (9).

Para la determinación de fosfatos se escogió el método del persulfato de amonio para la digestión, y el cloruro de estaño (11) para la reducción en la reacción colorimétrica (5).

La determinación de nitratos se realizó por el método de la brucina (3).

Las muestras se neutralizaron a pH 7 antes del análisis.

CUADRO No. 1. Preservación y métodos de análisis

Determinación	Preservación Método	Tiempo	Métodos de análisis químico
Fósforo como ortofosfato $P-PO_4^{-3}$	Refrigeración 4°C	24 horas	Digestión / persulfato y espectrofotometría.
Nitrógeno de Nitrato $N-NO_3^-$	pH 2 con H_2SO_4 y refrigeración a 4°C	24 horas	Brucina y espectrofotometría

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Del análisis de los datos obtenidos para el fosfato (Cuadro No. 2) se observa que en el mes de marzo los ríos Torres, Ma. Aguilar, Tiribí, Ocloro y Bermúdez, presentan los valores más altos del año en todas las estaciones de muestreo; esto se debe a la disminución de caudal, propia de la época seca (enero a mayo).

Se puede notar cómo en estos mismos ríos va aumentando la concentración de fosfato conforme recorren las zonas más pobladas del Area Metropolitana de San José, alcanzando valores superiores al límite de 0,1 mg/L (18). El río Virilla, por ende, se ve afectado también por las descargas de los ríos contaminados, duplicándose las concentraciones desde la estación V-1 a la V-5a.

CUADRO No. 2. Concentración promedio de fosfatos y nitratos en mg/L

RIO	FEBRERO		MARZO		MAYO	JUNIO		JULIO	
	$PO_4^{=}$	NO_3^-	$PO_4^{=}$	NO_3^-	$PO_4^{=}$	$PO_4^{=}$	NO_3^-	$PO_4^{=}$	NO_3^-
Virilla 1	0,00	0,00	0,06	0,00	0,19	0,27	0,38	0,16	1,35
Virilla 2	0,06	0,89	0,20	0,00	0,24	1,04	0,64	0,14	1,40
Virilla 3	0,17	1,33	0,48	3,60	0,24	0,24	0,85	0,24	1,26
Virilla 4	0,21	6,87	0,30	7,10	0,32	0,35	1,30	0,22	1,40
Virilla 5	0,39	6,69	0,38	7,30	0,25	0,17	1,33	0,30	
Virilla 5					0,47	0,43		0,24	
Torres 0	0,07	4,52	0,14	4,30	0,57	0,02	0,12	0,10	0,81
Torres 1	0,26	3,01	0,57	2,20	0,45	0,28	0,74	0,25	
Torres 2	0,26	3,23	0,58	4,00	0,38	0,22	0,98	0,22	1,26
Torres 3	0,48	0,00	0,86	2,20	0,40	0,50	0,70	0,45	1,63
Torres 4	0,95	0,00	1,44	3,10	0,12	0,75	1,17	0,65	1,57
Torres 5	1,25	1,73	0,66	3,80	0,34	0,63	0,45	0,42	1,40

Ma. Aguilar 1	0,07	1,42	0,27	4,00	0,24	0,19	0,66	0,20	2,06
Ma. Aguilar 2	0,12	0,00	0,70	2,20	0,36	0,23	1,10	0,22	1,57
Ma. Aguilar 3	0,17	0,00	0,72	1,30	0,40			0,30	1,46
Ma. Aguilar 4	1,17	0,00	2,80	2,80	0,12	0,55	0,17	0,96	0,22
Ma. Aguilar 5	1,05	0,00	1,14	3,00	0,25	0,66	0,05	1,24	0,36
Tiribí 1	0,04	0,00	0,50	2,50	0,68	0,26	1,26	0,24	1,94
Tiribí 2	0,78	0,00	0,94	0,00	0,24	0,32		0,42	1,56
Tiribí 3	0,46	0,00	0,63	2,20	0,72			0,25	1,69
Tiribí 4	0,58	0,00	1,56	0,00	0,22	0,54	0,48	0,40	0,28
Ocloro 1	1,37	0,00	1,74	0,00	0,84	0,80	1,29	0,52	2,06
Ocloro 2	0,25	0,00	3,12	0,00	0,40	0,58	0,90	0,50	1,63
Ocloro 3	1,46	0,00	5,50	0,00		1,86	0,42	1,94	0,04
Tárcoles 1	0,61	2,70	0,72	4,20	0,27	0,28	1,32	0,36	1,26
Tárcoles 2	0,44	8,28	0,45	7,10	0,60			0,35	1,63
Tárcoles 3	0,40	7,97	0,40	7,20	0,27	0,40	1,26	0,38	1,29
Tárcoles 4	0,44	7,84	4,02	6,60	0,37	0,20		0,24	1,26
Tárcoles 5	0,17	5,32	0,33	4,60	0,27	0,28	1,35	0,62	1,13
Tárcoles 6	0,25	5,63	0,30	4,00	0,30	0,26	0,76	0,30	0,96
Tárcoles 7	0,24	5,18	0,52	5,20	0,54	0,32	1,04	0,26	1,30
Tárcoles 8	0,20	4,92	0,37	4,80	0,33	0,24	1,06	0,70	1,13
Tárcoles 9	0,15	5,40	0,30	3,54	0,19	0,20	1,07	0,50	1,15
Tárcoles 10	0,20	5,18	0,36	3,99	0,06	0,20	1,02	0,28	1,35
Tárcoles 11	0,15	5,05	0,24	5,20	0,68	0,14	0,72	0,24	1,35
Tárcoles 12	0,22	3,85	0,20	3,53	0,20	0,16	0,55	0,26	1,26
Bermúdez 1	0,14	0,00	0,26	0,10	0,17	0,13	0,16	0,14	1,26
Bermúdez 2	1,00	0,00	0,84	0,70	0,28	0,00	0,56	0,35	1,13
Bermúdez 3	0,91	0,00	1,37	0,50		1,04	0,61	0,62	1,83
Bermúdez 4	0,68	0,00	1,30	0,20	0,94	0,17	0,83	0,52	2,06
Pirro 1	0,67	0,00	0,47	0,40	0,44	0,38	0,19	0,56	
Ciruelas 1	0,38	0,00	0,25	1,60	0,17	0,10	0,28	0,20	1,56
Segundo 1	0,24	0,00	0,16	3,00	0,12	0,34	0,86		
Uruca 1	0,29	0,00	0,17	6,00	0,19	0,26	1,60	0,17	1,76
Cucubres 1	0,24	7,97	1,00	0,00	0,32	0,26	0,86		
Damas 1	0,77	0,00	0,96	0,40	0,18	0,26	0,20	0,20	
Chiguite 1	0,58	3,85	0,58	4,00	0,34	0,28	2,35	0,18	1,90
Chiguite 2	0,86	0,00	0,77	0,44	0,68	0,20	1,90	0,20	1,57
Pío 1	0,31	0,00	0,28	1,30	0,22	0,17	0,67	0,23	1,76
Purruses	0,12	2,17	0,20	4,30	0,17	0,17	0,62	0,20	1,69
Ipís 1	0,31		0,18		0,27	0,20	0,64	0,32	0,58
Ipís 2	0,36		0,30		0,28	0,28	0,58	0,16	0,50
Quebradas									
Negritos	0,38	1,37	0,42	5,10	0,20	0,16	1,13	0,56	1,45
Mozotal 1	0,22	3,81	0,37	0,97	0,45	0,23	0,34	0,17	1,80
Rivera 1	1,11	0,00	3,16	0,00	1,34	1,10	0,56	1,24	0,00
Rivera 2	1,14	0,44	1,94	2,60	1,02	1,32	0,80	0,90	
Rivera 3	2,34	0,00	1,37	0,70	0,78	0,44	0,28	0,74	2,16
Barreal 1	1,90	0,00	4,02	0,00	2,15	1,55	0,00	1,30	0,13
Cangrejos 1	1,75	0,00	1,12	2,10	1,70	0,52	0,00	0,64	

El río Tárcoles recibe aguas con alto contenido de fosfatos en Ta-1; en su desembocadura, Ta-12, la concentración se ha reducido a la mitad, sin embargo, mantiene un valor promedio de 0,33 mg/L en su trayecto. El factor de dilución en el río es lo que permite que éste, en apariencia, se recupere (8,18).

Con el inicio de las lluvias en mayo se aprecia, en los ríos Torres, Ma. Aguilar y Ocloro, un descenso de la concentración de fosfatos, lo cual es ocasionado por el aumento de caudal y probablemente por ser esta época de germinación y crecimiento de plantas que consumen el $PO_4^{=}$ suponiendo que la escorrentía pluvial de zonas agrícolas de la región contribuya al contenido de fosfatos analizados, hipótesis que está siendo estudiada; sin embargo, la concentración por lo general se mantiene sobre 0,1 mg/L. Las Quebradas Barreal, Rivera y Cangrejos son las que presentan niveles más altos de $PO_4^{=}$. El cuadro No. 3 nos muestra la concordancia entre los contenidos de ABS y fosfatos en esas quebradas.

CUADRO No. 3. Comparación entre contenidos de ABS Y $PO_4^{=}$ solubles

ESTACION	ABS* Epoca seca mg/L	ABS* Epoca lluviosa mg/L	$PO_4^{=}$ Epoca seca mg/L	$PO_4^{=}$ Epoca lluviosa mg/L
QUEBRADA				
Rivera	5,30	3,65	1,80	0,99
Barreal	5,60	3,50	2,96	1,67
Cangrejos	1,60	2,15	1,44	0,95

*Fuente: Chacón, B., et al. (6)

De los valores obtenidos para nitratos (Cuadro No. 2) se puede notar cómo en los meses de estiaje (febrero y marzo) la concentración de nitratos es cero en algunas estaciones lo que nos indica que en estas aguas se encuentran bacterias como *Escherichia coli* que es asimiladora del NO_3^- (12), sustancia a la que transforma en $N-NH_4$ y posteriormente en N -Orgánico. Sin embargo, si bien no se ha determinado la concentración propiamente dicha de *E. coli*, sí se ha cuantificado el número más probable (NMP) de coliformes fecales en la cuenca.

Estos datos fueron obtenidos en el Laboratorio del ICAA y nos comprueban la presencia de grandes cantidades de esta bacteria. En esta oxidación anaerobia hay desprendimiento de malos olores y la apariencia del curso de agua es desagradable, lo que es característico de todos esos ríos en esta época. El valor mínimo de oxígeno disuelto (OD) para que no ocurra la descomposición anaerobia debe oscilar entre 4 y 5 mg/L.

En el río Virilla, desde el punto de muestreo V-1 hasta el V-5, se observó un incremento-aguas abajo en la concentración de los nitratos en toda la época de muestreo; este incremento es mayor para los meses de febrero y marzo. En junio y julio, con el aumento de caudal por las lluvias, la concentración disminuye.

En el río Tárcoles, durante los meses de estío se presenta también alta concentración de NO_3^- . Se obtiene una concentración mínima de 2,70 mg/L y máxima de 8,28 mg/L. Estos valores señalados son críticos para el estuario. En la época de invierno, el contenido de nitratos disminuye a una concentración mínima de 0,96 mg/L y máxima de 1,63 mg/L.

Las Quebradas Barreal y Rivera presentan un punto donde la concentración de NO_3^- es cero; sin embargo, como se indicó anteriormente, esto es índice de que los procesos oxidativos del río se están llevando a cabo anaeróbicamente.

La quebrada Negrito, en el mes de marzo, es la que tiene mayor concentración de NO_3^- , y transmite la contaminación por estación al río Torres, su receptor.

CONCLUSIONES

En los ríos de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, se encontró contaminación por fosfatos, tanto en época seca como lluviosa. En la mayor parte de las estaciones de muestreo se alcanzan valores que sobrepasan el valor permisible de 0,1 mg/L (18).

En las áreas en donde existe mayor concentración urbana e industrial, el contenido de nitrato y fosfato se incrementa debido a que estas poblaciones descargan sus aguas residuales, con concentraciones altas de nutrientes.

En las Quebradas Rivera, Barreal y Cangrejos, los valores altos de fosfato concuerdan con los da-

tos que se han determinado de ABS, lo que hace suponer que estas aguas contienen polifosfatos provenientes en gran parte de los detergentes de uso doméstico.

El río Grande de Tárcoles logra depurar un poco sus aguas, aún en época seca, gracias a sus pendientes y sinuosidades naturales que favorecen la oxigenación, y al aumento de su caudal debido a la recepción de un buen número de nacientes de importancia —ubicados entre el Puente Mulas y la Planta Hidroeléctrica Belén,— así como de las aguas de los ríos tributarios Ciruelas, Uruca y Segundo que tienen una contaminación incipiente. Sin embargo, los ríos de la cuenca superior, afluentes del Virilla (María Aguilar, Ocloro, Torres, Tiribí y Bermúdez) no presentan esa característica, ya que sus caudales durante la época de verano son bajos.

Los niveles bajos de N-NO_3^- en época seca, encontrados en estos últimos seis ríos no indican necesariamente la ausencia de contaminación, sino que por el contrario, indican una alta contaminación de microorganismos tales como la *Escherichia coli* los cuales metabolizan el N-NO_3^- a N-NH_4^+ . No obstante, el nivel de contaminación con nitrato se pudo apreciar en los análisis de las aguas del río Grande de Tárcoles, lo que se podría deber principalmente a los siguientes factores:

1. El área que rodea el cauce del río, es una zona dedicada al cultivo de café y caña, en los que se emplean abonos inorgánicos.
2. El río tiene un mayor número de pendientes y nacientes, que favorecen una mayor oxigenación del agua y la transformación del N-NH_4^+ en N-NO_3^- . Sin embargo, la contaminación por NO_3^- en el río Grande de Tárcoles podría llegar a ser perjudicial, en época de estiaje, por su proximidad con el ambiente marino.

Los sistemas de recolección de aguas cloacales en las zonas de mayor densidad de población no han sido adecuados como para eliminar una parte significativa de la contaminación que llevan los ríos del Area Metropolitana y no existe el tratamiento de aguas a ninguna escala.

Se requiere un estudio más prolongado en la cuenca para evaluar a más largo plazo las variaciones de la contaminación de nutrientes aquí descritas, las que junto con otras variables de contaminación que se han estudiado o que están siendo inves-

tigadas paralelamente, brinden una visión más completa del proceso degenerativo de eutrofización del Grande de Tárcoles.

LITERATURA CONSULTADA

1. Allen, H. R. y Kramer, J. R. **Nutrients in natural waters**. Toronto: Wiley-Interscience, 1972. pp. 540-600.
2. ASLO. **Nutrients and eutrophication: The limiting nutrient controversy**. Vol. 1. Canadá. Ed. G.E. Likens, 1978.
3. APHA, AWWA y WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 14 Ed., Washington, 1975. pp. 418-429.
4. Ibid., pp. 466-472.
5. Ibid., pp. 476-480.
6. Chacón, B. et al. *Niveles de agentes tensoactivos aniónicos en las aguas de la cuenca del Virilla-Grande de Tárcoles, Costa Rica, Tecnología en Marcha*, V. 5 (3):3-8, Oct.-Dic., 1982.
7. Cruz, N. *Prevención y control de la contaminación de las aguas en el área metropolitana de San José*. En: **Contaminación ambiental**. Cartago: Ed. Tecnológica de Costa Rica, 1982, pp. 43.
8. Devillers, G. *Contaminación de las aguas por residuos de los abonos: problemas y soluciones*. ION. V. 37 (427):71-74, 1977.
9. Hassenteufel, W., Jagitsch, R. y Koczy, R. **Limnol, Oceanogr.**, 8, 152. 1963.
10. Instituto Costarricense de Electricidad. **Año Hidrológico 1980-1981**. San José, 1981.
11. O E C D. *Eutrophication in large lakes and impoundments*. **Proceedings Uppsala Symposium**. Paris, 1970.
12. Painter, H. A. *A review of literature on inorganic nitrogen metabolism in microorganisms*, **Water Res.** V. 4, 393-450. 1970.

13. Prince, A.T. y Bruce, J.P. **Development of nutrient control policy in Canadá.** Ottawa: Department of the Environment, 1972, Technical Bulletin No. 51.
14. Traversy, W.J. y Comba, M. **Phosphates and the Canada Water Act.** Ottawa, Dept. of the Environment, 1971, Technical Bulletin No. 48.
15. U.S. E.P.A. **Technology transfer, hanbook for analytical quality control in water and wastewater laboratories.** North Carolina, 1972.
16. Valerio, C.E. **Conservación del medio,** San José: EUNED, 1979. p. 77.
17. Vollenweider, R.A. **Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing water, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication.** Rep. No. DAS/CSI 68-27, O E C D, División for Sciences Aff., París, 1968. p. 183.
18. Water Pollution Research Laboratory. *Phosphorus in sewage and sewage effluent.* **Water Pollution,** 1970, p. 49.

