REVISTA DE LA ASOCIACION DE CIENCIAS NATURALES DEL LITORAL
20 (1 y 2): 15 – 23 (1989)

VARIACIONES FISICAS Y QUIMICAS DEL ARROYO TOLEDO–CARRASCO, EN VERANO

Rafael Arocena, Wilson Pintos, Guillermo Chalar y Ramón de León

Sección Limnología, Facultad de Humanidades y Ciencias,
Universidad de la República
Tristán Narvaja 1674
11.200 Montevideo (Uruguay)

RESUMEN

Arocena, R., W. Pintos, G. Chalar y R. de León. 1989. Variaciones físicas y químicas del arroyo Toledo–Carrasco, en verano. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* **20 (1 y 2):** 15 – 23

Se estudia la variación longitudinal de ciertas características físicas y químicas del agua del arroyo Toledo–Carrasco (Montevideo–Canelones, Uruguay), contaminado por vertidos industriales y domésticos. Los resultados promedio de seis muestreos en nueve estaciones a lo largo del curso (34º 46′ – 34º 54′ S; 56º 00′ – 56º 06′ W) señalan la existencia de tres zonas. En la primera, de degradación y descomposición activa, el oxígeno disuelto disminuye de aproximadamente 6 a 3 mg. l^{-1}; los sólidos suspendidos y la conductividad también disminuyen posiblemente debido a procesos de sedimentación, mineralización de la materia orgánica y dilución de residuos ingresados aguas arriba. En la segunda zona, de recuperación, el oxígeno vuelve a aumentar su concentración, los sólidos suspendidos y disueltos alcanzan sus mínimos valores al igual que –en general– los nutrientes. Por último, una nueva zona de degradación y descomposición activa se corresponde con el ingreso de un afluente muy contaminado: aumentan la temperatura, los sólidos, la alcalinidad, el amonio y el fósforo total.

ABSTRACT

Arocena, R., W. Pintos, G. Chalar & R. de León. 1989. Physical and chemical variation of the Toledo – Carrasco streams, in summer. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 20* **(1 y 2):** 15 – 23

Mean results of six summer samplings on nine sites along the course, show three differentiated zones on it. At the first on, namely of degradation and active decomposition, dissolved oxygen decreases from 6 to 3 mg. l^{-1}; suspended solids and conductivity also decrease probably due to sedimentation, organic matter mineralization and dilution of upstream pollution inputs. At the second, the recuperation zone, oxygen rises again and suspended solids, conductivity and nutrients in general reach their lowest values. Lastly, another degradation–active decomposition zone is related to the income of a heavy polluted affluent, in which temperature, solids, alcalinity, amonium and total phosphorus showed higher values.

INTRODUCCION

Los cursos de agua son los receptores naturales de la materia orgánica producida en sus cuencas de drenaje. Este carácter heterotrófico puede acentuarse aguas abajo, o bien en ciertos segmentos, por las características productivas de las subcuencas. En el agua, la materia orgánica es reciclada por un proceso de autodepuración natural que consiste básicamente en su dilución, sedimentación y degradación bacteriana. Su oxida-

0325 – 2809/89/20 – 15 $ 2.00 (c) Asociación de Ciencias Naturales del Litoral

ción por hongos y bacterias demanda oxígeno del medio y libera CO_2, sales minerales y nutrientes, que la enriquecen. Esto conduce a una disminución del oxígeno disuelto, un descenso del pH y una multiplicación de bacterias, todo lo cual puede afectar la calidad del agua.

La introducción de residuos domésticos e industriales orgánicos representa una ampliación de estos efectos y puede conducir a la pérdida o disminución de la capacidad de autodepuración (Margalef, 1969).

La concentración de nutrientes en aguas corrientes es normalmente baja. El nitrato es la forma nitrogenada que predomina, excepto bajo condiciones de contaminación, en que el amonio lo puede superar. Así, el contenido de estos compuestos y de fósforo, cuyos valores normalmente bajos aumentan por aporte de materia orgánica, pueden considerarse como medidas indirectas de contaminación orgánica.

El arroyo Carrasco, próximo a Montevideo, drena áreas agrícolas y urbanas. En las primeras, de cultivos intensivos, la erosión es elevada y en la segunda, los cursos de agua del sistema reciben residuos domésticos e industriales de tipo orgánico. La contaminación es muy elevada en los tramos inferiores del arroyo y en las cañadas, procedentes de las zonas industriales (Fig. 1). Aunque no existen estudios al respecto, la desecación de los bañados que se interponían entre estas cañadas y el arroyo —estabilizando tal vez la materia orgánica— facilitó el ingreso de residuos al curso principal.

El arroyo plantea un grave problema social. Sus aguas son objeto de diferentes usos, a veces incompatibles: riego e industrias, desechos domésticos e industriales y recreación. Problemas sanitarios afectan a los habitantes del área, así como a los bañistas de las playas vecinas a su desembocadura.

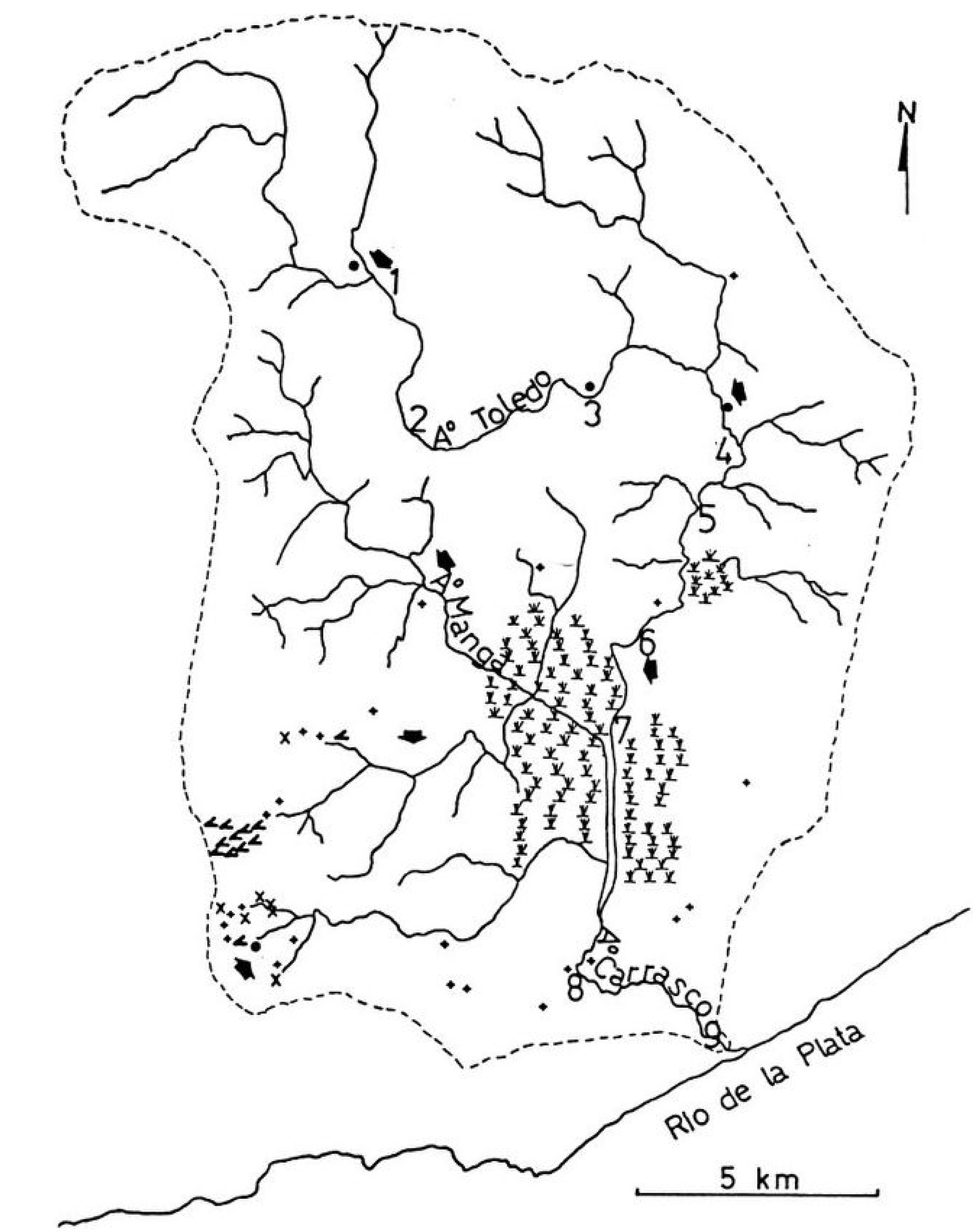
Los estudios realizados hasta el presente se han referido al área de los bañados (Caldevilla, 1940; Sosa Pereira, 1981) y a aspectos parciales de los mismos, como los suelos (Falco Frommel, 1978; 1985; Sganga y Da Silva, 1977), la vegetación (Baptista Pelaez, 1981; Legrand, 1959), o la fauna (Prigione y Langone, 1984). Otros se centraron en los aspectos técnicos de la contaminación sin investigar la estructura y funcionamiento del ecosistema y sin desarrollar los estudios a lo largo de cierto tiempo a fin de contemplar las variaciones estacionales (Kramer, 1986). Una revisión de los antecedentes bibliográficos con el análisis de la información disponible sobre clima, suelos, vegetación y estado de los cursos fue hecha por Arocena y Pintos (1988).

Con este trabajo se pretende generar la información básica necesaria para un mejor control y manejo del sistema. Para ello se estudian los cambios estivales en la calidad del agua a lo largo del curso, a fin de definir áreas con relación a la contaminación y capacidad de autodepuración.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio

El sistema fluvial del arroyo Carrasco (34° 46′ – 34° 54′ S; 56° 00′ – 56° 06′ W) drena una cuenca de aproximadamente 200 km^2, de los cuales 11 km^2 corresponden a los antiguos bañados (Sosa Pereira, *op.cit*), hoy casi totalmente desecados. La mayor parte de la cuenca, al norte de los bañados, está formada principalmente por sedimentos limo-arcillosos y calcáreos. Arcillas turbosas componen los suelos de los bañados y arenas modernas los de la zona de la desembocadura. Domina la vegetación antropogénica: chacras con tapiz regenerado al norte, pinares al sur y un monte fluvial poco extenso flanqueando el arroyo Toledo.



Aportes domésticos

Industrias varias

Procesadoras de pescado

Curtiembres

Textiles

Fig. 1. Mapa de la cuenca del arroyo Carrasco mostrando la ubicación de las estaciones de muestreo (1–9), las principales industrias y los asentamientos humanos no conectados a la red de saneamiento urbano. (basado en Kramer 1986 y datos y plano de la División de Saneamiento Ambiental, 1985).

El curso principal, formado por los arroyos Toledo y Carrasco, mide 42 km de largo (Arocena y Pintos, *op.cit*), es de baja pendiente, ancho muy variable y profundidad que puede superar el metro sólo entre los bañados y la desembocadura. Se conocen datos de su caudal para el tramo inferior medido en época de estiaje, el que resultó de 3,6 $m^3.s^{-1}$.

La precipitación media anual es de 1000 mm, distribuída bastante homogéneamente a lo largo de todo el año, con máximos en mayo (95 mm) y mínimos en diciembre (65 mm). Sin embargo, la evapotranspiración, que supera a la precipitación entre octubre y marzo, hace que en este período el caudal disminuya significativamente y desaparezcan los cursos de menor orden.

Metodología

Se realizaron seis muestreos entre enero y abril de 1988, con frecuencia aproximadamente quincenal a fin de abarcar la mayor parte del verano, período en que la contaminación sería máxima. Se escogieron nueve estaciones de acuerdo a los resultados obtenidos en muestreos piloto llevados a cabo el año anterior, a la ubicación de los principales conglomerados urbanos e industriales, a los principales afluentes y a las condiciones de acceso. Se consideró sólo el eje principal Toledo—Carrasco a efectos de concentrar los esfuerzos en el conocimiento de las variaciones longitudinales y debido a que muchos afluentes altamente contaminados se comportan como simples cloacas a cielo abierto, por lo que se les consideró, junto a los asentamientos industriales y urbanos, como fuentes puntuales de descarga (Cuadro 1). Fueron medidos *in situ* conductividad con conductímetro Horizon; temperatura y oxígeno disuelto con oxímetro YSI, aunque en ocasiones se determinó mediante el método de Winkler y pH con potenciómetro Digisense. La saturación de oxígeno fue calculada según tabla en Golterman *et al.*(1978). Las muestras fueron tomadas desde superficie con botellas plásticas de 1 l, y conservadas en frío durante su traslado al laboratorio, donde se determinó de inmediato la alcalinidad (APHA, 1985) por titulación hasta pH 4,5. Las muestras fueron almacenadas a —20 °C hasta el momento de ser filtradas (Whatman GF/C) para el análisis de los compuestos nitrogenados y para la determinación de sólidos suspendidos totales por dferencia de pesos a 105 °C.

El amonio se determinó por el método del azul de indofenol (Ros, 1979). Los nitratos, de acuerdo al de Na-salicilato (Zabradnik, 1981). Los nitritos por el de la sulfanilamida (Strickland & Parsons, 1972). El fósforo total (Pt) mediante la oxidación con persulfato y medición como ortofosfato por el método del molibdato de amonio (APHA, *op. cit.*).

Los datos obtenidos en los seis muestreos fueron promediados para cada una de las nueve estaciones y se calcularon sus respectivos desvíos (Cuadro 2) y coeficientes de variación, así como los coeficientes de correlación de Pearson entre los parámetros estudiados.

RESULTADOS

La temperatura tiene coeficientes de variación entre 14 y 18 °/o para cada estación de muestreo, debido a cambios estacionales y meteorológicos. El perfil longitudinal, aunque en diferentes rangos, se repitió en cada uno de los seis muestreos (Figs. 2 y 3): hasta la estación 6, la temperatura es casi constante (21 °C) o con una leve tendencia ascendente y luego asciende de manera más pronunciada (24 °C).

La carga de sólidos suspendidos, así como la conductividad, muestran un comportamiento longitudinal similar. En las primeras estaciones ambos parámetros descienden hasta los mínimos de 20 $mg.l^{-1}$ y 520 $\mu S.cm^{-1}$, respectivamente; luego aumentan notoriamente hasta sus máximos valores (75 $mg.l^{-1}$ y 1650 $uS.cm^{-1}$). La correlación entre estos dos parámetros es significativa ($p < 0,02$) tanto para los promedios, como para cuatro de los seis muestreos realizados. También se encontró correlación significativa ($p < 0,05$) entre conductividad y alcalinidad. Los promedios de esta última variaron entre 6,8 $meq.l^{-1}$ en la estación 1, 3,5 en los bañados (est. 7) y 6,1 en la 8, repitiéndose el comportamiento longitudinal señalado.

Aunque el pH presenta desvíos estándar bastante amplios por estación ($\leq 0,4$), debido a variaciones temporales del rango de valores, un mismo patrón de comportamiento longitudinal se repitió en cada muestreo. En las tres primeras estaciones, el agua es neutra a ligeramente alcalina, y en las últimas seis, es ácida a neutra.

El contenido de oxígeno disuelto y sus porcentajes de saturación son en general bajos. Desde sus máximos en la estación 2 (5,8 $mg.l^{-1}$ y 64 %) disminuye hasta la 5, se recupera en la siguiente y vuelve a descender hasta sus mínimos valores (1,4 $mg.l^{-1}$ y 17 %) en la última.

Los contenidos de fósforo total y nitrógeno inorgánico disuelto son muy altos y variables en todo el curso y la totalidad de los muestreos. El amonio es más abundante que el nitrato, excepto en las estaciones 1 y 2. Las concentraciones de nitrato guardan correlación positiva, ($p < 0,02$) con las de oxígeno, aunque la recuperación de éste y su posterior decremento no son acompañados por el NO_3^- que se mantiene estable en sus valores más bajos (13–20 µg–at $N.l^{-1}$) a partir de la estación 5. Lo mismo sucede con el nitrito después de haber presentado su máximo (6,1 µg–at $N.l^{-1}$), en la 4. El amonio y el fósforo total presentan picos en las 3 y 4, respectivamente, desde donde disminuyen para volver a aumentar y alcanzar sus máximos (288 y 30 µg–at $N.l^{-1}$) en la estación 8.

Cabe señalar, como resultado de la observación directa, la presencia de bacterias del genero *Sphaerotillus* en la estación 3; de vegetación flotante en las 4 a 7 y reconocimiento de malos olores en las 8 y 9.

DISCUSION

El perfil longitudinal de oxígeno disuelto así como los de los demás parámetros considerados, señalan la existencia de tres zonas diferentes a lo largo del arroyo. Tomando el 40 % de saturación de oxígeno como límite entre las zonas naturales de depuración (Branco, 1984), corresponde a las primeras cinco estaciones una zona de degradación (est. 1–4) y descomposición activa (est. 5). Sigue una de recuperación (est. 6) aunque incompleta, porque antes de alcanzar los niveles iniciales, vuelve a descender en una nueva zona de degradación (est. 7) y descomposición activa (est. 8 y 9).

En la primer zona, el paulatino descenso de oxígeno se corresponde con una disminución de los sólidos suspendidos y disueltos y con picos de los nutrientes. La concentración iónica medida como conductividad eléctrica es muy alta y, al contrario que en cursos inalterados, donde aumenta aguas abajo por el drenaje de mayores áreas (Hynes, 1970), en el arroyo desciende hasta los bañados. Lo mismo sucede con los sólidos suspendidos.

Tales sólidos integran o acompañan una carga de materia orgánica que va siendo degradada a medida que deriva aguas abajo. De este modo, el proceso de autodepuración natural se integra tanto por la oxidación de la materia orgánica, como por su sedimentación y dilución.

El pico de la conductividad en la estación 3 coincide con el del amonio y con la presencia de *Sphaerotillus,* bacteria filamentosa fija al sustrato y propia de las aguas sucias. Liepolt (citado por Margalef, 1983) detectó una situación similar en dos estaciones de un total de trece de un río de Austria. El posterior descenso del amonio se acompaña de un aumento de nitrito y nitrato en la estación 4, pudiéndose observar entonces una oxidación secuencial NH_4^+–NO_2^-–NO_3^-. También el fósforo total en dicha estación presenta un pico, que coincide con el aumento relativo de los sólidos suspendidos.

En el arroyo Toledo existen fábricas procesadoras de pescado en las estaciones 1, 3 y 4, donde se registraron las mayores concentraciones de amonio, excluyendo las 8 y 9, lo que no es de extrañar ya que el nitrógeno amoniacal es un importante componente de las aguas residuales de estas fábricas, conteniendo 80–600 $mg.l^{-1}$ (Meinck *et al,* 1977).

Cuadro 1

Promedios y desvíos estándar de 6 muestreos estivales de parámetros físicos y químicos del Arroyo Toledo–Carrasco.
SST: sólidos suspendidos totales.

	Estaciones de muestreo								
Parámetros	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Temperatura (°C)	20±4	21±4	20±3	21±3	21±3	21±4	22±4	24±4	24±4
SST ($mg.l^{-1}$)	59±70	44±45	46±56	49±44	41±38	20±6	50±44	75±32	63±38
Alcalinidad ($meq.l^{-1}$)	6,8±3,2	4,8±2,1	5,6±2,7	4,6±2,1	3,6±1,5	3,7±1,7	3,5±1,5	6,1±3,3	6,0±2,9
Conductividad ($\mu S.\ cm^{-1}$)	920 ± 310	700±250	820±310	660±240	520±210	550±220	620±240	1130±410	1650±1140
pH	7,3±0,3	7,0±0,3	7,1±0,3	6,9±0,2	6,7±0,2	6,9±0,3	6,7±0,4	7,0±0,3	6,8±0,4
Oxígeno ($mg.l^{-1}$)	5,5±2,0	5,8±1,3	4,0±1,6	3,8±1,8	2,9±2,0	4,8±1,2	3,5±1,5	2,0±1,8	1,4±1,4
Saturación O_2 (°/o)	61±23	64±15	45±18	44±21	33±23	55±13	42±21	25±22	17±18
NO_3–N (µM)	87±84	81±69	45±42	52±25	13±13	19±16	13±8	20±18	17±11
NO_2–N (µM)	5,6±3,9	2,3 ± 1,6	3,9±4,0	6,1±5,3	2,4±3,2	2,7±1,7	1,5±1,6	3,0±3,6	1,8±3,3
NH_4–N (µM)	81±64	51±65	96±106	52±25	35±23	51±49	43±36	288±285	269±205
P total (µM)	18±10	19±6	23±17	28±18	20±10	19±10	23±8	30±8	28±10

La correlación entre conductividad y alcalinidad indica la importancia de los bicarbonatos entre los aniones. La alcalinidad explica entre un 27 y un 30 °/o de la conductividad en las seis primeras estaciones, correspondientes a los sedimentos limo—arcillosos y calcáreos de la zona norte.

La zona de recuperación del oxígeno, en torno a la estación 6 coincide con los menores valores de sólidos suspendidos y disueltos, alcalinidad y pH, así como de los nutrientes, tal vez por su asimilación por plantas, señalando la existencia de una zona relativamente poco extensa de máxima capacidad de autodepuración. Aquí los sólidos suspendidos descienden repentinamente, tal vez debido a una sedimentación facilitada por la falta de nuevos aportes, la presencia de un monte marginal que detiene la erosión y de macrófitas acuáticas en la estación 5 que disminuyen la velocidad de las aguas. La alcalinidad y el pH descenderían por efecto de los suelos orgánicos ricos en turba de los bañados (Falco Frommel, *op. cit.*). Pero la alcalinidad es aún alta comparada con un río rico en $CaCO_3$ como el Rin, que tiene 3 meq.l^{-1} (Golterman, 1975).

El amonio tiene aquí sus valores más bajos (35—51 µg—at N.l^{-1}) tal vez debido a su asimilación por las plantas, que lo prefieren al NO_3^- cuando aquél supera (Schwoerbel, 1983) los 20 µg—at N.l^{-1}. En esta zona de recuperación, la vegetación es abundante y aún cumple una función purificadora. Las comunidades vegetales, además de incorporar los nutrientes del agua que escurre hacia el arroyo o que proviene de él con las inundaciones, disminuyen el impacto de las avenidas, evitando la remoción de plantas y sedimentos que enriquecen el agua de nutrientes y materia orgánica.

Por último, en la tercer zona, de fuerte degradación, aumentan la temperatura, los sólidos suspendidos y disueltos, la alcalinidad, el NH_4^+ y el P_t. El incremento térmico en la estación 7 se explica porque al ingresar en la zona de bañados, el arroyo corre más lentamente en un cauce más ancho y somero, lo que permite un mayor calentamiento por el aire, sol y suelo. El aumento de los sólidos suspendidos y P_t en esta estación puede deberse a: a) una mayor erosión debido a la alteración del área circunvecina (desecación de bañados, caminería); b) agitación del agua y resuspensión del sedimento en una zona desprotegida del viento por la tala; c) transporte de sólidos más pequeños —menos sedimentables— como son las arcillas que componen el suelo de los bañados y d) presencia de plancton en un cuerpo de agua de menor pendiente y por lo tanto menor velocidad y deriva.

En la estación 8 los sólidos suspendidos vuelven a aumentar, pero esta vez debido —igual que para los demás parámetros— al ingreso del arroyo Manga de aguas muy turbias. También el incremento térmico, los más bajos tenores de oxígeno, los picos de amonio y Pt y los malos olores, obedecerían al ingreso de aguas más calientes, menos oxigenadas y con mayor carga de materia orgánica de este afluente. Este arroyo drena dos zonas industriales donde predominan curtiembres y textiles. Los efluentes de estas fábricas contienen Nitrógeno total en el orden de las decenas de miligramos por litro (Meinck, *op. cit.*).

Aunque el oxígeno y el nitrato no alcanzan a consumirse completamente en el agua superficial, es probable que las muestras allí tomadas no reflejen completamente los cambios que ocurren en el sedimento. Una vez agotado el oxígeno en el fondo, la materia orgánica sigue descomponiéndose, reduciendo primero el NO_3^- y luego el $SO_4^=$, produciéndose el mal olor.

En la estación 9 la conductividad sigue aumentando por efecto de la intrusión

del agua más rica en Cl^- y $SO_4^=$ desde el Río de la Plata. La alcalinidad en cambio disminuye, explicando sólo un 15 °/o de la conductividad, debido a una menor incidencia del bicarbonato estuarino. El coeficiente de correlación entre ambos parámetros aumenta al descartar esta estación y la 8 ($p < 0,001$), indicando que la intrusión del agua del río puede superar los 2 km y/o la influencia del arroyo Manga.

A modo de conclusión, podemos afirmar que existe —principalmente en las estaciones 3 y 4— un ingreso de agentes contaminantes al Arroyo Toledo. Este tiene cierta capacidad de autodepuración en torno a la estación 6, previa a los bañados, donde aún conserva algo de su monte marginal y presenta una vegetación acuática relativamente importante. Hacia su parte final, el curso recibe una cantidad considerable de materia orgánica que viene en un agua pobre en oxígeno y nitratos. Se utiliza entonces como oxidante el sulfato, que es reducido a sulfhídrico provocando malos olores en un tramo ya sin ninguna capacidad de autodepuración.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Argentino A. Bonetto por sus valiosas sugerencias y críticas al manuscrito. A nuestros compañeros de la Sección Limnología por su participación en los muestreos y análisis químicos.

REFERENCIAS

APHA. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16 Ed. *APHA AWWA WPCF,* Washington, 1268 p.

Arocena, R. y W. Pintos. 1988. Antecedentes para un estudio limnológico del Arroyo Carrasco. *Avances de Investigación de la Facultad de Humanidades y Ciencias.* Montevideo, 26 p.

Baptista Pelaez, P. 1981. Proyecto de prefactibilidad forestal en el Bañado de Carrasco. *Tesis Facultad de Agronomía.* Universidad de la República. Montevideo, 31 p.

Branco, S.M. 1984. Limnología Sanitaria. Estudio de la Polución de las aguas continentales. *OEA, Serie de Biología, monografía Nº 28,* 120 p.

Caldevilla, G.M. 1940. La desecación de los bañados de Carrasco. *Revista de la Facultad de Agronomía 20.* Montevideo, 139 p.

Falco Frommel, L. 1978. Estudio de suelos de los bañados de Carrasco. *Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes.* Montevideo, 50 p.

Falco Frommel, L. 1985. Mapeo de reconocimiento de los Bañados de Carrasco. *Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección Nacional de Suelos.* Montevideo, 19 p.

Golterman, H.L. 1975. Chemistry. En Whitton, B.A. (ed.) River Ecology. *Blackwell Sci. Publ. Oxford,* 725 p.

Golterman, H.L., R.S. Clymo & M.A.M. Ohnstead. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP 8. *Blackwell Sci. Publ.* Oxford, 214 p.

Hynes, H.B.N. 1970. The Ecology of Running Waters. *Liverpool University Press.* Liverpool, 555 p.

Kramer, R.O. 1986. Evaluación y Diagnóstico General sobre Contaminación y Degradación de la cuenca del Arroyo Carrasco. *Trabajo de pasaje de curso, Facultad de Humanidades y Ciencias.* Universidad de la República. Montevideo, 89 p.

Legrand, C.D. 1959. Comunidades psamófilas de la región de Carrasco. *Anales del Museo de Historia*

Natural, 2a. serie, 6 (7): 1–53.

Margalef, R. 1969. El concepto de polución en Limnología y sus indicadores biológicos. *Doc. Inv. Hidrobiológicas* 7: 105–133.

Margalef, R. 1983. Limnología. *Omega.* Barcelona, 1010 p.

Meinck, F., H. Stooff & H. Kohlschütter. 1977. Les eaux résiduaires industriales. *Masson.* Paris, 863 p.

Prigione, C. y J. Langone. 1984. Lista preliminar de las especies de Anfibios de los bañados y adyacencias. *Com. Zool. Mus. Hist. Nat.* 11 (149): 1–4.

Ros, J. 1979. Prácticas de Ecología. *Omega.* Barcelona, 181 p.

Schwoerbel, J. 1983. Metabolism and Energy flow in running waters. *Bol. Inf. Limnol.* 7: 51–95.

Sganga, C. y H. Da Silva. 1977. Estudios de los suelos de la cuenca del Bañado de Carrasco. *Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y fertilizantes.* Montevideo, 18 p.

Sosa Pereira, J.J. 1981. Bañados de Carrasco. *Monografía Facultad de Humanidades y Ciencias.* Montevideo, 63 p.

Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. *Fish. Res. Board Canada,* 310 p.

Zahradnik, P. 1981. Methods for Chemical Analysis of Inland Waters. *Institut für Limnologie.* Viena 44 p.

Recibido / *Received* /: 13 diciembre 1988
Aceptado / *Accepted* /: 3 marzo 1990